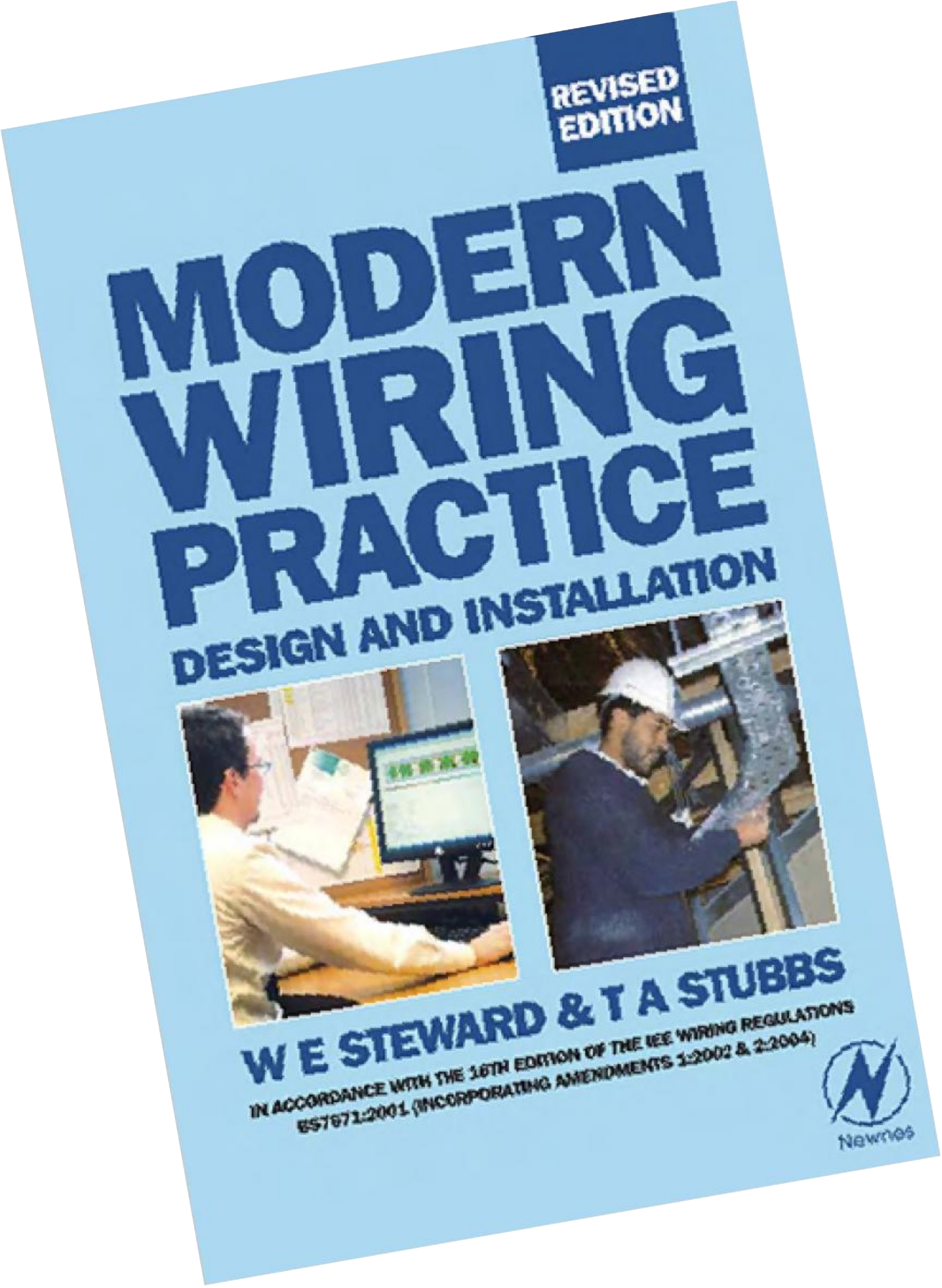


W E STEWARD & T A STUBBS တို့ ရေးသားပြုစုသော **Modern Wiring Practice** ၏ ပထမပိုင်း - Design of Electrical Installation Systems အား မြန်မာလူငယ်များ မှီငြမ်းကိုးကားမှုပြုနိုင်ရန် အလို့ငှာ ကိုရန်ကျော်မိုးမှ သင့်လျော်သလို ဘာသာပြန်ပေးပါသည်။

စကားဦး ...

Modern Wiring Practice စာအုပ်၏ ပထမအပိုင်း ဖြစ်သော Design of Electrical Installation Systems အပိုင်းအား သင့်လျော်သလို ဘာသာပြန်ဆိုပြီး မြန်မာလူငယ်များ မှီငြမ်းကိုးကားမှုပြုနိုင်စေရန် အခမဲ့ ဝေငှလိုက်ပါတယ်။ နေ့စဉ်လုပ်ရှားရုန်းကန်နေရသော အခက်အခဲများကြားမှ အချိန်ရသမျှလေး ထုတ်ယူကာ ဘာသာပြန်ဆိုခဲ့ခြင်းဖြစ်ပြီး တစ်စုံတစ်ရာသော အမှားများပါရှိခဲ့ပါကလည်း မိမိ၏ စေတနာအမှားများသာဖြစ်ပါတယ်လို့ ဝန်ခံလိုပါသည်။

လျှပ်စစ်နှင့်ပတ်သက်သော လုပ်ငန်းခွင်အတွင်း အလုပ်လုပ်ကိုင်နေသော လူငယ်များ အတွက် ယခုစာအုပ်သည် အတိုင်းအတာ တစ်ခုမျှလောက် အကျိုးပြုသည်ဆိုပြားအံ့ ဘာသာပြန်ပေးခဲ့ရသူအတွက် အမောပြေလုပြီဖြစ်ကြောင်း ပြောကြားလိုပါတယ်။

မူရင်းစာအုပ်ကိုပြုစုခဲ့သော စာရေးသူများအား ကျေးဇူးအထူးတင်ရှိပါတယ်။ ယခုအချိန်အထိ မသန်စွမ်းသူ တစ်ယောက်အနေနှင့် ဘဝကို အဆင်ပြေပြေ ရင်ဆိုင်ဖြတ်သန်းနိုင်အောင် ကူညီပေးကြတဲ့ ချစ်ရသောသူအားလုံးကို ကျေးဇူးအထူးတင်ပါတယ်လို့ ပြောကြားရင်း စာဖတ်သူတို့အားလည်း ကျန်းမာ ပျော်ရွှင်စွာနဲ့ အမိမြန်မာနိုင်ငံအကျိုး၊ မိမိတို့ မိသားစုအကျိုး၊ ရပ်တည်ရှင်ရှင်သန်နေရသည့် မိမိ အသိုက်အဝန်း၏ အကျိုးတို့ကို တိုးတက်အောင်မြင်အောင်စွမ်းဆောင်နိုင်ကြပါစေလို့ ဆုမွန်တောင်းအပ်ပါတယ်။

သင့်

ကိုရန်ကျော်မိုး

အခန်း - ၁

Electrical Installation များနှင့်သက်ဆိုင်သော Regulations များ

မည်သို့သော electrical equipment ကို install လုပ်သည်ဖြစ်စေ၊ cable များနှင့် အခြားသော conductor အမျိုးအစားများအား ဆက်သွယ်ရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းအား သင့်လျော်သော switchgear ဖြင့် control လုပ်ရပေမည်။ ယင်းသို့သောလုပ်ငန်းများအား installation engineer မှ ကြည့်ကြပ်လုပ်ဆောင်ကြသည်ဖြစ်ကာ မည်သည့် equipment ကိုမဆို မည်မျှရိုးရှင်းသည်ဖြစ်စေ installation လုပ်ငန်းအား မှန်မှန်ကန်ကန်မလုပ်ဆောင်ခဲ့ပါက လုံခြုံစိတ်ချစွာသုံးစွဲမှု မပြုနိုင်ပေ။

Electricity ကိုစတင်သုံးစွဲခါစ အစောပိုင်းကာလများတွင် d.c. generator မှ wire တစ်စုံဖြင့်သွယ်တန်းကာ ယင်း wire များအား soldered T joint များဖြင့် branch circuit များခွဲထုတ်ပြီး lamp များ၊ နှင့် အခြားသော current အသုံးပြုသည့် appliance များအား သွယ်တန်းတပ်ဆင်မှုများအတွက် ပြင်းထန်သော ကန့်ကွက်မှုများ မရှိခဲ့ပေ။ ထိုသို့သော load များအား generator မှ spark များ ယခင်ကထက်ပိုမိုထွက်လာသည့်တိုင်အောင် ထပ်ဆောင်း ပေါင်းထည့် ဆက်သွယ်ကြပါသည်။ အကယ်၍ cable များပူနွေးလာပါကလည်း ယင်းတို့အား ပိုမိုကြီးသော cable တစ်ခုဖြင့် အစားထိုးကြပါသည်။

Planning of Installation Work

အစောပိုင်းကာလများက wiring installation များအား planning လုပ်မှုသည် အလွန်နည်းပါးပါသည်။ သို့သော် grid မှ supply လုပ်သောအခါတွင် အလွန်ကြီးမားသော power source များနှင့် electricity အသုံးပြုသော နေရာအားလုံး တွင် လုပ်ကိုင်ရသည်ဖြစ်ရာ သင့်လျော်သော design နှင့် planning စသော ကိစ္စများသည် လိုအပ်ချက်များ ဖြစ်လာရပါသည်။

မီးကဲ့သို့ပင် electricity သည်အလွန် ကောင်းမွန်သော servant ဖြစ်သော်လည်း ကောင်းမွန်စွာ ထိန်းချုပ် သုံးစွဲခြင်း မပြုခဲ့ပါက ယင်းသည် အလွန်အန္တရာယ်ကြီးသော master တစ်ယောက်အဖြစ် သက်သေပြပေမည်။ Wiring နှင့် Installation လုပ်ငန်းများအတွက် planned method များအား ကာလရှည်ကြာကတည်းကပင် လက်ခံထားကြကာ regulation များ၊ လိုအပ်ချက်များ၊ ထောက်ခံအကြံပြုချက်များ၊ codes of practice များစသည်တို့အားလုံးအတွက် ထုတ်ပြန်ခဲ့ပြီးဖြစ်ပါသည်။ အချို့သောအချက်များသည် မဖြစ်မနေလုပ်ဆောင်ရမည်တို့ဖြစ်ရာ law ဖြင့်ထုတ်ပြန်ကာ မဖြစ်မနေလုပ်ဆောင်ရသော်လည်း အခြားတို့မှာမူ ထောက်ခံအကြံပြုချက်မျှသာဖြစ်ပါသည်။

ယခုစာအုပ်သည် installation engineer တစ်ယောက်လုပ်ကိုင်ရသော လုပ်ငန်းများနှင့်သက်ဆိုင်ကာ ကောင်းမွန်သော installation work အတွက် အခြေခံစည်းမျဉ်းများအတွက် planning နှင့် လက်တွေ့လုပ်ဆောင်ခြင်းတို့အား ဖြစ်နိုင်သမျှ ရှင်းလင်းသည်ထက် ရှင်းလင်းစေပါသည်။ အမျိုးမျိုးသော rules များနှင့် regulation များအား reference လုပ်ထားကာ ယင်း copy တို့အား ရရှိ၊ လေ့လာနိုင်ပါသည်။

ယခင်က ဆိုခဲ့သည့်အတိုင်း မည်သည့် electrical installation work ကိုမဆို လုပ်ကိုင်မည့် လူတိုင်းအတွက် ရှင်းလင်းမှုရှိစေရန် ရည်မှန်းခဲ့ပြီး အသိအမှတ်ပြုထားသော standard များနှင့် practice များနှင့်လည်း ရင်းနှီးကျွမ်းဝင်စေပါသည်။

ကျွမ်းကျင်အောင်လေ့ကျင့်သင်ကြားထားမှုမရှိသူတစ်ဦးမှ သူ၏အိမ်ကို ဆေးသုတ်အလှဆင်ပါက၊ အဆိုးဆုံးအခြေအနေဖြင့် ရုပ်ဆိုးအကျည်းတန်မှုကိုဖြစ်စေသော်လည်း သူ့အနေနှင့် “points” အနည်းငယ်အား သူ၏ အိမ်တွင် ထပ်မံတပ်ဆင်မည်ဟု ဆုံးဖြတ်ပါက သူ့အတွက်သာမက သူ၏ မိသားစုအတွက်ကိုပါ အန္တရာယ်ဖြစ်စေရန် ဖြစ်နိုင်ပေသည်။

Installation တစ်ခုအား planning လုပ်ရာတွင် အကြောင်းအရာပေါင်းများစွာအား ထည့်သွင်းစဉ်းစားရမည်ဖြစ်ကာ ထိုသို့စဉ်းစားရာတွင် cable များအတွက် မှန်ကန်သောအရွယ်အစားများ၊ သင့်လျော်သော switchgear၊ overcurrent device များအတွက် current rating၊ circuit တစ်ခုတွင် တပ်ဆင်မည့် outlet အရေအတွက် အစရှိသည်တို့ ပါဝင်ပါသည်။ ယင်းနှင့် အခြားသော သက်ဆိုင်သောအရာများအား အခြား အခန်းများတွင် ရှင်းလင်းတင်ပြပါမည်။

Installation work နှင့်သက်ဆိုင်သော regulation များအား အစိတ်အပိုင်းနှစ်ခုခွဲခြားထားကာ statutory regulations များနှင့် non-statutory regulations များဟူ၍ ဖြစ်ပါသည်။

Statutory Regulations များတွင်အောက်ပါတို့ ပါဝင်ပါသည်။

Type of installation	*Regulation*	*Administered by*
Installations in general with certain exceptions	Electricity Safety, Quality and Continuity Regulations 2002	Secretary of State
All installations in the workplace including factories and offices	Electricity at Work Regulations 1989	Health and Safety Commission
Agriculture and horticultural installations	The Agricultural (Stationary Machinery) Regulations 1959	Health and Safety Commission
Electrical Equipment	The Low Voltage Equipment (Safety) Regulations 1989	Department of Trade and Industry
Building in Scotland with certain exceptions	Building Standards (Scotland) Regulations 1990	Secretary of State for Scotland
Health and safety at work	Health and Safety at Work Act 1974	Health and Safety Commission

Readers are advised to obtain from HMSO copies of the following publication: *Memorandum of Guidance on the Electricity at Work Regulations 1989,* which is published in three parts: *General; Mines* and *Quarries*.

Non-statutory regulations တွင်အောက်ပါတို့ ပါဝင်ပါသည်။

Type of installation	*Regulation*	*Published*
Installations in general (with certain exceptions)	Requirements for Electrical Installations. IEE Wiring Regulations Sixteenth Edition BS 7671: 2001	British Standards Institution and the Institution of Electrical Engineers
Installations on construction sites	BS 7375: 1996 BS 4363: 1998	British Standards Institution
Installations in explosive atmospheres	BS EN 50014: 1998 BS EN 60079: 2003	British Standards Institution
Emergency lighting of premises (other than cinemas and similar premises)	BS 5266: 1999	British Standards Institution
Fire detection and alarm systems in buildings	BS 5839: 2002 BS EN 54	British Standards Institution
Protection of structures against lightning	BS 6651: 1999	British Standards Institution
Earthing	BS 7430: 1998	British Standards Institution

The Electricity Safety, Quality and Continuity Regulations 2002

The Electricity Safety, Quality and Continuity Regulations 2002 သည် 31 January 2003 တွင်စတင်အကျိုးသက်ရောက်မှုရှိကာ electrical energy ကိုလုံခြုံစိတ်ချစွာ supply ပေးနိုင်ပြီး၊ အသုံးပြုသူများအနေနှင့်လည်း အန္တရာယ်ကင်းရှင်းစွာ အသုံးပြုနိုင်စေရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။ ယင်း regulations အသစ်သည် The Electricity Supply Regulations 1988 နှင့် ယင်းနှစ် 1988 အတွင်းမှသည် ဆက်တိုက်ပြဌာန်းခဲ့သည့် နောက်ဆက်တွဲများပါဝင်ပါသည်။ Regulations သည် 'duty holders' အားလုံးအသုံးပြုရန်အတွက်ဖြစ်ပြီး၊ electrical energy အား supply လုပ်ခြင်းနှင့် အသုံးပြုခြင်း စသည်တို့နှင့် သက်ဆိုင်ကာ ယင်းတွင် generator များ၊ distributor များ၊ transmitter များ၊ meter operator များနှင့် အခြားသော consumer များအား electricity supply လုပ်ခြင်းတို့ပါဝင်သက်ဆိုင်ပါသည်။ ယင်း regulations များအား agent များ၊ contractor များ နှင့် မည်သည့် duty holder များဖြစ်သော subcontractor များအားလုံးတို့နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။

ယခင်က ထုတ်ပြန်ခဲ့သော regulations များဖြစ်သည့် 2002 regulations ၏ အစိတ်အပိုင်းအား consumer's installations များသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးခြင်း (Regulations 23 to 29 အပါအဝင်) အတွက် အသုံးပြုကာ electricity distributor များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားသုံးစွဲသူများအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးခြင်း သို့မဟုတ် ပြုပြင်ထိမ်းသိမ်းခြင်းတို့အတွက် လိုအပ်သော တိကျသည့် standards များအား ပြဌာန်းပေးပါသည်။

Regulation 25(2) တွင် ဖော်ပြထားသည်မှာ - distributor တစ်ဦးသည် connection အား ပြုလုပ်ပေးခြင်း သို့မဟုတ် လွှဲပြောင်းခြင်း တို့အတွက် consumer ၏ installation သည် British Standard မှ requirements များနှင့် မကိုက်ညီဟူသော ယုံကြည်လောက်သည့် အကြောင်းပြချက် ရှိခဲ့လျှင် သူ၏ ခွင့်ပြုချက်ကို မပေးအပ်သင့်ပေ။

မည်သည့် installation မဆို standard နှင့် မကိုက်ညီပါက distributor အနေနှင့် consumer အား notice တစ်ခုအား ရေးသား ထုတ်ပြန်ကာ သင့်တော်သည့်အချိန်ကာလအတွင်းတွင် လိုအပ်သော ဖယ်ရှားခြင်း၊ ပိုမိုကောင်းမွန်စေရန်ပြုပြင်ခြင်း စသည်ကဲ့သို့သော remedial works များအား လုပ်ဆောင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ လိုအပ်သော အချိန်ကာလအား notice တွင်ဖော်ပြပေးထားရပါမည်။ ဖော်ပြထားသော အချိန်ကာလအတွင်း ထိုသို့သော remedial work များအား မလုပ်ဆောင်ခဲ့ပါက distributor အနေဖြင့် supply အား ဖြတ်တောက်ခြင်း (ဆက်သွယ်ပေးရန် ငြင်းဆန်ခြင်း) ပြုလုပ်နိုင်ကာ ထိုသို့သော disconnection ဖြစ်မှုအတွက် အကြောင်းပြချက်အား သီးခြား ရေးသားထုတ်ပြန်ပေးရပါမည်။

Distributor အနေနှင့်လည်း supply တစ်ခုအား safety ဆိုသောဆုံးဖြတ်ချက်ဖြင့် notice မပေးဘဲဖြတ်တောက်နိုင်ပါသည်။ ထိုသို့ပြုလုပ်ခဲ့ပါက distributor အနေနှင့် လက်တွေ့ကျသော notice အား ရေးသားထုတ်ပြန်ရမည်ဖြစ်ကာ အကြောင်းပြချက်များပေးခြင်းနှင့် အသေးစိတ်လုပ်ဆောင်ရန်လိုအပ်သော remedial measure များအား ဖော်ပြပေးရပါမည်။ distributor အနေနှင့် သဘောတူထားသည့် remedial measure များအားလုပ်ဆောင်ပြီးသည်နှင့် supply အား restore လုပ်ပေးနိုင်ပါသည်။

အကယ်၍ distributor နှင့် customer အကြားတွင် disconnection သို့မဟုတ် connection လုပ်ပေးရန် ငြင်းဆန်ခြင်းခံရခြင်းတို့ကဲ့သို့ dispute ဖြစ်ပွားခဲ့ပါက ယင်းတို့နှစ်ဖက်စလုံးအနေနှင့်ဖြေရှင်း၍လည်း မရခဲ့ပါက ယင်းကိစ္စအား Secretary of State အထံသို့ တင်ပြကာ သင့်လျော်သော သတ်မှတ်အရည်အချင်းပြည့်စုံသူအား ခန့်အပ်ပြီး ယင်း dispute အား ကြားနာစေရပါမည်။ ဆုံးဖြတ်ချက်အား လိုက်နာကာ distributor သည် maintain, connect, restore သို့မဟုတ် supply အား disconnect လုပ်ခြင်း အစရှိသည်တို့အား ဆုံးဖြတ်ချက်တွင်ပါရှိသော အကြောင်းအရာအချက်အလက်တို့အပေါ်အတွင်မူတည်ကာ သင့်လျော်သလို လုပ်ဆောင်သွားရပါမည်။

IEE Wiring Regulations – BS 7671

ခေါင်းစဉ်အပြည့်အစုံမှာ "Requirements for electrical installations – The IEE Wiring Regulations – Sixteenth Edition. BS 7671: 2001" သည် CENELEC (The European Committee for Electrotechnical Standardisation) IEC (International Electrotechnical Comission) မှပြုစုသည့် Harmonisation Document standard တွင်အခြေခံပါသည်။ ထို့ကြောင့် လိုအပ်ချက်များနှင့် အချို့သော အမှန်တစ်ကယ်အသုံးပြုသည့် စကားလုံးများသည် IEC Standards များနှင့် သဏ္ဍာန်တူညီပါသည်။

IEE Regulations များအား အောက်ပါအတိုင်း အပိုင်းများ ခွဲခြားနိုင်ပါသည်။

Part 1 Scope, object and fundamental principles
Part 2 Definitions
Part 3 Assessment of general characteristics
Part 4 Protection for safety
Part 5 Selection and erection of equipment

Part 6 Special installations or locations
Part 7 Inspection and testing.

Appendix အားဖြင့် ခြောက်ခုပါရှိကာ ယင်းတို့မှာ ...

Appendix 1 *British standards to which reference is made in the Regulations*
Appendix 2 *Statutory regulations and associated memoranda*
Appendix 3 *Time/current characteristics of overcurrent protective devices*

Tabular and graphical data is included for both fuses and miniature circuit breakers. Fuses to BS 88, BS 1361 and BS 3036 are included as well as mcb types B, C and D (BS EN 60898 and BS EN 61009).

Appendix 4 *Current-carrying capacity and voltage drop for cables and flexible cords*
Tables are included for cables with copper or aluminium conductors.

Appendix 5 *Classification of external influences*
This gives a list of external influences which must be taken into account when designing the installation. The coding system is that used in International Electrotechnical Commission (IEC) publication 364.

Appendix 6 *Model forms for certification and reporting*

Appendix 7 *Harmonized cable core colours.*

Regulation တစ်ခုတည်းသာမကပဲ IEE မှ ပုံနှိပ်ထုတ်ဝေသော Guidance Note များနှင့် on-site guide များရှိပါသည်။ ပါဝင်သော ဘာသာရပ်များတွင် ...

Protection against fire
Protection against electric shock
Protection against overcurrents
Isolation and switching
Selection and erection of equipment
Testing and inspection
Special installations and locations
Design procedure with design data.

ထိုသို့သော စာအုပ်များ အနေနှင့် 16th Edition ဖြစ်သော Wiring Regulations တွင်ပါရှိသော အချက်အလက်များ ထက် ပိုမိုသော အသုံးဝင်သော information များစွာအား ပေးစွမ်းကြမည်ဖြစ်ပါသည်။
ယခုစာအုပ်သည် 16th Edition ဖြစ်သော IEE Regulations မှ requirements များအပေါ်တွင် အခြေခံကာ အောက်တွင်ဖော်ပြမည့် အပိုင်းတစ်ပိုင်းစီသည် layout နှင့် presentation များအား ရင်းနှီးကျွမ်းဝင်ခြင်းမရှိသေးသည့် စာဖတ်သူတို့အား အကျိုးကျေးဇူးများပေးစွမ်းမည်ဖြစ်ပါသည်။

Part 1 Scope

Regulations ၏ scope သည် အဆောက်အဦးနှင့် ယင်း၏ အတွင်းပိုင်းနေရာများအတွက် ဒီဇိုင်းပြုခြင်း၊ ရွေးချယ်ခြင်း နှင့် electrical installations များ စတင်လုပ်ဆောင်ခြင်းတို့နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ Regulaitons သည် 1000Vac သို့မဟုတ် 1500Vdc တို့အပါအဝင် အထိ အသက်ဆိုင်ပါသည်။
Discharge lighting နှင့် electrode boiler များ တို့ကဲ့သို့သော အထက်ဖော်ပြပါ voltage ထက်ကျော်လွန်သော တစ်စုံတစ်ရာသော installation များနှင့်လည်းသက်ဆိုင်ပါသည်။

ယင်း Regulations သည် သင်္ဘောများ၊ off-shore installation များ၊ လေယာဉ်များ၊ railway traction equipment များ၊ motor vehicle များ (caravans များမှလွဲ၍) သို့မဟုတ် mine များနှင့် quarries တွင်တပ်ဆင်သည့် electrical equipment များအတွက်အသုံးပြုရန် မဟုတ်ပဲ ဖော်ပြခဲ့သော နေရာများသည် Statutory Regulations များနှင့်သက်ဆိုင်ပေသည်။

Objective Regulations များအား လူများ၊ အိုးအိမ်များ နှင့် မွေးမြူထားသော တိရစ္ဆာန်တို့အတွက် installation အား အသုံးပြုစဉ်အတွင်း ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သော အန္တရာယ်ကျရောက်စေမှုနှင့် ပျက်စီးဆုံးရှုံးမှုများ ဖြစ်ပေါ်မှုမရှိစေဘဲ လုံခြုံစိတ်ချရစေရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။
အကယ်၍သော installation များသည် IEE Regulations ၏ အခန်း ၁၃ နှင့် ကိုက်ညီခဲ့ပါက Statutory Regulations များ၏ အခြေခံ principle များအား ကိုက်ညီပေမည်။

Fundamental requirements for Safety IEE Regulations ၏ အခန်း ၁၃ တွင်သီးခြားဖော်ပြထားသောအခြေခံ လိုအပ်ချက်များသည် Regulations များအား ဖန်တီးရာတွင်ကျုန်ရစ်ခဲ့သော အစိတ်အပိုင်းအား အခြေခံ အနေဖြင့် ဖော်ပြထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်း အခြေခံလိုအပ်ချက်များအား Electricity Safety Regulations နှင့် Factory များအတွက် Electricity Regulation များတွင် အသုံးပြုကြကာ စကားလုံးအသုံးအနှုံး အနည်းငယ်မျှ ကွဲလွဲမှုသာ ရှိပါသည်။
အခြေခံလိုအပ်ချက်များတွင် အမြင်နှစ်ခုရှိပြီး ဂရုတစိုက်လေ့လာသင့်ပါသည်။ Safety သည် ကောင်းမွန်စေရန် လုပ်ဆောင် တွေးတောထားသော electrical design အပေါ်တွင်တည်မှီကာ သပ်ရပ်ကောင်းမွန်စွာ လုပ်ကိုင်မည့် ကျွမ်းကျင်သော electrician လည်းဖြစ်စေရန် ကြိုတင်လုပ်ဆောင်ထားရပါမည်။ electrician နှင့် ပတ်သက်သော requirements များအား IEE Regulation 133-01-01 တွင်ဖော်ပြထားပြီး၊ ယင်းတွင် ကျွမ်းကျင်သော လုပ်သားနှင့် အသုံးပြုရန် သင့်လျော်သော materials များအား မည်သို့အသုံးပြုရမည်ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ မှတ်သားရန် နောက်တစ်ခုမှာ equipment များအား စီစဉ်ရာတွင် installation ပြုလုပ်ရန်အတွက် နေရာ၊ စစ်ဆေးမှုပြုရန်၊ စမ်းသပ်ရန်၊ ပြုပြင်ထိမ်းသိမ်းရန် နှင့် ပြင်ဆင်ရန်တို့အတွက် စီစဉ်ထားရပါမည်။

Alterations to Installations ယင်း aspect သည် ကောင်းမွန်သော special comment အနေဖြင့် requirements တွင် ထင်ရှားသော အချက်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း subject သည် IEE Regulations 130-07 ၏ Section 743 နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ မူလ installation မှ alteration လုပ်သမျှတို့သည် IEE Wiring Regulations များနှင့် ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတွင် လက်ရှိလုပ်လုပ်ကိုင်နေသော လုပ်ငန်းအားလုံးတို့သည်လည်း alteration ၏

အစိတ်အပိုင်းဖြစ်လာပါမည်။ ထို့ပြင် alteration ကိုလုပ်ကိုင်သောသူသည်လည်း လက်ရှိ arrangement တို့သည် အသစ်တပ်ဆင်မည့်အစိတ်အပိုင်းတို့အား လုံခြုံစိတ်ချစွာ feeding လုပ်နိုင်မည့်အနေအထားရှိပေသည်။ လက်တွေ့အားဖြင့် လက်ရှိ installation အား အထက်ပါအခြေအနေနှင့်ကိုက်ညီစေရန် စမ်းသပ်စစ်ဆေးသင့်ပါသည်။ ယင်းအချက်သည် system ၏ အခြားအစိတ်အပိုင်းရှိ defects များအား correct လုပ်ရန်အတွက် installer ၏ တာဝန်မဟုတ်သော်လည်း လုပ်ငန်းအပ်နှံသူ အား အကြံပေးရန် တာဝန်ရှိပေသည်။ ယင်းအကြံပေးချက်အား စာဖြင့်ရေးသားတင်ပြရမည်ဖြစ်ပါသည်။ လက်တွေ့တွင် altered လုပ်လိုသော wiring အား distribution board အသစ်မှသာ စတင်လုပ်ကိုင်သင့်ပေသည်။

Part 2 Definitions

IEE Regulations များတွင်အသုံးပြုသော definitions များ အသေးစိတ်သည် Regulations ၏ အပိုင်း ၂ တွင် ပါရှိပါသည်။ ယင်း definition များသည် installation လုပ်ငန်းများ လုပ်ကိုင်ရာ၊ စီစဉ်ရာတို့တွင် အမြဲတွေ့ကြုံလျှက်ရှိခြင်းကြောင့် ရှင်းလင်းစွာ နားလည်ရန် လိုအပ်ပါသည်။ အချို့သော terms များအား အောက်တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

Protective conductor electric shock ဖြစ်ခြင်းမှ protect လုပ်နိုင်ရန် အတွက်အသုံးပြုသော conductor တစ်ခုဖြစ်ကာ exposed conductive အစိတ်အပိုင်းများ၊ extraneous conductive အစိတ်အပိုင်းများ၊ main earthing terminal ၊ earth electrode များ၊ source ၏ earth point သို့မဟုတ် artificial neutral တစ်ခုအစရှိသည်တို့အား အတူတကွ connect လုပ်နိုင်ရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။

Earthing conductor protective conductor တစ်ခုဖြစ်ကာ installation ၏ main earthing terminal မှ earth electode သို့မဟုတ် အခြားသော နည်းများဖြင့်ရှိကြသည့် earthing များအား connect လုပ်ထားပါသည်။

Equipotential bonding အသီးသီးသော exposed conductive အစိတ်အပိုင်းများနှင့် extraneous conductive အစိတ်အပိုင်းများအား တူညီသော potential ရရှိစေရန် ပြုလုပ်ထားသော electrical connection ကို ဆိုလိုပါသည်။

Functional earthing earth အား ဆက်သွယ်ရာတွင် electrical equipment မှ သင့်လျော်သော function လိုအပ်ခြင်း

PEN conductor protective conductor နှင့် neutral conductor နှစ်ခုစလုံးအတွက် လုပ်ဆောင်မှုများအား စုပေါင်းထားမှု

Circuit protective conductor (cpc) protective conductor တစ်ခုဖြစ်ကာ equipment ၏ exposed conductive အစိတ်အပိုင်းများအား main earthing terminal သို့ ဆက်သွယ်ထားပါသည်။

Live part conductor တစ်ခု သို့မဟုတ် conductive part အား energize လုပ်ကာ ပုံမှန်အားဖြင့်အသုံးပြုရန်ဖြစ်ပြီး၊ neutral conductor ပါ ပါဝင်သော်လည်း convention အရ PEN conductor မဟုတ်ရပေ။

Barrier live ဖြစ်နေသော အစိတ်အပိုင်းများနှင့် ထိတွေ့မှုမရှိစေရန် မည်သို့သော direction of access မှမဆို သတ်မှတ်ထားသော protection degree ကို ရရှိစေသော အစိတ်အပိုင်း။

Bunched conduit, duct, ducting သို့မဟုတ် trunking သို့မဟုတ် အပိတ်မဟုတ်သော အစရှိသည်တို့ အတွင်း cable နှစ်ခု သို့မဟုတ် ထို့ထက်ပိုသော cable များပါဝင်ကာ ယင်းတို့အား တစ်ခုနှင့်တစ်ခု သတ်မှတ်အကွာအဝေးမရှိဘဲ ခွဲခြားမထားမှု။

Overcurrent rated value ထက်ကျော်လွန်သော current ဖြစ်ကာ conductor များတွင် rated value သည် current carrying capacity ပင်ဖြစ်ပါသည်။

Circuit breaker ပုံမှန် load current များအား making, carrying နှင့် breaking အစရှိသည်တို့ ပြုလုပ်ပေးနိုင်သော device တစ်ခုဖြစ်ကာ making နှင့် short-circuit current အစရှိသည်တို့အား မူလကြိုတင် သတ်မှတ် ထားသော အချိန်အတိုင်းအတာအတွင်း automatically breaking လုပ်နိုင်ပါသည်။ မကြာခဏ operate လုပ်ရန်မဟုတ်ပဲ အချို့သော type များမှာ မကြာခဏ operation လုပ်ရန် သင့်လျော်ပါသည်။

Residual current device mechanical switching device သို့မဟုတ် devices များအား စုစည်းထားကာ အခြေအနေ တစ်ခုခုအရ residual current ရှိလာချိန်တွင် contact များ operating လုပ်ရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။

Exposed conductive part equipment တစ်ခု၏ conductive part တစ်ခုဖြစ်ကာ live part မဟုတ်ပဲ ကိုင်တွင်ထိတွေ့နိုင်ကာ fault condition အခြေအနေတွင်သာ live part ဖြစ်လာစေသည်။ (ဥပမာ - conduit, trunking, metal enclosure အစရှိသည်တို့)

Extraneous conductive part ယေဘုယျအားဖြင့် earth potential ရှိစေသော conductive part တစ်ခုဖြစ်ကာ electrical installation ၏ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုအဖြစ် ရပ်တည်မနေသော အစိတ်အပိုင်း။

SELV (separate extra-low voltage) extra-low voltage system တစ်ခုဖြစ်ကာ ယင်းသည် earth နှင့် အခြားသော systems များနှင့် electrically သီးခြားစီဖြစ်နေခြင်းကြောင့် single fault တစ်ခုအနေနှင့် electrical shock ဖြစ်ခြင်းအန္တရာယ်အား မဖြစ်စေသော စံနစ်။

PELV (protective extra-low voltage) extra-low voltage system တစ်ခုဖြစ်ကာ earth နှင့် သီးခြားစီခွဲထား ခြင်း မရှိသော်လည်း SELV အတွက်လိုအပ်သည်များ ပြေလည်စေသော စံနစ်။

Direct contact live parts များနှင့် လူ သို့မဟုတ် livestock များ ထိတွေ့မှု။

Indirect contact exposed conductive part များအား လူ သို့မဟုတ် livestock များသည် fault ဖြစ်နေစဉ် live ဖြစ်လာကာ ထိတွေ့မှု။

Part 3 Assessment of general characteristics

Regulations ၏ အခန်း ၃၁၊ ၃၂၊ ၃၃ နှင့် ၃၄ တို့သည် installation အား ဒီဇိုင်းပြုစုမည့်သူအတွက် responsibility များအား ချမှတ်ထားကာ သက်ဆိုင်သမျှသော အခြေအနေအားလုံးတို့အား ဒီဇိုင်းပြုစုနေစဉ်အဆင့်မှာပင် ထည့်သွင်းစဉ်းစားနိုင်စေပါသည်။ ယင်းသို့သော consideration များတွင်အောက်ပါ characteristics များပါဝင်ပါသည်။

(1) Maximum demand
(2) Arrangements of live conductors and type of earthing
(3) Nature of supply
(4) Installation circuit arrangements.

Part 4 Protection for Safety

ယင်း section သည် အောက်ပါတို့ကို ခြုံငုံမိစေပါသည်။

Electric shock ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ခြင်း

Thermal effects များမှ ကာကွယ်ခြင်း။ ဥပမာ fire နှင့် burns နှင့် overheating ဖြစ်ခြင်းများ။

Overcurrent ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ခြင်း။

Overvoltage ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ခြင်း။

Undervoltage ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ခြင်း။

Isolation နှင့် switching

Safety အတွက် protective measure များအား အသုံးပြုခြင်း။

ပြင်ပလွှမ်းမိုးမှုများ၏ လုပ်ဆောင်မှုအပေါ်အခြေခံကာ protective measure များအား ရွေးချယ်ခြင်း။

ယင်းနှင့် သက်ဆိုင်သည်တို့သည် IEE Regulations ၏ အပိုင်း ၄ နှင့် သက်ဆိုင်ကာ အခန်း ၄၁၊ ၄၂၊ ၄၃၊ ၄၄၊ ၄၅၊ ၄၆၊ ၄၇ နှင့် ၄၈ အသီးသီးတို့ ဖြစ်ကြပါသည်။

Part 5 Selection and erection of equipment

ယင်း section သည် အောက်ပါတို့ကို ခြုံငုံမိစေပါသည်။

Common rules, such as compliance with standards
Selection and erection of wiring systems
Switchgear
Earthing and protective conductors
Other equipment such as transformers, rotating machines, etc.
Supplies for safety services.

ယင်းနှင့် သက်ဆိုင်သည်တို့သည် IEE Regulations ၏ အခန်း ၅၁ မှ ၅၆ ဖြစ်ကြပါသည်။

Part 6 Special installations or locations

IEE Wiring Regulations ၏ 16th Edition တွင် အထူး installation အမျိုးအစားများအား section အသစ်အနေနှင့် မိတ်ဆက်ဖော်ပြထားပါသည်။ Regulations သည် installation နှင့် ရည်ညွှန်းထားသော location များအတွက် particular requirement များအား ဖော်ပြထားကာ ယင်းတို့အား ဖြည့်စွက် သို့မဟုတ် ပြုပြင်ထားသည့် requirements များသည် Regulations ၏ အခြားအစိတ်အပိုင်းများတွင် ပါရှိပါသည်။

Installations နှင့် locations ဆိုရာတွင် bath/shower room များ၊ ရေကူးကန်များ၊ ဆူနာများ၊ ဆောက်လုပ်ရေး လုပ်ငန်းခွင်များ၊ စိုက်ပျိုးရေးနှင့် ပန်းခြံများ၊ caravans များနှင့် motor caravans များ၊ caravan park များ နှင့် အဝေးပြေးလမ်းသုံး equipment များ (လမ်းမီးများ စသည်) တို့ ပါဝင်ပါသည်။ conductive location များ နှင့် protective conductor current 3.5mA ထက်ပို၍လိုအပ်သည့် equipment (data processing လုပ်သည့် equipment) တို့အတွက် earthing requirement များအတွက် regulations များလည်း ရှိပါသည်။

Part 7 Inspection and Testing

Inspection နှင့် Testing လုပ်ရာတွင် နည်းပညာပိုင်းဆိုင်ရာနှင့် instrument အမျိုးအစားများ အစရှိသည်လို့ လိုအပ်ပါသည်။ လိုအပ်သော test များနှင့်သက်ဆိုင်သော အသေးစိတ်အား IEE Regulations ၏ အခန်း ၇၁၊ ၇၂၊ ၇၃ နှင့် ၇၄ တို့တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

The Electricity at Work Regulations 1989

ယင်း Regulations သည် 1990 ခုနှစ် April လ ၁ ရက်နေ့က စတင်ကာ electrical system များအား install လုပ်သည့် အလုပ်လုပ်ကိုင်ရာနေရာတိုင်းတွင် အသက်ဝင်လာခဲ့ပါသည်။ ယခု အစားထိုးလိုက်သော regulations သည် ယခင် regulations ထက်ပိုမိုကျယ်ပြန့်ကာ ဆိုင်ခန်းများ၊ ရုံးခန်းများ၊ စသည်တို့တွင် အသုံးချနေပြီဖြစ်သကဲ့သို့ စက်ရုံများ၊ အလုပ်ရုံများ၊ကျောက်တွင်းများ၊ သတ္တုမိုင်းများ အစရှိသည့် ယခင် ဥပဒေများဖြင့် သုံးစွဲခဲ့မှုများသည်လည်း ယခုအစားထိုးလိုက်သော regulation များအား အသုံးပြုလာကြပါသည်။ လျှပ်စစ်နှင့်ပတ်သက်သော အလုပ်သာမက မည်သည့်အလုပ်မျိုးပင်ဖြစ်စေကာမူ safety နှင့် ဆက်နွယ်နေပြီး electrical system တစ်ခုတွင်ဖြစ်စေ၊ ယင်း၏ အနီးအနားတွင်ဖြစ်စေ လုပ်ကိုင်မည်ဆိုပါက safety နှင့် တိုက်ရိုက်သော်လည်းကောင်း သွယ်ဝိုက်၍သော် လည်းကောင်း သက်ဆိုင်နေပေမည်။

Regulations သည် employer များ၊ ကိုယ်ပိုင်အလုပ် လုပ်ကိုင်သူများ၊ မိုင်း နှင့် ကျောက်တွင်းလုပ်ငန်းများတွင် လုပ်ကိုင်နေသည့် manager များနှင့် ဝန်ထမ်းများ အားလုံးအပေါ်တွင် တာဝန်များရှိစေကာ construction လုပ်ငန်းများ၊ maintenance နှင့် အခြားသော electricity နှင့် electrical equipment များနှင့် သက်ဆိုင်သည့် လုပ်ငန်းဆိုင်ရာများ အားပါဝင်ခြုံငုံမိစေပါသည်။ Regulations များသည် Health and Safety Commission မှ ဆုံးဖြတ်သတ်မှတ်ချက်များအတိုင်း ပေါ်ပေါက်လာခြင်းဖြစ်ပါသည်။

Regulations အတော်များများအား ဖျက်သိမ်းခြင်း သို့မဟုတ် ပြင်ဆင်မှုများကို ပြုလုပ်ခဲ့ကာ အသစ်ဖြစ်ပေါ်လာသော ဥပဒေများအား Electricity at Work Regulations 1989 ၏ Schedule 2 တွင် အပြည့်အစုံဖော်ပြထားပါသည်။ အဓိက အချက်အချို့မှာ ...

The Electricity Regulations 1908
The Electricity (Factories Act) Special Regulations 1944
The Coal and Other Mines (Electricity) Order 1956
The Miscellaneous Mines (Electricity) Order 1956
The Quarries (Electricity) Order 1956.

1989 edition တွင် Regulations စုစုပေါင်း ၃၃ ခုပါရှိကာ Regulations 4 မှ 16 အထိသည် installations များအားလုံးနှင့် သက်ဆိုင်သော ယေဘုယျအခြေအနေဖြစ်ပါသည်။ Regulations 17 မှ 28 သည် mines နှင့် quarries တို့နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ Regulations 29 မှ 33 သည် အထွေထွေ အချက်များနှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ HMSO တွင် စာအုပ်သုံးအုပ်ရရှိနိုင်ကာ ယင်းတို့သည် additional information နှင့် guidance များအား ပေးစွမ်းကာ ယင်းတို့အား ဝယ်ယူလေ့လာရန်အတွက် recommend လုပ်လိုပါသည်။ Book 1 တွင် Regulation နှင့် သက်ဆိုင် သော ယေဘုယျအချက်များ နှင့် အခြားနှစ်အုပ်သည် mine နှင့် quarries တို့နှင့် အသီးသီးသက်ဆိုင်ကြ ပါသည်။

Electricity at Work Regulation 1989 တွင် item အသစ်များအား ထည့်သွင်းဖော်ပြထားကာ အချို့သော regulation တို့တွင် ယင်းတို့အစားထိုးပြစ်ခဲ့သော regulation များနှင့် နှိုင်းယှဉ်ပါက ယင်းတို့ကို အသုံးပြုရာတွင် သိသာထင်ရှားသော အပြောင်းအလည်းများအား ဂရုပြုသင့်ပါသည်။ အောက်တွင်ဖော်ပြထားသော စာပိုဒ်များသည် အဓိကအချက်အချို့အား အတိုချုပ်အားဖြင့် ဖော်ပြထားမှုဖြစ်ပါသည်။

General voltage limit များအားမဖော်ပြထားခြင်းကြောင့် Regulation အားမည်သည့် system အတွက်မဆို အသုံးချနိုင်ပါသည်။ duty အားဖြင့် အဆင့်နှစ်ခုထားရှိရာ ယင်းတို့မှာ (၁) တိကျမှု နှင့် (၂) ကျိုးကြောင်း ဆီလျော် သက်ဆိုင်ကာ လက်တွေ့ကျမှုတို့ဖြစ်ပါသည်။ Regulation သည်ပင်လျှင် တစ်စုံတစ်ရာသော regulation အတွက် level of duty အား ဖော်ပြကာ လိုအပ်သော အထောက်အကူများအား Memorandum of Guidance တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

Regulation 1 to3 Introduction ယင်းတို့သည် introduction အနေဖြင့်ရှိနေကာ definition များအား ဖော်ပြထားပြီး Regulation အား မည်သို့သော သူများက အသုံးပြုသင့်ကြောင်းကိုဖော်ပြထားပါသည်။

Regulation 4 General ယင်းအား အပိုင်း ၄ ခုခွဲခြားထားကာ ယင်းတွင် (၁) system design နှင့် construction (၂) Safety ကောင်းမွန်သေချာစေရန် အတွက် system maintenance (၃) system တွင်ရှိသော သို့မဟုတ် အနီးအနားတွင်ရှိသော work activities အားလုံး (၄) လူများအတွက် protective equipment များနှင့်သက်ဆိုင် သော provision တို့ဖြစ်ကြပါသည်။ လျှပ်စစ်လုပ်ငန်းတစ်ခုတည်းအတွက်သာမဟုတ်ပဲ အားလုံးသော work activities တို့အား ခြုံငုံမိနေစေရမည်ဖြစ်ကာ တစ်ခါတစ်ရံတွင် “catch all” regulation ဟု ရည်ညွှန်းကြပါသည်။ ယင်းတို့မှ သုံးခုအား လက်တွေ့ကျနိုင်သမျှ ကျအောင် implement လုပ်ရမည်ဖြစ်ကာ စတုတ္ထအချက်အတွက် ဖြစ်သော protective equipment များအား provision လုပ်ရန်ဆိုသော အချက်ကိုမူ မဖြစ်မနေဖော်ဆောင် ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ မှတ်သားရန်မှာ system တစ်ခုအားအဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုရာတွင် equipment သည် electrical supply တွင် တပ်ဆင်သည် သို့မဟုတ် တပ်ဆင်ရန် ရည်ရွယ်ထားမည်ဟု ဆိုပါက system တစ်ခုအဖြစ် သက်ဆိုင်ပေသည်။

Regulation 4(2) သည် system maintenance အား ရည်ညွှန်းကာ စီစဉ်ထားသော preventive maintenance နှင့် ဖြစ်လာနိုင်သော system design တို့အား အသုံးပြုရန် ရည်ရွယ်ထားပါသည်။ ယင်းအခြေအနေတွင် မှတ်သားထား ရန်မှာ တိကျသော working space အား မဖြစ်မနေ ထားရှိရန် ဖြစ်ပါသည်။ ထို့အပြင် အသေးစိတ်များအား အောက်တွင် ဖော်ပြမည့် Regulation15 တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

Regulation 5 Strength and capability thermal နှင့် mechanical နှစ်ခုစလုံးအတွက် provision များအား သတ်မှတ်ထားရမည်ဖြစ်ကာ overload ဖြစ်နေသော အခြေအနေတွင်မှာပင် အန္တရာယ်ကျရောက်မှု မဖြစ်ပေါ်လာစေ

ရန် စီစဉ်ထားရပါမည်။ Insulation သည် အသုံးပြုမည့် voltage နှင့် ဖြစ်လာနိုင်ဖွယ်ရာရှိသော overvoltage transient များအားလည်း အား ခံနိုင်ရည်ရှိနေစေရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Regulation 6 Environments ယင်း regulation အား mechanical damage များ၊ ရာသီဥတုအခြေအနေများ၊ စိုစွတ်မှု သို့မဟုတ် corrosive ဖြစ်နိုင်သော လေထု သို့မဟုတ် မီးလောင်လွယ်သော သို့မဟုတ် ပေါက်ကွဲနိုင်သော အမှုန့်များနှင့် ဓါတ်ငွေ့များစသည်တို့နှင့် ထိတွေ့နိုင်သော hazardous environment များနှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ အစောပိုင်းမှ regulation များနှင့် နှိုင်းယှဉ်ပါက အရေးကြီးသော အချက်တစ်ခုရှိကာ ယင်းတွင် ပတ်ဂန်းကျင်အခြေအနေများနှင့် site တွင်လုပ်ဆောင်ရမည့် လုပ်ငန်းပိုင်းဆိုင်ရာ သဘာဂများအား သိရှိကာ ကြိုတင်စီစဉ်ပြင်ဆင်ထားခြင်း အချက်ပါရှိပါသည်။ ထို့ကြောင့် designer နှင့် equipment အသုံးပြုသူများအကြားတွင် နားလည်နိုင်မှုအတိုင်းအတာ တစ်ခုလိုအပ်ပါသည်။

Regulation 7 Insulation etc Conductor များသည် သင့်လျော်သော insulation ဖြင့် ကာကွယ်ထားရမည်ဖြစ်ခြင်း သို့မဟုတ် အန္တရယ်ဖြစ်ခြင်းများမှ တားဆီးကာကွယ်နိုင်ရန် အခြားသော ကြိုတင်စီစဉ်မှုများကိုလုပ်ဆောင်ထားရန် လိုအပ်ပါသည်။ industrial application များတွင် insulation ထားရှိမှုအား ကြိုတင်စဉ်းစားထားရန်သည် လက်တွေ့မကျပါက လိုအပ်သည့် အခြေအနေနှင့်ကိုက်ညီသော precaution များအား လုပ်ဆောင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။

ဉပမာအားဖြင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ရှိနေသည့် railway တစ်ခုတွင် အသုံးပြုသော conductor rail များတွင် precaution များ ပါဂင်ရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတွင် warning notice များ၊ barrier များ သို့မဟုတ် မီးရထား ဂန်ထမ်းများအတွက် အထူးလေ့ကျင့်သင်တန်းများ ပါရှိရမည်ဖြစ်ပါသည်။ အခြားဉပမာ တစ်ခုအနေနှင့် electric welding equipment များအား အသုံးပြုရာတွင် protective clothing အားအသုံးပြုပေးရပါမည်။

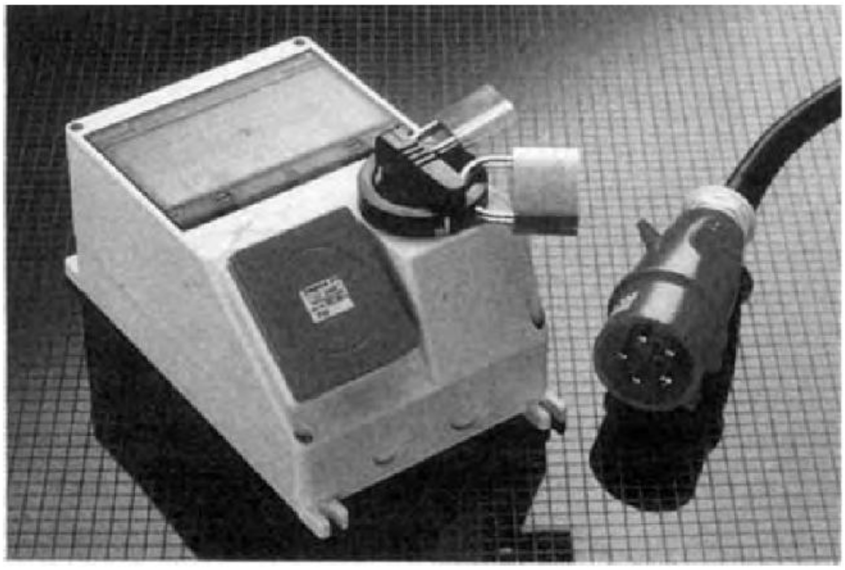
Regulation 8 Earthing conductor များအပြင် conductive part များမှ အန္တရာယ်ကျရောက်နိုင်သော အခြေအနေအား တားဆီးကာကွယ်နိုင်ရန် earthing လုပ်ခြင်းနှင့် အခြားသော precaution များလိုအပ်ပါသည်။ metallic casing များအပါအဂင် နှင့် electrolyte တို့ကဲ့သို့ non-metallic conductor များသည် fault ဖြစ်သော အခြေအနေတွင် live ဖြစ်နိုင်သောအခြေအနေရှိပါသည်။ earthing ပြုလုပ်ခြင်းနှင့် insulation နှစ်ထပ်ထားရှိခြင်းတို့သည် အသုံးများသော နည်းနှစ်ခုဖြစ်ကာ requirements များအား ပြည့်စုံနိုင်စေသော်လည်း အခြားခြာခုကိုမှ memorandum of Guidance တွင် စီစဉ် ဖော်ပြထားပါသည်။

Regulation 9 Integrity earth သို့ ဆက်သွယ်ထားသော circuit conductor သို့မဟုတ် အခြားသော reference conductor များအား open circuit သို့မဟုတ် high impedance ဖြစ်ခြင်းတို့မှ အန္တရာယ်ကျရောက်မှုမှ မဖြစ်ပေါ်စေရန်အတွက် သေချာစေရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။ Guidance note များတွင် neutral နှင့် protective conductive conductor များအား အား သီးခြားခွဲထုတ်ခြင်း နှင့် နှစ်ခုစလုံးအား conbined လုပ်ခြင်း စသည်တို့အား မှီငြမ်းပြုနိုင်ပါသည်။

Regulation 10 Connections အမြဲတမ်း သို့မဟုတ် ယာယီ တပ်ဆင်သည့် မည်သို့သော installation ပင်ဖြစ်စေ ထိုရည်ရွယ်ချက်အတိုင်း ကောင်းမွန်နေစေရပါမည်။ အထူးသဖြင့် portable equipment များအတွက် plug များနှင့် socket ကဲ့သို့သော connection များအား သင့်တော်သော standard များအသုံးပြုကာ တပ်ဆင်သင့်ပါသည်။ ထို့အတူ မည်သို့သော equipment မဆို disconnected (ဥပမာ - maintenance လုပ်ရန်အကြောင်းကြောင့်) ဖြစ်ခဲ့ပါကလည်း current ပြန်လည်မစီးဆင်းစေချိန်တွင် connection အဆက်များ အားလုံးအစုအား စစ်ဆေးသင့်ကာ loose connection များသည် heating သို့မဟုတ် arcing ဖြစ်နိုင်သော ကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။

Regulation 11 Excess Current Protection မှတ်သားရန်မှာ fault တစ်ခုဖြစ်လာသည်နှင့် protection သည် လိုအပ်လာသည်ဖြစ်ရာ ထိုသို့ fault ဖြစ်ခြင်းကြောင့် အန္တရာယ်များမကျရောက်လာစေရန် အတွက် fuse သို့မဟုတ် circuit breaker တို့ အမြဲလိုအပ်ပါသည်။ system ၏ အစိတ်အပိုင်းအားလုံးတို့အား protect လုပ်ထားရမည်ဖြစ်ကာ fault ဖြစ်ပေါ်သော အခြေအနေပေါ်တွင်မူတည်ကာ အခက်အခဲများ ကျရောက်နိုင်ပြီး၊ excess current များဖြစ်ပေါ်လာပါက fuse သို့မဟုတ် circuit breaker တို့ operate လုပ်နိုင်စေရန် တိကျသော အချိန်ကာလတစ်ခု ကြာမြင့်စေရပါသည်။ "Defence" Regulation 29 အား အသုံးပြုရာတွင် design ကောင်းမွန်မှု၊ commissioning နှင့် maintenance တို့နှင့်သက်ဆိုင်သော မှတ်တမ်းများသည် လိုအပ်သောအချက်များဖြစ်ပါသည်။ IEE Regulations သည် ယင်း subject အပေါ်တွင် ထပ်ဆောင်းညွှန်ကြားချက်များအား ပေးပါသည်။

Regulation 12 Isolation current အား switched off လုပ်နိုင်ရန် သင့်လျော်သော နည်းလမ်းများအား ကြိုတင်တွေးဆထားရန်လိုအပ်ကာ လိုအပ်သောအခြေအနေတွင် isolate လုပ်ရပါမည်။ Isolation ဆိုသည်မှာ equipment အား မလိုလားအပ်သောအခြေအနေတွင် reconnection လုပ်ခြင်းမှ တားဆီးရန်အတွက် design ထုတ်ထားခြင်းဖြစ်ကာ positive air gap လိုအပ်ပါသည်။ switch အား ကောင်းမွန်သင့်လျော်စွာ labeling လုပ်ထားရန် လည်း လိုအပ်ပါသည်။ IEE Regulation 130-06 နှင့် 461 တို့နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။



ပုံ ၁.၁ Electricity at Work နှင့် IEE Regulation တို့နှင့် ကိုက်ညီမှုရှိစေရန် သင့်လျော်သော အခြေအနေများတွင် မည်သည့် equipment ကိုမဆို မရည်ရွယ်ပဲ energized မဖြစ်စေရန် နည်းလမ်းများ ထားရှိရမည်ဖြစ်ပါသည်။ Isolated position တွင် Isolator များတွင် padlocking ထားရှိရန် ကြိုတင်စီစဉ်ထားခြင်းဖြင့် ယင်း requirement အား ပြည့်မီစေပါသည်။ (Legrand Electric Ltd)

Regulation 13 Working dead dead equipment များမှ အလုပ်လုပ်နေစဉ်ကာလအတွင်း live ဖြစ်လာခြင်းအား တားဆီးနိုင်ရန် ကြိုတင်ပြင်ဆင်ထားရမည်ဖြစ်ပြီး ထိုသို့ပြုလုပ်ရာတွင် isolator များအား သော့ခတ်ခြင်း၊ link များအား ဖယ်ရှားခြင်း အစရှိသည်တို့အား လုပ်ဆောင်ခြင်းတို့ပါဝင်ပါသည်။ Isolation ပြုလုပ်ရာတွင် supply နှင့်သက်ဆိုင်သော points များအားလုံးအား လုပ်ဆောင်ရမည်ဖြစ်ကာ ထိုသို့ပြုလုပ်ရန် အတွက် operator သည် system နှင့် အကျွမ်းတဝင် ဖြစ်နေစေရန် လိုအပ်ပါသည်။

Regulation 14 Working Live live conductor များတွင် မည်သို့သော လုပ်ငန်းမျှ မလုပ်ဆောင် သင့်ကြောင်းကို ရည်ညွှန်းပါသည်။ သို့သော် အချို့သော အခြေအနေတွင် live working သည်လိုအပ်သည်ဖြစ်ရာ regulation တွင် အခြေအနေ သုံးခုကိုဖော်ပြထားပြီး ထိုအချက်အားလုံးနှင့်ကိုက်ညီမှုအား live working မလုပ်မီတွင် စစ်ဆေးထားရပေမည်။ ထိုသို့သော လုပ်ဆောင်မှုများအား သတိပြုလုပ်ကိုင်ရမည်ဖြစ်ကာ live working အား မဖြစ်မနေလုပ်ကိုင် ရတော့မည်ဆိုပါက ထိခိုက်မှုမှ တားဆီးနိုင်ရန် precaution များကို လုပ်ကိုင်ထားရပါမည်။ အတူလုပ်ငန်းလုပ်ဆောင်မည့်သူအနေနှင့်လည်း အတူတကွလုပ်ဆောင်လိုခြင်းရှိမရှိကို ကြိုတင်လေ့လာထား ရမည် ဖြစ်ကာ ထိုသို့ ကြိုတင်လုပ်ဆောင်ထားခြင်းအားဖြင့် injury ဖြစ်ခြင်းအား တားဆီးနိုင်ပါသည်။ အတူလုပ်ငန်း လုပ်ဆောင်မည့်သူပါရှိပါက ထိုသူသည် ကျွမ်းကျင်စွာလုပ်ဆောင်နိုင်သောသူဖြစ်ရန်လိုအပ်ပါသည်။ တစ်စုံတစ်ရာ

သောအခြေအနေတွင် အရည်အသွေးတူသူနှစ်ဦးတို့ သည်လုပ်ငန်းတစ်ခုတည်းကို အတူလုပ်ကိုင်ကြမည် ဆိုပါက တစ်ဦးဦးအနေဖြင့် အုပ်စုခေါင်းဆောင်အနေခြင့် သတ်မှတ်လုပ်ကိုင်သင့်ပါသည်။

Regulaiton 15 Access သင့်လျော်သော အခင်းအကျင်း၊ လုပ်ငန်းလုပ်ရန်နေရာ နှင့် အလင်းရောင် အစရှိသည်တို့ လုံလောက်စွာရှိနေစေရပါမည်။ ယင်းအခြေအနေတွင် Memorandum of Guidance ၏ Appendix 3 အား မှတ်သားသင့်ပါသည်။ ယင်းသည် working space နှင့် access တို့နှင့်သက်ဆိုင်သော ဥပဒေများအား နှင့် လိုအပ်သလို လုပ်ဆောင်သင့်သည့် Regulation 17 (1908 Regulations) ပါ အချက်အလက်များအား ရည်ညွှန်းပါ သည်။

ယင်းတွင် ဖော်ပြထားသည့် passageways ၏ အနိမ့်ဆုံး အမြင့်များနှင့် အကျယ်တို့သည် switchboard များအား ကောင်းမွန်လုံခြုံစွာ လုပ်ကိုင်ဆောင်ရွက်နိုင်ရန်ဖြစ်ပါသည်။

Regulation 16 Competence ယင်း regulation ၏ ရည်ရွယ်ချက်မှာ လူများအား အန္တရာယ်ရှိ သောနေရာတွင် ယင်းတို့၏ knowledge သို့မဟုတ် experience မရှိဘဲ ယင်းတို့ကိုယ်တိုင်ဖြစ်စေ၊ အခြားသော အကြောင်းများကြောင့်ဖြစ်စေ မထားရှိစေရန် ဖြစ်ပါသည်။ အသစ်ခန့်ထားသော ဝန်ထမ်းအား ကွဲပြားခြား နားသော အခြေအနေဖြင့်စတင်လုပ်ကိုင်စေကာ ယင်းတို့တစ်ဦးစီအား လုပ်ဆောင်ရမည့် တာဝန်ဝတ္တရား၊ နှင့် ယင်းတို့၏ knowledge နှင့် experience တို့အား မှတ်သားထားရှိရပါမည်။

Regulation 17 to 28 Mines and quarries ယင်း regulations များသည် mines နှင့် quarries များအတွက် ဖြစ်ကာ သီးခြားညွှန်ကြားချက်စာအုပ်များအား HMSO တွင် ရရှိနိုင်ပါသည်။

Regulation 29 Defence တိကျသော regulations များအားအသုံးပြုခြင်းဖြင့် (Regulation တွင်စာရင်း ပြုစုထားသော) offence တစ်ခု လုပ်ကိုင်မိခြင်းအား တားဆီးနိုင်ပြီး (အမှုအခင်းဖြစ်လာခဲ့ပါက) ဖြစ်နိုင်သော အကြောင်းပြချက်များအား တစ်ဆင့်စီလုပ်ဆောင်ပြီး သက်သေပြခြင်းဖြင့် defence လုပ်နိုင်ပေမည်။ ယင်း regulation အား အသုံးချရာတွင် design ၊ commissioning နှင့် maintenance တို့နှင့်သက်ဆိုင်သော လိုအပ်သော အချက်များ တို့အား မှတ်တမ်းတင်ထားရှိရပါမည်။ လိုအပ်ပါက design parameter များနှင့် assumption များအားလိုအပ်သလို မှတ်သားထားရပါမည်။

Regulation 30 Exemptions ယခုစာအုပ်ရေးသားနေချိန်အထိ မည်သည့် exemption ကိုမျှ issue မလုပ်သေး ပါ။

Regulation 31 to 33 General ယင်းတို့သည် Great Britain နိုင်ငံပြင်ပတွင် အသုံးပြုရန်ဖြစ်ကာ သင်္ဘောများ၊ hovercraft များ၊ လေယာဉ်ပျံများနှင့် vehicle များအတွက်အသုံးပြုရန်ဖြစ်ပါသည်။ ဖျက်သိမ်း သို့မဟုတ် ပြင်ဆင်ထားသည့် regulation များအားလည်း စာရင်းပြုစုထားပါသည်။

British Standards

1992 ခုနှစ်မှစတင်ကာ IEE Regulations ကိုယ်၌ပင်လျှင် British Standard, BS 7671 အဖြစ်ထုတ်ဝေပါသည်။ ထို့ပြင် electrical installation အတွက်အသုံးပြုနိုင်သည့် အခြားသော British Standards များလည်းရှိကာ ယင်းတို့အား အလေ့အကျင့်ကောင်းများ ရရှိစေရန် ပြုစုထားပါသည်။ ယင်း Standard များသည် အခြားသော regulations များတွင်ဖော်ပြထားသည်တို့ထက်အသေးစိတ်ဖော်ပြထားကာ IEE Appendix I တွင်ယင်းသို့ reference လုပ်ထားသော စာရင်းကိုဖော်ပြထားပါသည်။

The Low Voltage Electrical Equipment (Safety) Regulation 1989

ယင်း regulations သည် electrical equipment များနှင့်သက်ဆိုင်သော safety အတွက် requirements များအား လုပ်ဆောင်နိုင်ရန် တွန်းအားပေးပါသည်။ ယင်း တို့သည် 50Vac ထက်မနည်း၊ 1000Vac ထက်မများသော (75-1500Vdc) voltage တွင်အသုံးပြုနိုင်ရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။

Regulations သည် လိုအပ်သော regulation များဖြစ်ကာ ဥပဒေအဖြစ်ပြဋ္ဌာန်းထားပါသည်။ ယင်းတို့သည် အသုံးပြုသူများအတွက် electrical appliances များအား သုံးစွဲရာတွင် accident နှင့် shock တို့ဖြစ်ခြင်းမှကာကွယ်ပြီး ပိုမိုလုံခြုံစိတ်ချရစေရန်ဖြစ်ပါသည်။ အဓိကလိုအပ်ချက်အနေနှင့် equipment အား တည်ဆောက်ရာတွင် ကောင်းမွန်သော engineering practice များနှင့်ကိုက်ညီနေစေရမည်ဖြစ်ကာ member states of EEC မှလည်း အသိအမှတ်ပြုပြီးဖြစ်ရပါမည်။ အကယ်၍ သက်ဆိုင်ကိုက်ညီမှုမရှိသော standard များ ပါရှိနေပါက Regulations သည် သီးခြား safety provisions အား အသုံးပြုရမည်ဖြစ်ပါသည်။

ယင်း equipment များအတွက် ဖော်ပြထားသော requirements များသည် ဒီဇိုင်းပြုစဉ်နှင့် တည်ဆောက်စဉ်တို့တွင် လုံခြုံစိတ်ချရမှုရှိနေစေကာ electricity supply နှင့်ချိတ်ဆက်သုံးစွဲရာတွင်လည်း mechanical ပိုင်းနှင့် electrical ပိုင်းဆိုင်ရာ requirements များအားပြေလည်နေစေရပါမည်။ အကယ်၍ အသုံးပြုသူအနေနှင့် equipment အား အသုံးပြုရာတွင် safety နှင့်ပတ်သက်ပြီး ဂရုစိုက်ရန် သက်ဆိုင်သောအချက်များရှိပါက ထိုသို့လိုအပ်သော အချက်အလက် များအား equipment အပေါ်တွင်ဖော်ပြနိုင်ခဲ့ပါက ဖော်ပြခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ၊ notice တစ်ခုအား equipment နှင့်အတူဖြစ်စေထည့်သွင်းဖော်ပြပေးရပါမည်။ အခြားသော အသေးစိတ်အချက်အလက်များအား regulations နှင့် explanatory note များတွင် အသေးစိတ်ဖော်ပြထားပါသည်။

Health and Safety at Work Act 1974 (reprinted 1977)

ယင်း Act ၏ အဆင့် သုံးခုစလုံးသည် 1975 တွင် စတင်အသက်ဝင်လာပါသည်။ ယင်းသည် တစ်စိတ်တစ်ပိုင်းအားဖြင့် Factory Act နှင့် ရုံးများ၊ ဆိုင်ခန်းများ နှင့် ရထားလမ်းပတ်ဝန်းကျင်နှင့်သက်ဆိုင်သော အက်ဥပဒေ များအား အစားထိုးခြင်း နှင့် ဖြည့်စွက်ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသည် ကိုယ်ပိုင်အိမ်ယာများတွင်အလုပ်လုပ်သော domestic servants များမှလွဲ၍ အခြားသောအလုပ်လုပ်သော အလုပ်ရှင်များ၊ အလုပ်သမားများနှင့် ကိုယ်ပိုင်လုပ်ငန်း လုပ်ကိုင်သူများအပါအဝင် လူသားအားလုံးတို့နှင့်သက်ဆိုင်ပါသည်။

ယင်း Act သည် subjects များ များစွာနှင့်သက်ဆိုင်ကာ electrical installation နှင့်သာသက်ဆိုင်ခဲ့ပါက ယင်းအတွက် လိုအပ်ချက်များသည် The Institution of Electrical Engineers နှင့် The Electricity at Work Regulations တို့မှ ထုတ်ပြန်သော electrical installations များနှင့်သက်ဆိုင်သော Regulations များနှင့် အထူးသဖြင့် အကျုံးဝင်သက်ဆိုင်ပါသည်။

The Health and Safety Executive မှ စာအုပ်များအားထုတ်ဝေထားကာ ယင်းတွင် requirements များအားမည်သို့ comply ဖြစ်သည်ကို အသေးစိတ် suggestion များပေးထားပါသည်။ ထိုသို့သော စာအုပ်များတွင် electrical installation နှင့်သက်ဆိုင်သော စာအုပ်များမှာ ...

HS (G) 13 Electrical testing
HS (G) 38 Lighting at work
HS (G) 41 Petrol filling stations: construction and operation.

ယင်း Act ၏ အဓိက ရည်ရွယ်ချက်မှာ health နှင့် safety တို့အတွက် အမြင့်ဆုံး standard များအား ဖန်တီးရန်ဖြစ်ကာ ယင်းအချက်သည် အလုပ်ရှင်နှင့် အလုပ်သမားများ နှစ်ဖက်စလုံးတို့နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ electrical installation နှင့် design လုပ်ငန်းများအတွက် တာဝန်ရှိသောသူတို့သည် ယင်း Act မှ requirements များအား လေ့လာကာ installation အား ယင်းတို့နှင့် ကိုက်ညီမှုရှိစေရန် သေချာစွာလုပ်ကိုင်သင့်ပါသည်။

အခန်း - ၂

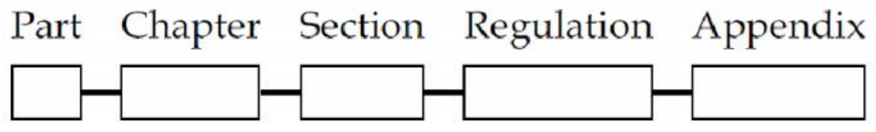
Electrical Installation တစ်ခုအား ဒီဇိုင်းပြုစုခြင်း

မည်သို့သော အရွယ်အစားရှိသည့် electrical installation အတွက်ကို မဆို ဒီဇိုင်းပြုစုမည့်သူသည် အခန်း ၁ တွင် ဖော်ပြထား သော Electrical Installation များနှင့် သက်ဆိုင်သည့် IEE Regulation နှင့် ယင်းတို့နှင့်ဆက်စပ်လျှက်ရှိသော regulation များ မှ requirements များကို အလွန်သေချာ စွာ ဂရုတစိုက် လေ့လာရန်လိုအပ်ပါသည်။

IEE Regulations ၏ 16th Edition သည် မည်သို့သော installation အတွက်မဆိုအတွက် အခြေခံကျသော principle များဖြစ်ကာ electrical designer တစ်ဦးအနေနှင့် အသေးစိတ် လက်တွေ့ကျကျ စီမံဆောင်ရွက်နိုင်စေမည့် အချက်အလက်ပေါင်းများစွာ ပါရှိပါသည်။ detail design သည် သတ်မှတ်ထားသော လိုအပ်ချက်များအား သေချာစွာကိုက်ညီနေရမည်ဖြစ်ပြီး၊ အမှန်တကယ်လုပ်ဆောင်မည့် installation planning နှင့် design တို့အတွက် အမြင့်ဆုံးသော တာဝန်ယူမှုလည်း ရှိနေရပါမည်။ case တော်တော်များများတွင် designer ၏ experience နှင့် knowledge တို့သည် အကောင်းဆုံး သို့မဟုတ် တွက်ချေအကိုက်ဆုံး အနေအထားတစ်ခုကို ရရှိစေသည်ဖြစ်ကာ ထိုသို့ ရရှိစေရန် installation technique များကို လက်တွေ့အသုံးချမှုနှင့် လိုအပ်သော theories များကိုအသုံးချနိုင်စေမှုတို့က လုပ်ငန်းအတွက်လိုအပ်သော အထောက်အပံ့များကိုဖြစ်စေပါသည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် Regulation နှင့် မည်မျှ ကိုက်ညီမှုရှိသည်ကို ဖော်ပြနိုင်ရမည်ဖြစ်ပြီး၊ installation နှင့် သက်ဆိုင်သော characteristic များ၊ ပင်မ ဒီဇိုင်းတွက်ချက်မှုများ နှင့် ဒီဇိုင်းအား finalization လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုသည့် အယူအဆများအား မှတ်တမ်းမှတ်ရာ အနေဖြင့် သေချာစွာ သိမ်းဆည်းထားရပါမည်။

ယခုအခန်းတွင် electrical installation တစ်ခုကို planning လုပ်ရာတွင် ဒီဇိုင်းပြုစုသူတစ်ယောက်အနေနှင့် အဓိကထားရမည့် အချက်အချို့ကိုဖော်ပြထားပါသည်။ စာဖတ်သူအနေနှင့် IEE Wiring Regulation မှ သက်ဆိုင်သော အပိုင်းများအား အလွယ်တကူ လေ့လာစေနိုင်ရန် ယခုအခန်းရှိ section တစ်ခုစီအား Regulation ရှိ သက်ဆိုင်သော အပိုင်းများအား လမ်းညွှန်ပေးထားပါသည်။



Assessment of General Characteristics

Part	Chapters	Section	Appendix
3	31 to 35	546	5

မည်သည့် အသေးစိတ် planning လုပ်ငန်းများ မစတင်မီကပင် proposed scheme တွင် ပါဝင်သော characteristics များကို စတင် assess လုပ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းတွင် installation သည် အသစ်တစ်ခု သို့မဟုတ် လက်ရှိအနေ အထားမှ တိုးချဲ့မည့်လုပ်ငန်း သို့မဟုတ် လက်ရှိ အဆောက်အဦးတွင် electrical wire များ ပြန်လည်တပ်ဆင်ခြင်း တို့ပါဝင်ပါသည်။ assessment လုပ်ခြင်းသည် ကျယ်ပြန့်သော လုပ်ငန်းစဥ်ဖြစ်ရာ အရေးကြီးသော လုပ်ဆောင်ရန် အချက်အချို့ကို အောက်တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

The purpose and intended use of the building and the type of construction

အဆောက်အဦးတည်ဆောက်မှုနှင့် ယင်းအဆောက်အဦးအား မည်သို့မည်ပုံအသုံးချမည်ဆိုသည့်အချက်သည် ယင်းအဆောက်အဦးတွင် install လုပ်မည့် equipment အမျိုးအစားရွေးချယ်ရာတွင် အရေးပါသော အချက်ဖြစ်ပါသည်။ Environmental condition များ၊ utilization နှင့် building construction များ တို့သည် IEE Appendix 5 နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။

Environmental condition များတွင် လေထုအပူအချိန်၊ ပင်လယ်ရေမျက်နှာပြင်မှ အမြင့်ပေမည်မျှ၊ ရေ ရှိမှု၊ ဖုန်မှုံများ၊ corrosion ဖြစ်မှု၊ အပင်နှင့် တိရစ္ဆာန်များ၊ electromagnetic သို့မဟုတ် ionizing ဖြစ်မှု၊ impact၊ vibration၊ နေရောင် ရရှိမှု၊ lightning နှင့် wind hazard များ ပါဝင်ပါသည်။ ဒီဇိုင်းတွင် ပါဝင်သော အချက်အလက်များတွင် အဆောက်အဦးတွင် နေထိုင်မည့်သူများတွင် အရည်အချင်းရှိသော technician များပါဝင်နိုင်သကဲ့သို့၊ ကလေးများ၊ မကျန်းမာသူများ စသည်ဖြင့်ပါဝင်နိုင်ကာ ထိုသို့သော နေထိုင်မည့်သူများအနေနှင့် earth metal၊ metal pipe များ၊ enclosure များ သို့မဟုတ် conductive floor များ စသည် conductive part များကို မကြာခဏ ဆိုသလို ထိတွေ့မိတတ်ပါသည်။

အဆောက်အဦး ဆောက်လုပ်ရာတွင် မီးဘေးအန္တရာယ်များ သည် IEE Appendix 5 နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ ကြီးမားသော commercial premies တွင် ယင်းသို့သော အခြေအနေများသည် fire officer နှင့် သက်ဆိုင်သော် လည်း combustible သို့မဟုတ် explosive content များ နှင့် exit များ စသည့်လိုအပ်ချက်များ သည် electrical designer နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ safety services နှင့် သက်ဆိုင်သော supplies များသည် IEE Regulation 313-02 နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။

The maximum current demand

Maximum current demand ကို ခန့်မှန်းရန် လိုအပ်ပါသည်။ IEE Regulation 311-01-01 အရ diversity ကို ထည့်သွင်းစဉ်းစားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ diversity ကို အလွယ်တကူ မသတ်မှတ်နိုင်သော်လည်း circuit တစ်ခုအတွင်း စီးနိုင်ခြေ ရှိသည့် current demand ကို diversity အသုံးပြုကာ ခန့်မှန်းနိုင်ခြင်းကြောင့် မည်သည့်အချိန်တစ်ခု အတွက်မဆို ဖြစ်လာနိုင်သည့် အဆိုးဆုံးအခြေအနေတွင်ပင် total load အောက်နည်းသော ပမာဏသာ ရှိစေသည်။ ထပ်ဆောင်းအချက်အလက်များ ကို IEE On-site guide, Appendix 1 တွင်ဖော်ပြထား ပါသည်။

ဥပမာတစ်ခုဖြင့် ပိုမို ရှင်းလင်းစေပါမည်။ cooking appliances များကဲ့သို့သော တပ်ဆင်ထားသော load အားလုံးအား တစ်ချိန်တည်းတွင် တပြိုင်နက်တည်း အသုံးပြုမည်မဟုတ်ပေ။ canteen သို့မဟုတ် hotel အစရှိသော နေရာများတွင် diversity ကို သင့်လျော်သလို အသုံးပြုမည်ဖြစ်သည်။ သို့သော် cooking appliances များကို စာသင်ကျောင်းရှိ domestic science room တွင် install လုပ်ထားပါက ယင်းသို့သော နေရာတွင် appliances များအားလုံး တို့သည် တပြိုင်နက်တည်း အသုံးပြုနိုင်သည်ဖြစ်ခြင်းကြောင့် diversity ကို အသုံးမပြုသင့်ပေ။ diversity ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် တစ်ခါတစ်ရံတွင် conductor များ၏ အရွယ်အစား နှင့် အတူယှဉ်တွဲပါဝင်သော protective device များ ကို လျှော့ချနိုင်ကာ သတိထား သုံးစွဲရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ဒီဇိုင်းပြုစုသူသည် အသုံးပြုမည့် မည်သည့်ပစ္စည်းသည် အသင့်လျော်ဆုံးဖြစ်သည် ဆိုသည်ကို တာဝန်ယူရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း အချက်သည် အနာဂတ်တွင် မည်သို့ချဲ့ထွင် လုပ်ဆောင်နိုင်မည်ဆိုသည်ကို planning stage မှာပင် လုပ်ဆောင်ရမည့် normal practice ဖြစ်ပါသည်။

The characteristics of the supply including the type of earthing arrangements

Electricity supplier သည် live conductor များအား စီစဉ်သကဲ့သို့ earthing type ကိုလည်း စီစဉ် ထားရမည် ဖြစ်ပါသည်။ အောက်ပါအချက်တို့ကို သတ်မှတ်ထားရန် လိုအပ်ပါသည်။

Nominal voltage

Nature of current နှင့် frequency

Installation ၏ origin ရှိ ဖြစ်လာနိုင်သော short circuit current

Supplier ၏ overcurrent protective device များ၏ type နှင့် rating

Supply ၏ သင့်လျော်နိုင်မှု

Installation ပြင်ပရှိ earth loop impedance

အကာယ်၍ သီးခြား feeder သို့မဟုတ် system တစ်ခုကို safety သို့မဟုတ် standby လုပ်ရန်အကြောင်းကြောင့် ထားရှိမည်ဆိုပါက switching arrangement များအတွက် လိုအပ်သော changeover ကို တပ်ဆင်သုံးစွဲရန် electricity supplier မှ consult လုပ်သင့်ပါသည်။ circuit ကို installation လုပ်ရန် arrangements များ လုပ်ပါက circuit များအား လိုအပ်သလို ခွဲခြား တပ်ဆင်ခြင်းဖြင့် အန္တရာယ်ကျရောက်မှုမှ တားဆီးရန်၊ အဆင်မပြေမှုများကို လျော့ချရန်နှင့် လုံခြုံစိတ်ချရသော အနေအထားဖြစ်စေခြင်း၊ စစ်ဆေးခြင်း၊ စမ်းသပ်ခြင်း နှင့် ပြုပြင်ထိမ်းသိမ်းခြင်း (IEE Regulation 314-01-01) စသည်တို့ကို စီစဉ်ထားရပါမည်။ ဥပမာအားဖြင့် lighting circuit များကို သီးခြား circuit များအနေဖြင့် ဖြန့်ခွဲထားခြင်းဖြင့် circuit failure တစ်ခုခုဖြစ်ခဲ့ပါက အားလုံး backout ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်တားဆီး နိုင်ပါသည်။

Compatibility of the Equipment

"Compatibility" ဆိုသော ခေါင်းစဉ်အောက်တွင် အခြားသော electrical သို့မဟုတ် electronic equipment တွင်မူတည်၍ ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် supply ပေါ်တွင်မူတည်၍ ဖြစ်စေ ပျက်စီးရန်လွယ်ကူသော သို့မဟုတ် ဆိုးကျိုးများကို ဖြစ်စေသော အချက်များ စသည့် သဘောသဘာဝများ နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ ယင်းတို့တွင်

Transient overvoltage များ ဖြစ်လာနိုင်ခြေ

အလျှင်အမြန်ပြောင်းလဲနေသော load များ

Starting current များ

Harmonic current များ (ဥပမာအားဖြင့် fluorescent lighting)

Mutual Inductance

d.c feedback

High frequency Oscillation များ

Earth leakage current များ

Additional earth connection များ လိုအပ်မှု

ပုံ ၂.၁   IEE Regulation 513 တွင် equipment တစ်ခုစီအား operation၊ inspection နှင့် maintenance တို့ ပြုလုပ်နိုင်ရန် နေရာချထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ယခု switchboard အား အခန်းအတွင်း install လုပ်ထားကာ ယင်း၏ အရှေ့ဘက်ခြမ်းနှင့် အနောက်ဘက်ခြမ်းတို့တွင် access space ကို ထားရှိပါသည်။ ထိုအခြေအနေကြောင့် ကောင်းမွန်စွာ access လုပ်နိုင်ကာ သင့်လျော်သော maintenance ကိုပြုလုပ်နိုင်ပါသည်။ (W.T. Parker Ltd)

သင့်လျော်သော isolating arrangement များ၊ circuit များအား ခြားနားထားမှု သို့မဟုတ် အခြားသော installation feature များ စသည်တို့အား ထည့်သွင်းခြင်းဖြင့် compatibility ကို ရရှိနိုင်စေပါသည်။ အလျှင်အမြန်ပြောင်းလည်းတတ်သော load များ သို့မဟုတ် မြင့်မားသော starting current များ ရှိကာ ဥပမာအားဖြင့် lift motor များ သို့မဟုတ် refrigeration compressor များ စသည် တို့သည် frequent interval များ အတွင်း အလိုအလျောက် start up ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ရုတ်တရက် voltage drop ဖြစ်တတ် ပါသည်။ ယင်းသို့သော load များကို main switchboard မှ သီးခြား submain cable များ ဖြင့် supply လုပ်ခြင်း၊ တစ်ခါတစ်ရံတွင် သီးခြား transformer အသုံးပြုသင့်ကြောင်း အကြံပြုလိုပါသည်။

Electromagnetic compatibility

Electromagnetic Compability (EMC) နှင့် သက်ဆိုင်သော regulation များသည် January 1996 တွင် စတင်အကျိုးသက်ရောက်ပါသည်။ ယင်း regulation များ (The Electromagnetic Compatibility Regulations: 1992) သည် European Community အဖွဲ့အစည်းမှ သတ်မှတ်ခဲ့ခြင်းဖြစ်ကာ ယင်း community အတွင်း marketed လုပ်မည့် electrical equipment အားလုံးတို့သည် တစ်စုံတစ်ရာသော standard များနှင့် ကိုက်ညီမှု ရှိရပါမည်။ ယင်း regulation များ ၏ ရည်ရွယ်ချက်သည် equipment မှ electromagnetic interference ကြောင့် အန္တရာယ်ဖြစ်စေသော effect များ ဖြစ်ပေါ်ခြင်းမှ လျော့ကျစေရန်ဖြစ်သကဲ့သို့ ယင်း equipment ကိုယ်တိုင်သည် ယင်းတို့အပေါ် သက်ရောက်သည့် မည်သည့် radiation မဆိုအတွက် inherent immunity ရှိစေရန် ဒီဇိုင်း ထုတ်ထား ရပါမည်။
Provided လုပ်မည့် equipment သည် လိုအပ်ချက်များ ကို ကိုက်ညီသည်နှင့် manufacturer သည် CE mark ကို ကပ်ပေးထားရပါမည်။ ယင်းသို့သော compliance ဖြစ်မှုကို demonstrate လုပ်ရန် အတွက် method နှစ်ခု ရနိုင်ပါသည်။ ယင်းတို့တွင် standards-based route အနေနှင့် independent body တစ်ခုအပေါ်တွင် လိုအပ်သော test များ ပြုလုပ်ခြင်း သို့မဟုတ် construction – file route တွင် manufacturer သည် design ကို record လုပ်ကာ compliance ဖြစ်စေရန် အဆင့်ဆင့်လုပ်ဆောင်ရပါမည်။
လက်တွေ့အားဖြင့် component များ အား ရွေးချယ်ခြင်း၊ earthing နှင့် သက်ဆိုင်သော arrangement များ၊ equipment layout နှင့် circuit များ၏ ဒီဇိုင်း၊ filtering နှင့် shielding တို့ နှင့် သက်ဆိုင်သော အချက်များ အား ထည့်သွင်းစဉ်းစား ရမည်ဖြစ်ပါသည်။
Installation အင်ဂျင်နီယာများ သည် CE mark ပါသော equipment ကို အသုံးပြုမည်ဖြစ်သော်လည်း installation practice သည်ပင် ယင်း equipment ၏ compatibility ဖြစ်စေမှုကို ဖြစ်စေသည် ကို သိထားရန်လိုအပ်ပါသည်။ installation arrangement များသည် equipment ၏ item တစ်ခုစီအတွက် EMC characteristics များအား fail ဖြစ်စေပါသည်။ Large installation များ သို့မဟုတ် complex site များတွင် EMC နှင့်ပတ်သက်သော စံနစ်ကျသော

ချည်းကပ်မှုများ ရှိရပါမည်။ ဖြစ်နိုင်သော အချက်များတွင် ထပ်ဆောင်း screening သို့မဟုတ် filtering များ ထည့်သွင်းအသုံးပြုခြင်း၊ သို့မဟုတ် ယင်းသို့သော အခြေအနေများအား ဖြစ်စေသည့် cable များအား ပြန်လည် တပ်ဆင်ခြင်း စသည့်တို့ပါဝင်ပါသည်။

ယခုကဲ့သို့သော စာအုပ်အနေနှင့် ထိုကဲ့သို့သော ရှုပ်ထွေးသော အကြောင်းအရာအား အသေးစိတ် မဖော်ပြနိုင်ပေ။ သို့သော် ထိုသို့သော လုပ်ငန်းနယ်ပယ်အား consultant များ ထံမှ ကျွမ်းကျင်မှု အကြံဉာဏ်များ တောင်းခံနိုင်ပါသည်။

Maintainability

Installation အတွက် သင့်လျော်စွာ မျှော်မှန်းထားသော maintenance လုပ်လိုသော အကြိမ်အရေအတွက်နှင့် အရည်အသွေးတို့ကို သတ်မှတ်ထားရပါမည်။

The Electricity at Work Regulations 1989 တွင် တိကျသော working space၊ access နှင့် lighting တို့အပြင်သင့်လျော်သော maintenance နှင့် သက်ဆိုင်သည်တို့ကို ကြိုတင်စီစဉ်ထားရပါမည်။ ဒီဇိုင်းပြုစုသူသည် periodical inspection၊ testing နှင့် maintenance စသည့် လုပ်ဆောင်ရမည် တို့ကို သေချာစွာစီစဉ်ထားကာ protection measure များ နှင့် install လုပ်ထားသော equipment တို့သည် မျှော်မှန်းထားသော သက်တမ်း တစ်ခုအတွက် သင့်လျော်မှု ရှိသည် ကိုလည်း သေချာစေရပါမည်။ installation ၏ အစိတ်အပိုင်း အားလုံးနီးပါး တို့သည် maintenance ပြုလုပ်နိုင်ရန်အတွက် အဖြစ်နိုင်ဆုံး အခြေအနေတွင် ရှိနေစေရပါမည်။ Architect များ အနေဖြင့် ခေတ်မီသော commercial building များတွင် ယင်းကဲ့သို့သော လိုအပ်ချက်များကို ထည့်သွင်းထား ရမည်ဖြစ်ကာ electrical apparatus များ အတွက် သီးသန့်အခန်းများ ကို ထားရှိရပါမည်။

ဒီဇိုင်းတစ်ခုအား လုပ်ဆောင်ရာတွင် "assessment of general characteristics" အဆင့်မှာပင် ဆုံးဖြတ်ချက်ပေါင်း များစွာကို ချမှတ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအချက်အလက်များကို မှတ်တမ်းတင်ထားရန် အရေးကြီးပြီး ဒီဇိုင်းပြုနေစဉ် ကာလ သို့မဟုတ် ပြီးမြောက်သော ကာလတို့အတွက် မူလ accessment process အား မှီငြမ်းနိုင်ရန် ဖြစ်ပါသည်။ final testing လုပ်မည့်သူသည် ယင်းကဲ့သို့သော installation အတွက် အသုံးပြုသော design concept နှင့်ပတ်သက်သော ဆုံးဖြတ်ချက် အချက်အလက်များကို လိုအပ်ပေမည်။

System of Supply

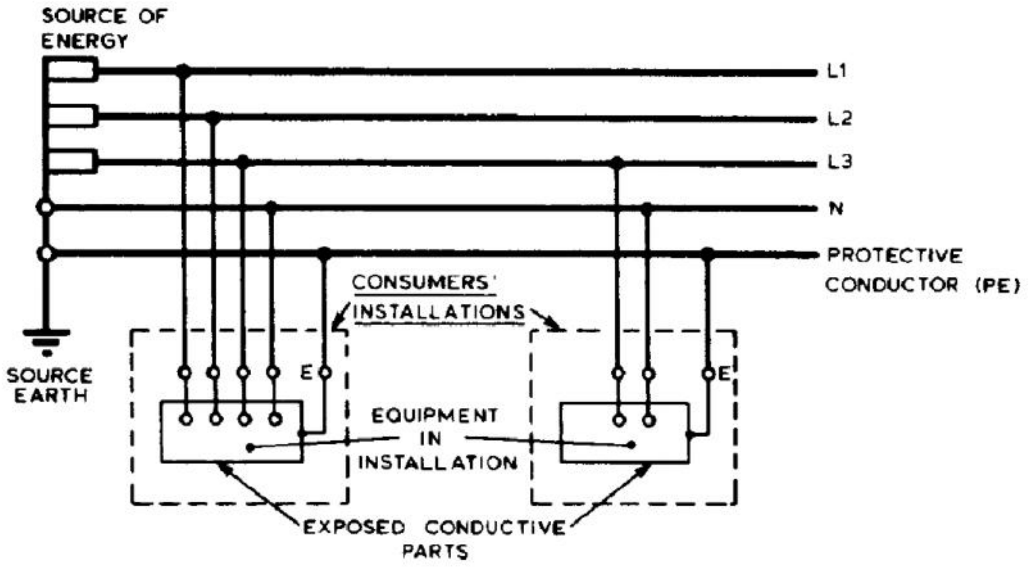
Chapters	Sections	Regulation
41 & 47	312, 412 & 413	312-03

ဒီဇိုင်းနှင့်ပတ်သက်သော အချက်အလက်တော်တော်များများသည် ယင်းဒေသအတွင်းအသုံးပြုသော supply system အပေါ်တွင် တည်မှီပါသည်။ IEE Regulation များတွင် system type ၅ မျိုးကို အသေးစိတ်ဖော်ပြထားပါသည်။ initial များဖြင့် ဖော်ပြရာတွင် supply ၏ earthing arrangement (ပထမ စကားလုံး)၊ installation ၏ earthing arrangement (ဒုတိယ စကားလုံး) နှင့် neutral နှင့် protective conductor များအား စီစဉ်မှု (တတိယ နှင့် စတုတ္ထ စကားလုံး) စသည်တို့ ဖြစ်ပါသည်။

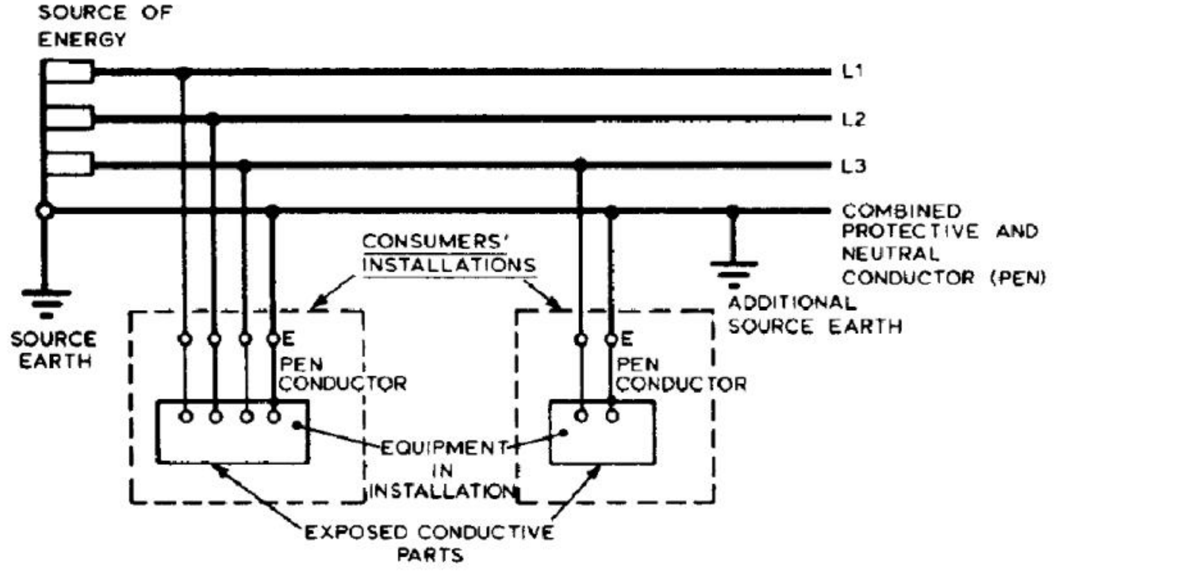
TN-S system ပုံ ၂.၂ တွင်ဖော်ပြထားသော system တွင် energy source ၏ neutral point သည် တိုက်ရိုက် earth ချထားကာ exposed conductive part များသည် ယင်း point တွင် protective conductor များ အားဖြင့် system တစ်ခုလုံးအတွက် connected လုပ်ထားပါသည်။ (ယင်းစံနစ်သည် Great Britain တွင် အသုံးပြုသော စံနစ်အဟောင်းတစ်ခုဖြစ်ကာ ယင်းစံနစ်အား TN-C-S system ဖြင့် တဖြေးဖြေး ပြောင်းလည်းလျှက် ရှိပါသည်။)

TN-C-S system အထက်က ဖော်ပြခဲ့သကဲ့သို့ပင် ဖြစ်သော်လည်း neutral နှင့် protective conductor များ တို့သည် system ၏ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုအနေဖြင့် combined လုပ်ထားကြကာ၊ supply (PME supply) သည် အခြားသော ကျန်ရှိသော system နှင့် အမြဲလိုလို (installation တွင် အမြဲလိုလို) သီးခြားခွဲထားပါသည်။

TN-C system ပုံ ၂.၃၊ အထက်က ဖော်ပြခဲ့သကဲ့သို့ပင် ဖြစ်သော်လည်း neutral နှင့် protective conductor တို့အား system တစ်ခုလုံးတွင် ပေါင်းစည်းထားပါသည်။

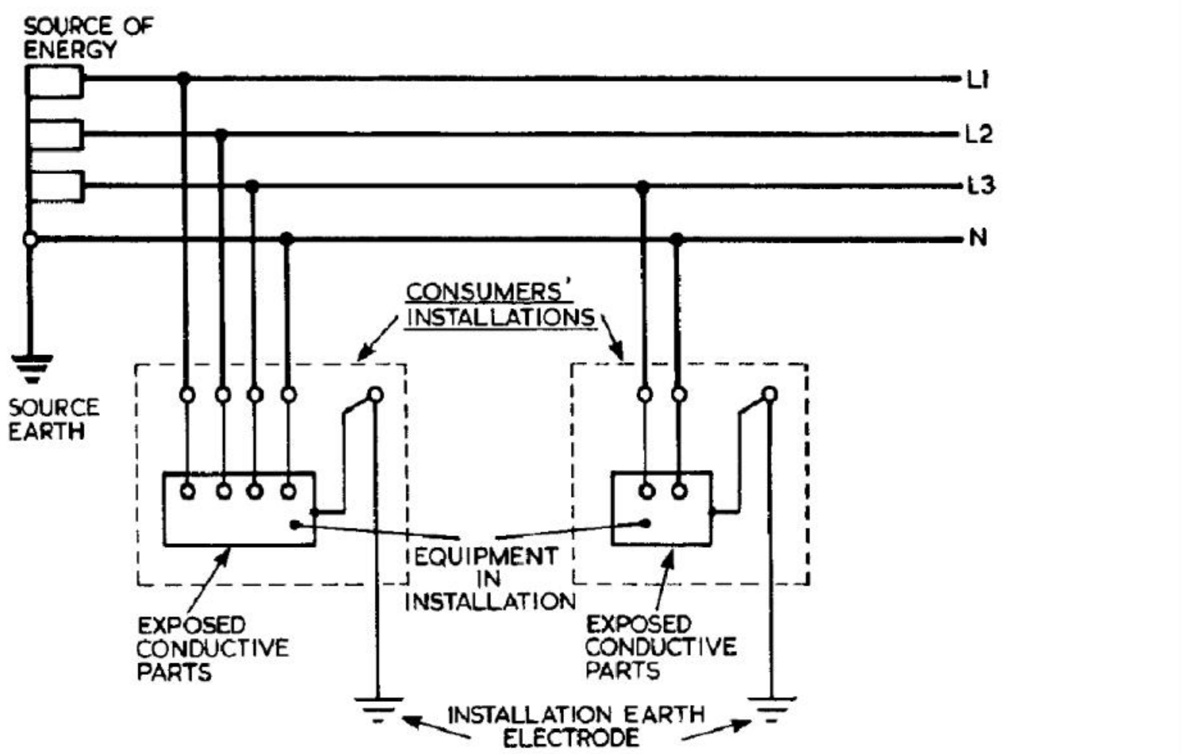


ပုံ ၂.၂ TN-S system - System တစ်ခုလုံးတွင် သီးခြား neutral နှင့် protective conductors များပါရှိပါသည်။ protective conductor (PE) သည် installation သို့ supply လုပ်သော cable ၏ metallic covering သို့မဟုတ် သီးခြား conductor ဖြစ်ပါသည်။ installation ၏ exposed conductive parts များအားလုံးသည် ယင်း protective conductor အား main earthing terminal မှ တစ်ဆင့် ဆက်သွယ်ထားပါသည်။



ပုံ ၂.၃ TN-C system – Neutral နှင့် protective functions တို့သည် system တစ်လျှောက်တွင် single conductor အဖြစ် ပေါင်းစည်းနေကြပါသည်။ installation ၏ exposed conductive parts များတို့သည် PEN conductor တွင် ဆက်သွယ်ထားကြပါသည်။ ထိုသို့သော system အား Electrical Safety, Quality နှင့် Continuity Regulations များမှ neutral နှင့် protective conductor များအား ပေါင်းစည်းသုံးစွဲခြင်းအား consumer's installation တွင် တားမြစ်ထားခြင်းကြောင့် distruction network များတွင်သာ အသုံးပြုကြပါသည်။

TT system ပုံ ၂.၄၊ energy source ၏ အမှတ်တစ်ခုကို တိုက်ရိုက် earth ချထားရပါမည်။ သို့သော် installation ၏ exposed conductive part များကို earth electrode များအား ဆက်သွယ်ထားကြကာ power system earth electrode များ အပေါ်တွင် မမှီခိုကြပေ။



ပုံ ၂.၄ TT system – installation ၏ exposed conductive parts အားလုံးတို့သည် earth electrode သို့ ဆက်သွယ်ထားကြကာ ယင်း earth electrode သည် soruce earth ကဲ့သို့ပင် electrically independent ဖြစ်ပါသည်။

IT system system တစ်ခု၏ energy source ၏ neutral point သည် earth မှ isolated ဖြစ်နေသည်ဖြစ်စေ၊ သို့မဟုတ် high impedance အားဖြင့် eath ချထားသည်ဖြစ်စေ ရှိနေတတ်ပါသည်။ installation ၏ exposed conductive part များသည် earth road ဖြင့် earth ချထားကြပါသည်။ electricity company များသည် ယင်းကဲ့သို့သော system မျိုးကို အများပြည်သူအသုံးပြုသော low voltage system များတွင် အသုံးပြုလေ့မရှိကြပါ။ ယေဘုယျအားဖြင့် United Kingdom တွင် ယခုအချိန်တွင် TN-S၊ TN-C-S နှင့် TT စသည့် system သုံးခုကို အသုံးပြုကြပါသည်။ consumer ၏ installation အတွက် supply ကို ရယူရာတွင် earthing terminal တစ်ခု ပါရှိရမည်ဖြစ်ကာ TN system ၏ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခု ဖြစ်နေစေရပါမည်။ အချို့သော case များတွင် protective conductor သည် neutral conductor နှင့် ပေါင်း၍နေကာ ယင်းကဲ့သို့သော arrangement သည် TN-C-S type ဖြစ်ကာ supply သည် Protective Multiple Earthing (PME) အဖြစ် ထင်ရှားပါသည်။

ယနေ့အချိန်တွင် အသုံးများလာသော စံနစ်မှာ TN-C-S type ဖြစ်ကာ အသုံးမပြုမီကပင် supply သည် PME type ဖြစ်နေစေကာ regulation နှင့် သက်ဆိုင်သော အခြေအနေများ လည်း ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်ပါသည်။ special requirement များလည်း အသုံးပြုမည်ဖြစ်ကာ အသုံးပြုမည့် supply အားလည်း consulted လုပ်ထားရပါမည်။ အသုံးပြုမည့် supply တွင် earth terminal မပါရှိပါက သို့မဟုတ် supply သည် PME နှင့် ကိုက်ညီမှု မရှိပါက TT system ကို အသုံးပြုရပါမည်။

ဖော်ပြပြီးခဲ့သည့် system တို့အတွက် မတူကွဲပြားသော design characteristics များ ရှိကြကာ ဒီဇိုင်းပြုစုသူသည် installation အတွက် planning လုပ်စဉ်ကပင် ယင်းအချက်များအား ကြိုတင်စီစဉ်ထားရပေမည်။

IT system အား United Kingdom ရှိ အများပြည်သူအတွက် supply တွင် အနည်းငယ်သာ မြင်တွေ့ ရပါသည်။ သို့သော် process အတွက် involuntary shutdown ဖြစ်ရန် အခက်အခဲ ရှိသော အချို့သော အမြဲလည်ပတ်နေသော process industries များအတွက် particular application တစ်ခုဖြစ်စေပါသည်။ private supply တစ်ခုလည်း လိုအပ်ကာ regulation တွင် system fault ကို monitoring လုပ်နိုင်မည့် အချက်များလည်း ပါဝင်ခြင်းဖြင့် ယင်းတို့အား undetected (IEE Regulation 413-02-24) မဖြစ်တော့ပေ။

Protective multiple earthing (PME)

ယနေ့အချိန်တွင် အချို့သော installation များတွင် TT System ဖြစ်ကြသော်လည်း အသုံးပြုသော supply တွင် consumer များ အတွက် earth terminal ကို တိုးတက်သုံးစွဲလာကြကာ အလွန်နည်းပါးသော အခြေအနေတွင်သာ TN-S system ကို အသုံးပြုကြပါသည်။ သို့သော် PME supply များအား အသုံးများလာခြင်းကြောင့် new system များတွင် TN-C-S ကို အသုံးများလာနိုင်ချေရှိပါသည်။

PME သည် earthing arrangement တစ်ခုဖြစ်ကာ TN-C-S system တွင် တွေ့ ရှိနိုင်ကာ ယင်းတွင် supply neutral conductor အား installation ၏ earth conductor အဖြစ် earth နှင့် ဆက်သွယ်ရန် အသုံးပြုပါသည်။ ယင်း arrangement သည် အန္တရာယ်ဖြစ်နိုင်သော် လည်း အဓိက အားသာချက်မှာ system တွင် fault ဖြစ်သော အခါတွင် မည်သည့် fault ပင်ဖြစ်စေကာမူ အလိုအလျောက် phase to neutral fault ဖြစ်သွားခြင်းနှင့် တဆက်တည်းဆိုသလို low impedance ဖြစ်သွားခြင်းကြောင့် protective device များကို လျင်မြန်စွာ operation လုပ်နိုင်စေပါသည်။

Neutral အား multiple earthing အဖြစ်အသုံးပြုခြင်းသည် PME supply အတွက် ဂုဏ်သတ္တိတစ်ခုဖြစ်ကာ broken neutral ဖြစ်စဉ်တွင် အန္တရာယ်ရှိသော ဗို့အားများ မဖြစ်ပေါ်စေရန်ဖြစ်ပါသည်။ အဆင့်မြင့်သော installation များတွင် အသုံးပြုသော supply တွင် neutral conductor အား open circuit ဖြစ်နိုင်ချေအား လျော့ကျစေခြင်း နှင့် PME supply နှင့် ဆက်စပ်လျှက်ရှိသော installation သည်လည်း တူညီသော high standard ဖြစ်ရပါမည်။ အကယ်၍ installation သည် Electricity Safety, Quality and Continuity Regulations 2002 နှင့် ကိုက်ညီသည်ဆိုပါက

distributor သည် PME earthing terminal ကို တပ်ဆင်ပေးထားမည်ဆိုပါလျှင် consumer သည် အလွယ်တကူ သုံးစွဲနိုင်ပါသည်။ IEE Regulation 413-02-02 သည် bonding ကို ရည်ညွှန်းကာ supplementary bonding conductor အသေးဆုံး အရွယ်အစားများအား IEE Regulation 547-02 တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။ supplementary bond များအတွက် အရွယ်အစား သတ်မှတ်မည်ဆိုပါက Regulation 413-02-28 ကို မှီငြမ်းမှုပြုရပါမည်။

Health and Safety စာအုပ် HS(G) 41 "Petrol Filling Stations: Construction and Operation" အရ petrol filling station များတွင် PME ကို တပ်ဆင်သုံးစွဲမှု မပြုသင့်ကြောင်း မှတ်သားထားရန်လိုပါသည်။ ထိုသို့ မသုံးစွဲသင့်ဟု ဆိုခြင်းမှာ exposed conductive part နှင့် true earth အကြားတွင် ဖို့အား ရှိကာ parallel earth path များသည် high return current များကို earth သို့ petrol station မှ ပစ္စည်းများ ဖြစ်ကြသော dispenser fuel pipe များနှင့် မြေအောက်ရှိ storage tank များ မှ တစ်ဆင့် စီးစေခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။

Protection for Safety

Protection for Safety သည် IEE Regulation ၏ Part 4 အပေါ်တွင် အခြေခံပါသည်။ Chapters 41, 42, 43, 45 နှင့် 46 တို့သည် topic ၏ ကွဲပြားသော အမြင်များကို ရည်ညွှန်းကြကာ Chapter 47 တွင် Regulation မှ အသုံးပြုနိုင်သော အခြေအနေများကိုဖော်ပြထားပါသည်။ အလွယ်တကူ ရည်ညွှန်းနိုင်ရန် number များဖြင့် relation လုပ်ထားကာ Chapter 41 ရှိ application သည် section 471 အတွက် covered ဖြစ်ကာ Chapter 42 သည် Section 472၊ စသည် စသည်ဖြင့် ရည်ညွှန်းနိုင်ပါသည်။ Covered ဖြစ်သော နေရာများမှာ

Electric Shock မှ protection လုပ်ခြင်း

Thermal effect များမှ protection လုပ်ခြင်း

Overcurrent, overload နှင့် short circuit နှစ်ခုစလုံးမှ protection လုပ်ခြင်း

Undervoltage ဖြစ်ခြင်းမှ protection လုပ်ခြင်း

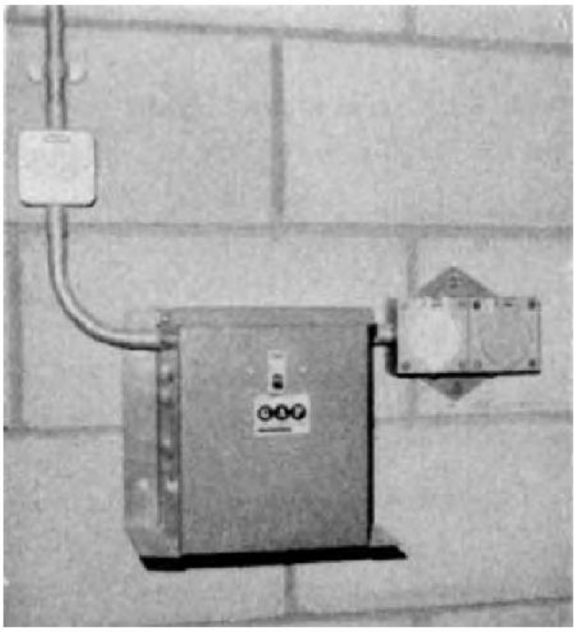
Isolation နှင့် switching

Protection against electric shock

Chapters	Section
41, 53 & 54	471

IEE တွင်ဖော်ပြထားသော electric shock ဆိုသည်မှာ "အန္တရာယ်ရှိသော physiological effect ဖြစ်ကာ electric current သည် human သို့မဟုတ် livestock အား ဖြတ်သန်းစီးဆင်းခြင်းဖြစ်ပါသည်။" ထိုကဲ့သို့သော shock current သည် ဖြစ်ပေါ်သော အကြောင်းအရာ အခြေအနေ တို့အပေါ်တွင်မူတည်ကာ injury ကိုဖြစ်စေပါသည်။ ယင်းအချက်

များအား IEE Regulation ရှိ "direct contact" နှင့် "indirect contact" တို့ ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ခြင်း တွင် မှီငြမ်းပြုနိုင်ပါသည်။ indirect နှင့် direct contact တို့အတွက် ကာကွယ်နိုင်ရန် နည်းလမ်းပေါင်းများစွာကို စာရင်းပြုစုထားသော်လည်း အသုံးပြုရန်မှာမူ ယင်းတို့ အထဲမှ တစ်ခုကိုသာဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၂.၅ industrial installation များတွင် portable tools များအား အသုံးပြုနိုင်ရန်အတွက် အသုံးပြုသော extra low-voltage socket outlet များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးရာတွင်အသုံးပြုသော isolation transformer (British Telecom)

Protection by Insulation direct contact ဖြစ်ခြင်းကို ကာကွယ်ရန် အမြဲတမ်းအသုံးပြုသော နည်းဖြစ်ကာ installation အတော်များများတွင် အသုံးပြုကြပါသည်။ cable များ၊ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ၊ နှင့် စံညွှန်းသတ်မှတ်ချက်နှင့်ကိုက်ညီအောင်ထုတ်လုပ်သော စက်ရုံထုတ်ပစ္စည်းများ သည် requirement များကို ပုံမှန်အားဖြင့် ကိုက်ညီသော်လည်း live part များအား paint သို့မဟုတ် varnish စသည်တို့ဖြင့် သုတ်ထားပါက ကောင်းမွန်သော insulation ကို မရရှိနိုင်သည်ကို မှတ်သားထားရန်လိုအပ်ပါသည်။

Protection by SELV-extra low voltage protection နောက်တစ်နည်းမှာ သီးခြား extra low voltage ဖြင့်ကာကွယ်ခြင်းဖြစ်ကာ ယင်းတွင် BS EN 61558 နှင့် ကိုက်ညီသော winding နှစ်ခုပါ transformer ကို အသုံးပြုထားကာ secondary winding ကို earth နှင့် ထိမနေစေရန်နှင့် ဗို့အားမှာလည်း ၅၀ ဗို့ ထက်မကျော်လွန်စေရပါ။

SELV အတွက် IEE Regulation မှ လိုအပ်ချက်များအား bath နှင့် shower room များအတွက် တပ်ဆင်သုံးစွဲမည့် equipment များအတွက် modify လုပ်ထားပါသည်။ ယင်း SELV တွင် switch များနှင့် socket outlet များ အား နေရာချထားခြင်းများအား အတွက် အခြားသော အခြေအနေများနှင့်ကိုက်ညီစေရန် ၁၂ ဗို့ထက်မကျော်သော normal voltage တွင် အသုံးပြုနိုင်ရန် ဖြေလျော့ထားပါသည်။

အချို့သော အခြေအနေများတွင် protection ရရှိစေရန် extra low voltage system ၏ တစ်နေရာရာတွင် earth ချထားပါသည်။ ယင်းတို့ကို PELV ဟု ရည်ညွှန်းကြကာ ယင်းတို့အတွက် application များသည် IEE Regulation 471-14 တွင် ပါရှိပါသည်။

Protection by obstacles or placing out of reach တစ်ခါတစ်ရံတွင် မရည်ရွယ်ဘဲ အနီးအနားသို့ ရောက်ခြင်း သို့မဟုတ် live part များနှင့် ထိမိခြင်း အစရှိသည့် shock ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် obstacle များနှင့် သက်ဆိုင်သော ကြိုတင်စီမံမှုများအား ပြုလုပ်ထားရပါမည်။ mesh guard များ၊ railing များ စသည်တို့ဖြင့် ကာကွယ်နိုင်ပါသည်။ protection နောက်တနည်းမှာ live part များအား လက်လှမ်း မမှီနိုင်သည့်နေရာတွင် ထားရှိခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအချက်ကို IEE Regulation ၏ Part 2 တွင် ပုံဖြင့် ဖော်ပြထားပါသည်။ ယင်း method နှစ်ခုစလုံးအား အရည်အချင်းပြည့်မီသော သို့မဟုတ် လေ့ကျင့်သင်ကြားထားပြီးသော သူများသာ လုပ်ကိုင်နိုင်သည့် industrial-type situation များတွင် အသုံးပြုကြပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် overhead travelling crane များတွင် အသုံးပြုသော expose conductor များ ဖြစ်ပါသည်။

Protection by the use of Class 2 equipment insulation နှစ်ထပ်ပါသော သို့မဟုတ် reinforced insulation ပါသော ပစ္စည်းများဖြစ်ကာ type အမျိုးမျိုးသော vacuum cleaner များ၊ radio သို့မဟုတ် TV Set များ၊ electric shaver များ၊ power tool များ၊ နှင့် အခြားသော လုပ်ငန်းခွင်တွင် အသုံးပြုရန် BS EN 60439 အရ 'total insulation' အသုံးပြုကာ ပြုလုပ်ထားသော equipment များ ဖြစ်ပါသည်။

ယင်းသို့သော ပစ္စည်းများ အတွင်းရှိ conductive part များ အား protective conductor နှင့် ချိတ်ဆက်ထားခြင်း မရှိဘဲ socket တစ်ခုတွင် plug အသုံးပြုကာ supply လုပ်သော အခါတွင် two-core flexible cord သာ လိုအပ်ပါသည်။ 2-pin နှင့် earth socket များအား အသုံးပြုရာတွင် plug အတွင်းရှိ earth pin တွင် မည်သည့် flexible conductor ကိုမျှ တပ်ဆင်ထားခြင်းမရှိစေရန် သေချာမှုရှိရန် အရေးကြီးပါသည်။ Class 2 insulation ၏ အကျိုးသက်ရောက်မှုအား လျော့ကျသွားစေမည့် မည်သည့် အပြောင်းအလဲမျှ မဖြစ်စေရန် သေချာစေရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းအချက်သည် BS requirement များအား ကိုက်ညီမှု မရှိဖြစ်စေကာ အသုံးပြုသော ပစ္စည်းသည် Class 1 standard နှင့် အပြည့်အဝ ကိုက်ညီပါသည်ဟုပင် အာမခံချက်ပေးနိုင်မည်မဟုတ်ပေ။

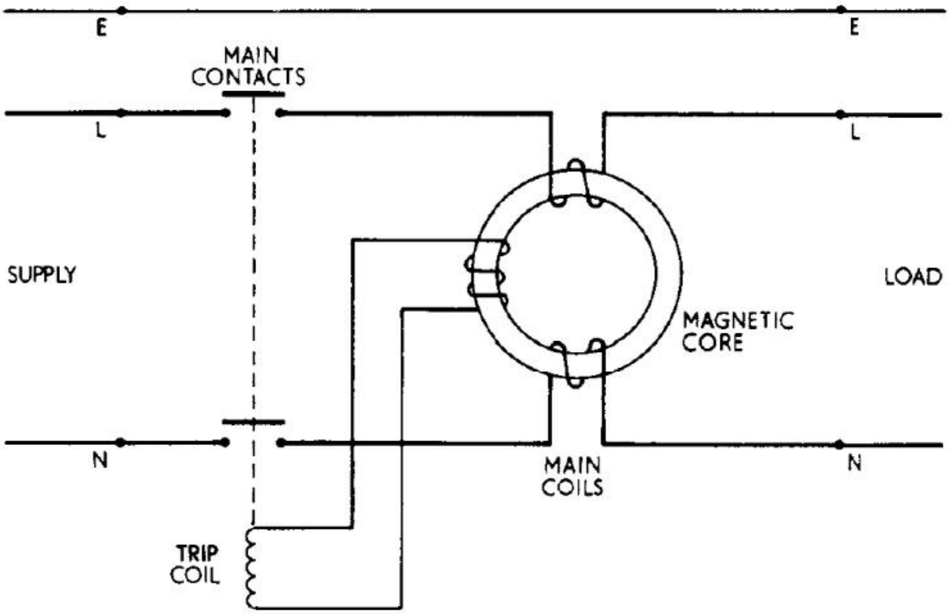
Protection by earthed equipotential bonding and automatic disconnection of supply တစ်ခါတစ်ရံ ရည်ညွှန်းသည့် 'eebad' သည် general application များ အတွက် protection method ဖြစ်ကာ indirect contact ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်သည့် အသုံးများသည့် method တစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ အဓိက ရည်ရွယ်ချက်မှာ အန္တရာယ်ဖြစ်စေနိုင်သည့် voltage များတားဆီးနိုင်မည့် area တစ်ခုအား exposed နှင့် extraneous conductive part များအား bonding လုပ်ထားခြင်းဖြင့် ရရှိစေရန်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအချက်အား IEE Regulation 413-02 နှင့် ကိုက်ညီပါသည်။ installation ၏ ပြင်ပတွင် earth fault ဖြစ်ပါက သက်ဆိုင်သော zone အတွင်းရှိ လူတစ်ဦးသည် exposed နှင့် extraneous conductive part များအား bond လုပ်ထားကာ common potential တစ်ခုကို ဖြစ်စေခြင်းဖြင့် အကာအကွယ်ကို ရရှိစေပါသည်။ အကယ်၍ fault သည် installation အတွင်း တွင် ကျရောက်နေခဲ့ပါက အထက်က ဖော်ပြခဲ့သည်တို့သည် မှန်ကန်မှု မရှိနိုင်တော့ပေ။

Bonding လုပ်ရာတွင် လက်တွေ့လိုအပ်ချက်များ၊ bonding size တွက်ချက်မှု နှင့် protective conductor များ နှင့် ယင်းတို့ တပ်ဆင်သုံးစွဲမှုနှင့် သက်ဆိုင်သည်တို့အား ယခုစာအုပ်၏ အခန်း ၁၅ တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

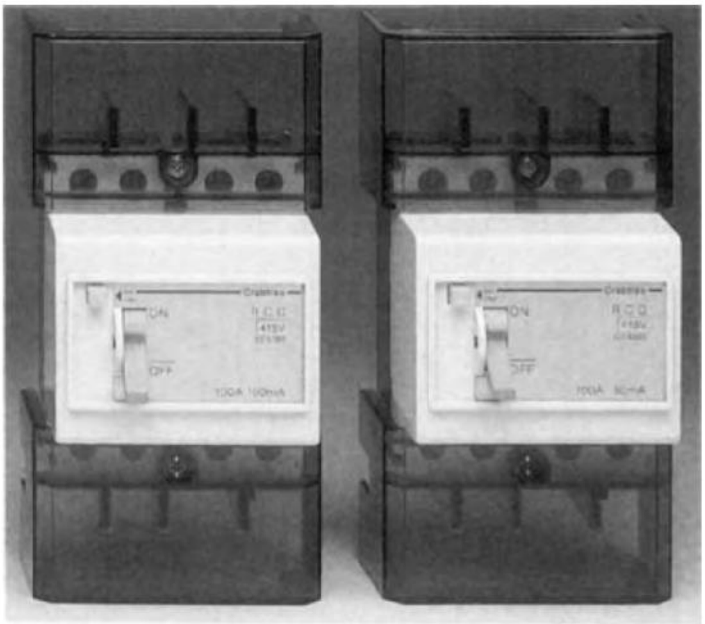
Protection တစ်ခု အကျိုးသက်ရောက်မှု ရှိစေရန်အတွက် automatic disconnection အလျှင်အမြန်ဖြစ်စေရန် အရေးကြီးပါသည်။ ယင်းအချက်သည် IEE Regulation 471-08 နှင့် ကိုက်ညီစေပါသည်။ TN system တွင် hand-held သို့မဟုတ် movable equipments များ အတွက် disconnection time သည် 0.1 နှင့် 0.8 seconds များ အကြားတွင် ရှိသည်ဟု Regulation 413-02-08 (nominal voltage to earth အပေါ်တွင် တည်မှီကာ) တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။ disconnection ကို distribution circuit များ နှင့် တစ်စုံတစ်ရာသော equipment များအတွက် 5 seconds အထိ တိုးချဲ့ နိုင်ပါသည်။ IEE Regulation 413-02 တွင် အမျိုးမျိုးသော လိုအပ်ချက်များအတွက် အသေးစိတ် အချက်အလက်များကို ဖော်ပြထားကာ IEE Regulation Table 41B1, 41B2 နှင့် 41D တို့တွင် အခြေအနေ အမျိုးမျိုးနှင့် အသုံးပြုသော protection type ပေါ်တွင် မူတည်ကာ earth fault loop impedance များကို ဖော်ပြထားပါသည်။

Indirect contact ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် အခြားနည်းလမ်းတစ်ခုအား IEE Regulation 413-02-12 တွင်ဖော်ပြထားကာ သက်ဆိုင်သော circuit protective conductor impedance တန်ဘိုးများကို IEE Regulation Table 41C တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။ earth fault ဖြစ်သည်နှင့် exposed conductive part တွင်ဖြစ်ပေါ်လာမည့် ဗို့အားသည် 50V ထက် မကျော်လွန်စေခြင်းဖြင့် compliance ဖြစ်မှုကို သေချာစေပါသည်။ overloadprotection device များကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် automatic disconnection ကို ရရှိစေပါသည်။ rapid disconnection ကိုရရှိစေရန် နှင့် လိုအပ်သော disconnection time ကို ရရှိစေရန် earth loop impedance သည် သေးငယ်နေစေရပါမည်။ ထိုအချက် ကိုလုပ်ဆောင်ရန် နောက်တနည်းမှာ Residual Current Device ကို အသုံးပြုခြင်းဖြစ်ပါသည်။

Residual current circuit breaker အထက်တွင်ဖော်ပြပြီးခဲ့သည့်အတိုင်း indirect contact ဖြစ်ခြင်းကြောင့် shock ဖြစ်ခြင်းအား အလျှင်အမြန် disconnect ဖြစ်စေကာ protection လုပ်နိုင်စေရန် Residual Current Device တစ်ခုအား အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။



(a)



(b)

ပုံ ၂.၆ (a) residual current circuit breaker (RCCB) တစ်ခု၏ simplified diagram; (b) 100mA နှင့် 30mA residual current rating များရှိကြသော RCCB များ၏ ပုံများ (Crabtree Electrical Industries Ltd)

အသုံးများသော residual circuit breaker နှင့် စံပြထားသော simplify diagram အား ပုံ ၂.၆ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။ အောက်ဖက်တွင် ယင်း၏ လုပ်ဆောင်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။ phase နှင့် neutral conductor များ နှစ်ခုစလုံး အတွင်းစီးဆင်းသော current တို့သည် residual current circuit breaker အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းကာ ပုံမှန်အခြေအနေတွင် ယင်း current များတို့၏ လျှပ်စီးပမာဏသည်တူညီကြပါသည်။ ထိုသို့ current များ balance ဖြစ်နေခြင်းကြောင့် device ၏ trip coil တွင် induce current မရှိပေ။ ယင်း circuit အတွင်း earth fault ဖြစ်လာခဲ့ပါက ယင်းအချက်သည် device ၏ trip coil ကို operation လုပ်စေပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် main contact များအား opening ဖြစ်စေကာ circuit အား disconnect ဖြစ်စေပါသည်။

Outdoor equipment များ (IEE Regulation 471-16) နှင့် TT system (IEE Regulation 471-08-06) ၏ အစိတ်အပိုင်းဖြစ်သော မည်သည့် socket မျိုးအတွက်မဆို တို့အား supply ပေးရာတွင်အသုံးပြုမည်ဟု ဆိုနိုင်သော socket များအား protect လုပ်ရန်အတွက်သုံးသော Residual Current Device များအတွက် IEE Regulation များသတ်မှတ်ထားပါသည်။ Residual Current Device များအား လုံလောက်သော disconnection time ရရှိစေရန် ခက်ခဲသော လုံလောက်သော earth fault loop impedance နိမ့်ပါးသော အနေအထားမျိုးရရှိရန် ခက်ခဲသော အခြေအနေမျိုးတို့တွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုသင့်ပါသည်။

Residual Current Circuit Breaker များသည် current အားဖြင့် လုပ်ဆောင်သော earth leakage circuit breaker များ အဖြစ်လည်း လူသိများကြပါသည်။ ယင်းအသုံးအနှုန်းအား ယခုအချိန်တွင် မသုံးစွဲကြတော့သော်လည်း ယင်းအမည်ဖြင့်သုံးစွဲနေသော equipment များအား တွေ့မြင်နိုင်ပါသေးသည်။ voltage အားဖြင့် operate လုပ်သော earth leakage circuit breaker အမျိုးအစား တို့အား IEE Regulation တွင် ဆက်လက်အသုံးမပြုရန် ညွှန်ကြားထားပြီးဖြစ်ရာ ဆက်လက်တပ်ဆင်သုံးစွဲမှု မပြုသင့်တော့ပေ။ အတိတ်တစ်ချိန်က တပ်ဆင်ထားပြီးခဲ့သော voltage operated device များအားလည်း ထပ်မံစစ်ဆေးကာ အခန်း ၁၆ တွင်ဖော်ပြထားသည့် အကြံပေးညွှန်ကြားချက် များအတိုင်း လိုက်နာသင့်ပါသည်။ မှတ်သားရန်မှာ Residual Current Device များအား PEN (protective နှင့် neutral ပေါင်းစည်းထားသော) conductor တပ်ဆင်ထားသည့်နေရာမျိုးရှိ RCD ၏ load side တွင်သုံးစွဲမှုမပြုသင့်ပေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် earth fault ဖြစ်နေသောအချိန်မျိုးပင်ဖြစ်စေကာမူ current တို့သည် balance ဖြစ်နေသည့်အတွက် breaker ကို operating လုပ်ရန် residual current ရှိနိုင်မည် မဟုတ်ပေ။ (IEE Regulation 413-02-07).

Protection by non-conducting locations ယင်းနည်းကို supervision ကောင်းစွာရှိသော electrical test room များတွင်သာ ကန့်သတ်သုံးစွဲကြပါသည်။ ယင်းသို့သော non-conducting location များတွင် protective conductor လည်းမရှိဘဲ exposed conductive part အားလုံးတို့အား သေချာစွာစီစဉ်ထားခြင်းဖြင့် လူများမှ ယင်းသို့သော အစိတ်အပိုင်းနှစ်ခုအား တပြိုင်တည်းထိကိုင်မိခြင်း၊ သို့မဟုတ် မည်သို့သော extraneous conductive part များနှင့်မှ

ထိတွေ့စေခြင်း ရှိတော့မည် မဟုတ်ပေ။ အထက်ဖော်ပြပြီးခဲ့သော အစိတ်အပိုင်းတို့၏ တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြား အနည်းဆုံး အကွာအဝေးသည် နှစ်မီတာမျှဖြစ်ပါသည်။ ကြမ်းခင်းအားလုံးနှင့် နံရံများသည် insulating material များဖြစ်ကြပါသည်။

Protection against thermal effects

Chapters

42 & 55

ပုံသေတပ်ဆင်သုံးစွဲမည့်ပစ္စည်းများ အားတပ်ဆင်ရာတွင် ဖြစ်နိုင်ချေရှိသော heat dissipation အား မဖြစ်ပေါ်စေရန် သတိပြု တပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Luminaires နှင့် lamp များအား လေဝင်လေထွက်ကောင်းမွန်ပြီး၊ သစ်သား သို့မဟုတ် အခြားသော မီးလောင်စေတတ်သည့် material များနှင့် မထိတွေ့စေရန် နေရာခြားပေးခြင်း စသည်တို့ကို တိကျစွာလုပ်ဆောင် သင့်ပါသည်။

မီးလောင်စေတတ်သော dielectric အရည် 25 လီတာအထက်ပါရှိသည့် ပုံသေတပ်ဆင်သုံးစွဲရသော equipment များအား အတွက် လုံခြုံစိတ်ချရစေရန် အရည်များစီးဆင်းစေခြင်း သို့မဟုတ် ပိုလျှံသောအရည်များအား စီးစေနိုင်ခြင်း စသည့် ကြိုတင်စီမံဖွယ်ရာများကိုလုပ်ဆောင်ထားရမည်ဖြစ်ကာ အဆောက်အဦးအတွင်း မီးလောင်ဒဏ်ခံနိုင်သော အခန်းအတွင်း ထားရှိရပါမည်။

IEE Regulation တွင် equipment များအတွက် သုံးစွဲနိုင်သည့် temperature limit များအား ဇယားဖြင့် ဖော်ပြထားပါသည်။ ယင်းတွင် equipment တို့အား ထိတွေ့ကိုင်တွယ်မှု ဖြစ်နိုင်ချေ အပေါ်တွင် မူတည်ကာ အပူချိန် 55 မှ 90 ဒီဂရီစင်တီဂရိတ် အထိရှိနိုင်ကာ ယင်းပမာဏထက်ကျော်လွန်ပါက ရုတ်တရက် ထိမိကိုက်မှုမှတားဆီးရန် အကာအရံများတပ်ဆင်ထားရှိသင့်ပါသည်။

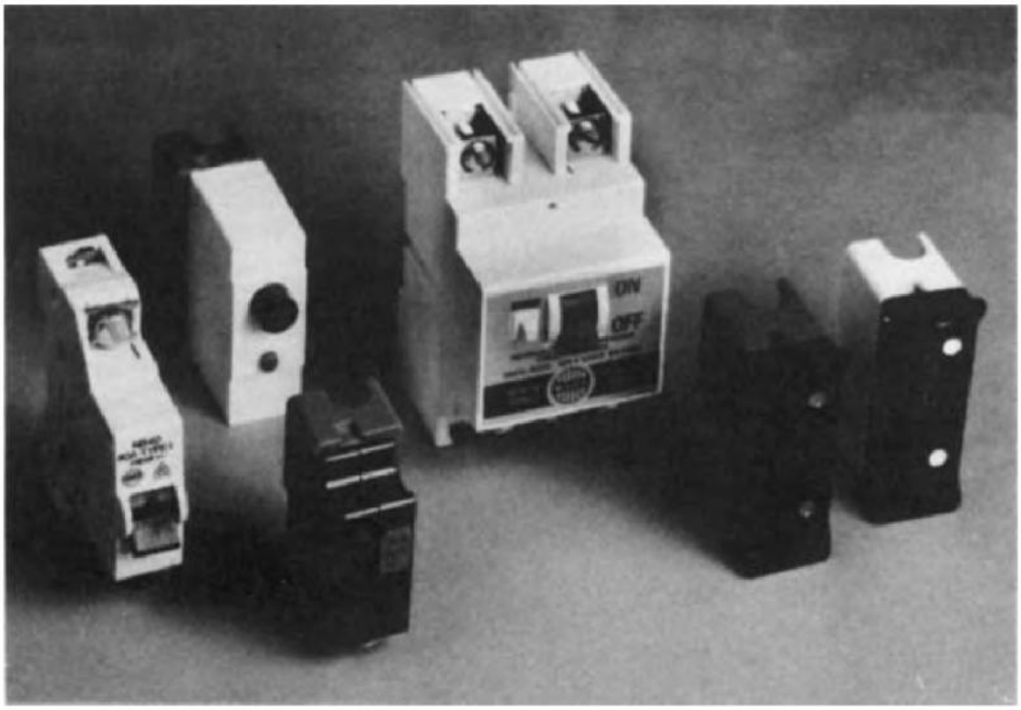
Protection against overcurrent

Chapter 43 — Sections 473 & 533

အားလုံးသော electrical circuit နှင့် final circuit များ တို့တွင် overcurrent ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် သင့်လျော်သော overcurrent protection device (IEE Regulation 130-04-01) များအသုံးပြုကာ ကာကွယ်သင့်ပါသည်။ ယင်း device များသည် BS EN 60947-2: 1996 အရ circuit breaker များ၊ BS88 သို့မဟုတ် BS1361 အရ HBC fuse များ၊ သို့မဟုတ် BS3036 ပုံ ၂.၇ အရ ဖြစ်သော rewirable fuse များတို့ဖြစ်ပါသည်။

Overcurrent အား ထင်ရှားသော အကြောင်းအရာ နှစ်ခု ခွဲခြားနိုင်ကာ ယင်းတို့မှာ overload နှင့် short circuit ဖြစ်ခြင်းတို့ဖြစ်ပါသည်။ Overload current ဆိုသည်မှာ ကောင်းမွန်စွာသွယ်တန်းထားသော circuit တစ်ခုတွင် overcurrent ဖြစ်ခြင်းဖြစ်ပေသည်။ ဥပမာအားဖြင့် တပ်ဆင်ထားသော electric motor ကြောင့် ဖြစ်ခြင်းဖြစ်ပေသည်။ Short circuit current သည် circuit အတွင်း fault ဖြစ်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်ကာ conductor တစ်ခုပြုတ်ထွက်ခြင်း ကြောင့်ဖြစ်စေ၊ အခြားသောအရာတစ်ခုနှင့် ထိကာ short ဖြစ်ခြင်းကြောင့် conductor များအကြား ခုခံမှုနိမ့်သော fault ဖြစ်ခြင်း တို့ကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ Overcurrent နှင့် သက်ဆိုင်သော IEE Regulation များသည် အခန်း ၄၃ နှင့်သက်ဆိုင်ကာ overload နှင့် short circuit သည် Section 433 နှင့် 434 တို့ ဖြစ်ပါသည်။ circuit design ကို စဉ်းစားယူဆကြရာတွင် overcurrent ဖြစ်ခြင်း အချက် နှစ်ခုစလုံးအား ထည့်သွင်းစဉ်းစားရမည်ဖြစ်ပါသည်။
တစ်ခါတစ်ရံတွင် overload နှင့် short circuit ဖြစ်ခြင်းတို့အား ကာကွယ်ရန် တူညီသော device ကို အသုံးပြုကြပါသည်။ သို့သော် ထိုသို့မလုပ်ဆောင်မီ ယင်း circuit ၏ design current နှင့် မြင့်တက်လာနိုင်ချေရှိသော prospect short circuit current တို့အား သေချာစွာ စိစစ်ဆုံးဖြတ်သင့်ပါသည်။

Overload Protection overload protection ၏ ရည်ရွယ်ချက်မှာ circuit အတွင်းရှိ cable များနှင့် conductor များအား မလိုလားအပ်သော အပူချိန်မြင့်တက်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန်ဖြစ်ကာ ထို့အတွက် သင့်တင့်လျောက်ပတ်သော device အတွက် rating ကို သေချာစွာ ရွေးချယ်ရန် လိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့ ဆုံးဖြတ်ပြီးသော အခါတွင် ယင်း circuit မှ စီးဆင်းစေမည့် nominal current အတွက် တပ်ဆင်ထားသော cable သည် အနိမ့်ဆုံးအနေနှင့် ယင်း ပမာဏအား သယ်ဆောင် စီးဆင်းနိုင်ပေမည်။



ပုံ ၂.၇ Overcurrent protective device များ။ Miniature circuit breaker (လက်ဝဲဘက်)၊ BS 1361 fuse (ဒုတိယ လက်ဝဲဘက်) နှင့် BS 3036 rewirable fuse များ (လက်ယာဘက်ခြမ်း)။ HBC fuse များ သို့မဟုတ် miniature circuit breaker များအား အသုံးပြုရန် strongly recommend လုပ်ထားပါသည်။ အလယ်ဘက်ရှိပုံသည် residual current circuit breaker ဖြစ်ပါသည်။ (George H. Scholes PLC)

Protective device အနေနှင့်လည်း သတ်မှတ်ထားသော cable အား protect လုပ်နိုင်ပေမည်။ ဉပမာအားဖြင့် circuit တစ်ခုသည် အမြင့်ဆုံး current 26A ကို သယ်ဆောင်နိုင်ရန် မျှော်လင့်ပါသည်။ circuit အတွက်ရွေးချယ်သော cable သည် ပိုမိုမြင့်မားသော current 36A ဆိုပါစို့။ overload device ၏ rating သည် ယင်းတန်ဘိုး နှစ်ခုအကြား သတ်မှတ်ထားခြင်းဖြင့် ယင်းသည် cable အား trip လုပ်ခြင်းဖြင့် ကာကွယ်ကာ ပုံမှန်အခြေအနေတွင် မှ operate မလုပ်ပေ။ ယခု case တွင် 32A MCB သို့မဟုတ် HBC fuse တို့အား တပ်ဆင်သုံးစွဲသင့်ပါသည်။ overload protection အတွက် အသုံးပြုမည့် device တစ်ခုအား circuit ၏ အစပိုင်း သို့မဟုတ် protect လုပ်လိုသော device ၏ အနီးတွင် ထားရှိသင့်ပါသည်။ ဖော်ပြခဲ့သည့် တပ်ဆင်မှုနှစ်ခုမှ ဒုတိယတစ်ခုသည် electric motor များအတွက် အသုံးများပြီး၊ ယင်းတွင် overload protection သည် တစ်ခါတစ်ရံတွင် motor starter တွင်ပူးတွဲပါရှိတတ်ပါသည်။ အချို့သော ထူးခြားသော အခြေအနေများတွင် overload protection အား IEE Regulation 473-01-04 နှင့် -03 တို့အရ ဖယ်ရှားထားနိုင်ပါသည်။ အချို့သော case များတွင် overload ဖြစ်ကြောင်း warning ပေးသည့် device များလိုအပ်ပါသည်။ ဉပမာတစ်ခုအနေဖြင့် crane magnet သို့လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပို့လွှတ်သော circuit တွင် ရုတ်တရက် circuit open ဖြစ်မှုသည် magnet မှ ဆွဲထားသော load အား လွှတ်ချပစ်လိုက်နိုင်ပါသည်။

အချို့သော case များတွင် protection သည် supply ၏ characteristic များအပေါ်တွင် တည်မှီပါသည်။ electric welding သို့ပေးသော supply တွင် အသုံးပြုသည့် current အား supply အား arrangement များပြုလုပ်ခြင်းနှင့် သင့်တင့်သော cable များအား အသုံးပြုခြင်းတို့ဖြင့် ကန့်သတ်နိုင်ပါသည်။

Short Circuit Protection Short Circuit Current များကြောင့် conductor များသို့မဟုတ် connection များအား thermal နှင့် mechanical ပျက်စီးမှုများ မဖြစ်ပေါ်မီ ကြိုတင်ဖြတ်တောက်သင့်ပါသည်။ short circuit current ၏ လျှပ်စီးပမာဏသည် circuit ၏ ခုခံမှုအလွန် နည်းပါးခြင်းကြောင့် ပမာဏ သည် ထောင်ဂဏန်းများစွာပမာဏမျှ အလွန်မြင့်မားပြီး cable များမှ fault အတွင်းသို့ စီးဆင်းပါသည်။ fuse သို့မဟုတ် circuit breaker တို့ကဲ့သို့သော protective device များတွင် rated breaking capacity ရှိပါသည်။ ယင်းပမာဏ သည် ထိုသို့သော device များမှ clear လုပ်ပေးနိုင်သည့် အမြင့်ဆုံး fault current ဖြစ်ပါသည်။ fault ဖြစ်နေစဉ်တွင် dead short ကြောင့်စီးမည့် prospective current သည် device ၏ breaking capacity ထက်မကျော်လွန်နိုင်ပေ။ ယင်းအချက်အား IEE Regulation 434-03 တွင်ဖော်ပြထားကာ ယင်းနှင့်သက်ဆိုင်သော exception တစ်ခုအား ဆက်လက်တင်ပြပါမည်။

Short circuit protection အတွက် protective device အား အကာအကွယ်ပြုလိုသော circuit ၏ အနီးတွင်ထားရှိကြပါသည်။ (IEE Regulation 473-02) သင့်လျော်သော protective device အသုံးပြုခြင်းသေချာမှုအတွက် ယင်းနေရာ၏ short circuit အမြင့်ဆုံး level ကို သေချာစွာသိထားရန်လိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့သိရှိနိုင်ရန်နည်းလမ်းများစွာရှိကာ လျှပ်စစ်လုပ်ငန်းတပ်ဆင်မည့်နေရာအတွက် prospective short circuit current အား ပုံမှန်အားဖြင့် supply authority နှင့် ဆွေးနွေးတိုင်ပင်ခြင်းဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ အခြားနည်းအားဖြင့် circuit ရှိ conductor၏ supply voltage နှင့် ယင်း၏ resistance တို့ကို သိရှိခြင်းဖြင့်လည်း တွက်ချက်ရယူနိုင်ပါသည်။ supply transformer သို့သွားသော supply authority ၏ cable များအတွက် resistance တန်ဘိုးများအား သေချာစွာ ရရှိနိုင်ရန်ခက်ခဲပေမည်။ သို့သော် အမှန်တစ်ကယ်လုပ်ကိုင်မည့် နေရာအတွင်းရှိ cable များ အတွက်ကိုသာ ခန့်မှန်းယူဆခြင်းဖြင့်အနီးဆုံးအဖြေကို ရရှိစေပါမည်။ ကျန်ရှိသော supply network ၏ အစိတ်အပိုင်းများ၏ resistance အား သုညဖြစ်ပါသည်ဟု ယူဆလိုက်သောအခါတွင် protective device အား ရွေးချယ်ရန်အတွက် အသုံးပြုမည့် short circuit current ပမာဏအား အသေချာဆုံးအနေအထားတစ်ခုအဖြစ် တွက်ချက်ရရှိနိုင်ပေမည်။

Short circuit current အား Ohm's law အသုံးပြုကာ အောက်ပါအတိုင်းတွက်ချက်နိုင်ပါသည်။

Prospective short circuit current = supply voltage / circuit resistance

ဥပမာအားဖြင့် cable များ၏ စုစုပေါင်း resistanceသည် 0.02Ω ဖြစ်ကာ supply voltage သည် 230V ဖြစ်ပါက short circuit current တန်ဘိုးသည် 11 500A ဖြစ်ပေမည်။ ထိုနည်းတူစွာ မူလနေရာမှမဟုတ်သော အခြားသော နေရာအတွက် prospective short circuit current ကိုလည်း တွက်ချက်နိုင်ပေသည်။ ထိုသို့တွက်ချက်ရာတွင် additional cable များအတွက် resistance များအား ထည့်သွင်း တွက်ချက်ပေးရပေမည်။ protective device များအတွက် စံပြု breaking capacity များမှာ BS88 အရ HBC fuse များတွင် 80 000A ဖြစ်ပြီး miniature circuit breaker များတွင်မူ 16 000A အထိရှိကာ rewirable fuse များတွင်မူ 1000 မှ 4000A အထိရှိကြပါသည်။ device တစ်ခုချင်းစီအတွက် ယင်းတို့နှင့် သက်ဆိုင်သော အသေးစိတ်အချက်အလက်များအား manufacturer မှ ထုတ်ပြန်ပေးမည်ဖြစ်ပါသည်။

IEE Regulation 434-03-02 အလွန်အရေးကြီးသော regulation ဖြစ်ကာ ယင်းသည် overload protection နှင့်သက်ဆိုင်ပြီး short circuit protection အတွက်လည်း အသုံးပြုပါသည်။ overload အတွက် လိုအပ်သော အချက်များကိုဖော်ပြထားယုံမျှမက device တွင် ရှိရမည့် တိကျသော breaking capacity ကို ပါ ဖော်ပြပေးသဖြင့် သင့်လျော်သော short circuit protection ကို ရရှိစေနိုင်သည်ဟု ယူဆနိုင်ပါသည်။ case များတွင် Regulation 434-03-02 နှင့် မကိုက်ညီနိုင်ပါက conductor များတွင် short circuit fault ကြောင့် temperature မြင့်တက်လာခြင်း ရှိမရှိအား စစ်ဆေးရန်လိုအပ်ပါသည်။ ယင်းအချက်သည် IEE Regulation 434-03-03 နှင့် သက်ဆိုင်ကာ ယင်းအတွက် လိုအပ်သော အချက်အလက်များနှင့် formula များကို ဖော်ပြထားပါသည်။

အမှန်တစ်ကယ်တပ်ဆင်သုံးစွဲကြရာတွင် fuse သို့မဟုတ် အခြားသော protective device များအား မကြာခဏ series ဆက်သွယ်ကြရာ ယင်းအခြေအနေတွင် တစ်စုံတစ်ရာသော အခြေအနေများနှင့် ကိုက်ညီပါက downstream ရှိ protective device များ၏ prospective short circuit current အား အမှန်တစ်ကယ် ပမာဏအောက် လျော့ချသုံးစွဲနိုင်ပါသည်။ short circuit အခြေအနေတွင် protection လုပ်ရာတွင် အလွန်လျှင်မြန်စွာ operate လုပ်နိုင်စေရန် design ထုတ်ထားသည်ဖြစ်ရာ အသုံးပြုသော protective device အပေါ်တွင်မူတည်ကာ fault current ပမာဏ မြင့်မားမလာမီတွင် circuit ကို broke လုပ်ရပေမည်။ circuit လုံး၀ broke မဖြစ်မီ အလွန်တိုတောင်းသော အချိန်အတိုင်းအတာအတွင်း ဖြတ်သန်းသွားသော energy ပမာဏကို 'let-through' energy ဟု အမည်နာမ သတ်မှတ်ခေါ်ဆိုကာ ယင်းအချက်ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် device နှစ်ခု၏ rating များအား coordinate လုပ်နိုင်သည့် အကျိုးကို ရရှိစေပါသည်။

အမျိုးမျိုးသော protective device များနှင့် သက်ဆိုင်သော breaking capacity နှင့် let-through energy အချက်အလက်များအား သက်ဆိုင်ရာ manufacturer များ ထံမှ ရရှိနိုင်ပါသည်။

Rewirable or semi-enclosed fuses ဇယား ၃.၁ တွင် semi-enclosed fuse များတွင် fuse element အသုံးပြုမည့် copper wire အရွယ်အစားများအား ဖော်ပြထားပါသည်။ ယင်း rating တို့သည် circuit ၏ အမြင့်ဆုံး current အပေါ်တွင် အခြေခံထားကာ fuse operate လုပ်မည့် current များ မဟုတ်ကြပေ။ ဥပမာအားဖြင့် 15A circuit တစ်ခုအား 0.50mm ရှိသော copper wire အသုံးပြုထားသည့် fuse link ဖြင့် protect လုပ်ပေမည်။ ယင်း wire သည် 15A အား အပူလွန်ကဲခြင်းမရှိဘဲ သယ်ဆောင် စီးဆင်းနိုင်စေရန် design ထုတ်ထားခြင်းဖြစ်ကာ ယင်း circuit အတွင် 29A စီးသည့်တိုင်အောင် ပျော်သွားမည် မဟုတ်ပေ။ အကယ်၍ 15A တွင် အရည်ပျော်မည့် fuse element အား ရရှိခဲ့ပါက ယင်း fuse element သည် circuit တွင် normal current ရောက်သည်နှင့် operate လုပ်မည်ဖြစ်ကာ ယင်း circuit ၏ load အပြည့် အသုံးပြုချိန်မတိုင်မီကပင် wire သည် red hot အခြေအနေ သို့ရောက်ရှိကာ switchgear အား ပျက်စီးမှုများ ရှိလာနိုင်ပေသည်။

Rewirable fuse များအားအသုံးပြုရာတွင် အပူလွန်ကဲခြင်းနှင့် switchgear ပျက်စီးရခြင်းမှာ မှန်ကန်တိကျမှုမရှိသော fusewire အရွယ်အစားများအား တပ်ဆင်သုံးစွဲခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ IEE Regulation များသည် semi-enclosed fuse များသုံးစွဲမှုအား ဖယ်ရှားမှု မရှိသော်လည်း အချို့သော အခြေအနေများတွင် PVC insulation နှင့် အခြားသော cable များအတွက် IEE current rating table များတွင်ဖော်ပြထားသော ပမာဏအောက် လျှော့ချသုံးစွဲရမည်ဖြစ်ပါသည်။

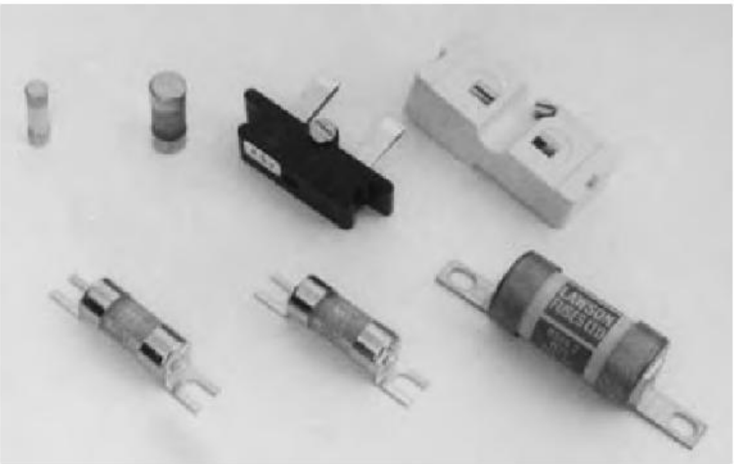
Rewirable fuse ကိုအသုံးပြုရခြင်း၏ တစ်ခုတည်းသော ကောင်းကျိုးမှာ ဈေးနှုန်းသက်သာခြင်းဖြစ်ကာ renew လုပ်ရန်ငွေကြေးကုန်ကျမည်မဟုတ်ပေ။ သို့သော် ယင်းကြောင့်ရရှိလာသောငွေကြေးသက်သာမှုသည် ယင်းသို့ သော rewirable fuse အားအသုံးပြုကာ overload protection လုပ်ခြင်းအတွက် ကြီးမားသော cable များအား အသုံးပြုခြင်းနှင့် ယှဉ်လျှင်မပြောပလောက်ပေ။ ယင်းသို့သော protection အားလည်း အလွန်ကောင်း မွန်ကြောင်း ပြောရန်မရှိပေ။

ကြီးမားသော fault များအား clear လုပ်ရန်အသုံးမပြုနိုင်ခြင်းနှင့် low rupturing capacity ဖြစ်ခြင်းစသည့်အချက်တို့ကလည်း ထပ်ဆောင်းအပြစ်များပင်ဖြစ်ပါသည်။

Supply authority တို့သည် ယင်းသို့သော fuse များအား protection လုပ်ရာတွင် သုံးစွဲလိုခြင်း မရှိတော့ပဲ overcurrent နှင့် short-circuit protection တို့အတွက် မတိကျသော method တစ်ခုအနေနှင့် အတိတ်တစ်ချိန်တွင် ကျန်ရစ်ခဲ့ပေတော့မည်။

HBC Fuses BS88 အရဖြစ်သော HBC Fuse များနှင့် BS1361 အရဖြစ်သော cartridge fuse များ (ပုံ၂.၈) တို့အား overcurrent များအား ဖယ်ရှားရာတွင်အသုံးပြုကာ short-circuit current များအား လည်း ယင်းတို့၏ rated breaking capacity အတွင်းမှာပင် လျှင်မြန် လုံခြုံစိတ်ချရစွာ clear လုပ်ပေးနိုင်ပေသည်။ အထူးပြုလုပ်ထားသော

HBC fuse များအား တစ်ခါတစ်ရံတွင် motor circuit များအတွက် မြင့်မားသော starting current များအား စောင့်ကြည့်ရန်နှင့် ယင်းသို့သော circuit များအတွက် ပုံမှန် overcurrent protection လုပ်နိုင်ရန်အတွက် motor starter များအတွင်း ထည့်သွင်းသုံးစွဲ ကြပါသည်။ (ဇယား ၅.၃၊ 'Final Circuit Feeding in Motors' အခန်း ၅)



ပုံ ၂.၈ HBC fuse အရွယ်အစားမျိုးစုံ၊ BS 1361 HBC Fuse များအား holder နှင့်အတူ အပေါ်ဘက်ခြမ်း တွင်ပြထားကာ BS 88 HBC Fuse များအား အောက်ဖက်တွင်ပြထားပါသည်။

ပုံ ၂.၉ BS 88 HBC Fuses များအရွယ်စုံနှင့် industrial installation များတွင် အသုံးပြုသော ပိုမိုကြီးသော အရွယ်အစားများကိုလည်း ပြသထားပါသည်။ ယင်းတို့အား high short circuit current များဖြစ်လာနိုင်သည့် low-voltage circuit များတွင်circuit များတွင် အသုံးပြုကြကာ circuit breaker များ၏ back-up အဖြစ် electric motor များ နှင့် အခြားအလားတူ application များစွာတွင်အသုံးပြုကြပါသည်။

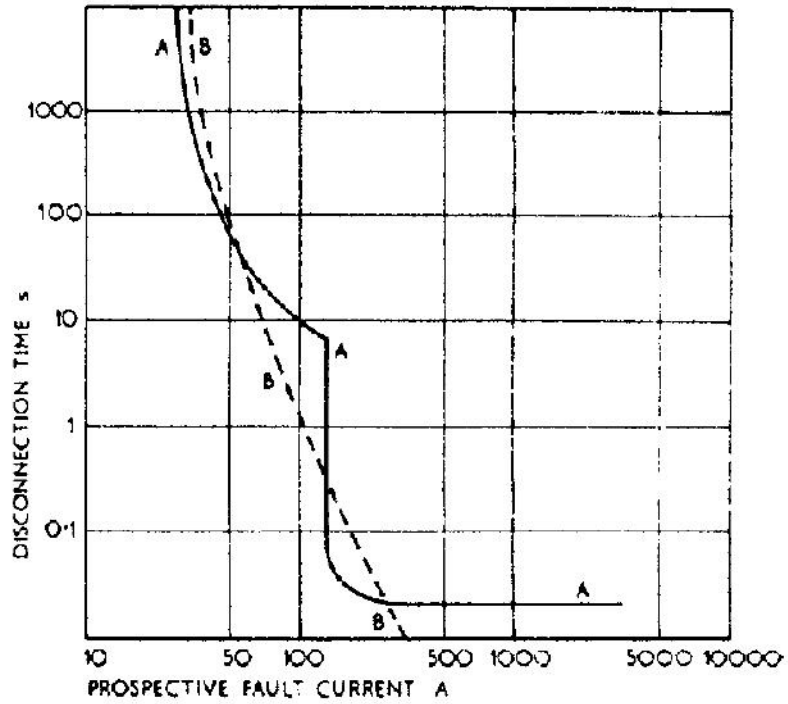
Miniature Circuit Breaker circuit breaker များသည် HBC Fuse များနှင့် သဘောခြင်းတူညီကာ ယင်းတို့သည် overcurrent နှင့် short-circuit protection နှစ်ခုစလုံးကိုလုပ်ကိုင်နိုင်ပါသည်။ ယင်းတို့တွင် ပုံမှန်အားဖြင့် overcurrent protection အတွက် thermal device ကိုတပ်ဆင်ထားပြီး၊ short-circuit ဖြစ်ခြင်းအား အလျင်အမြန် ကာကွယ်နိုင်ရန် magnetic device ကိုတပ်ဆင်ထားပါသည်။

20A miniature circuit breaker တစ်ခု၏ စံပြု time/current characteristic curve တစ်ခုအား ပုံ ၂.၁၀ တွင်ပြထားကာ 20A HBC fuse တစ်ခု၏ characteristic အားလည်း အတူတကွ မြင်နိုင်ပါသည်။ line များသည် အမျိုးမျိုးသော fault current များအတွက် device များ၏ disconnection time များအား ညွှန်ပြပါသည်။

စံပြု MCB တစ်ခု၏ အစိတ်အပိုင်းများအား ပုံ၂.၁၁ တွင်ဖော်ပြထားကာ ယင်း၏ operation လုပ်ပုံလုပ်နည်းအား ပုံ၏ အောက်ခြေတွင်ဖော်ပြထားပါသည်။ MCB များအား breaking capacity 16 000A အထိ ရရှိနိုင်ပါသည်။ သို့သော် device တစ်ခုစီအတွက် rating အား manufacture မှ ညွှန်ပြသော အချက်အလက်များအပေါ်တွင်မူတည်ကာ ဆုံးဖြတ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ MCB များအား residual current device များနှင့် တွဲကာ ရရှိနိုင်ပြီး RCD protection လိုအပ်သော နေရာများအတွက် အသုံးဝင်ပါသည်။

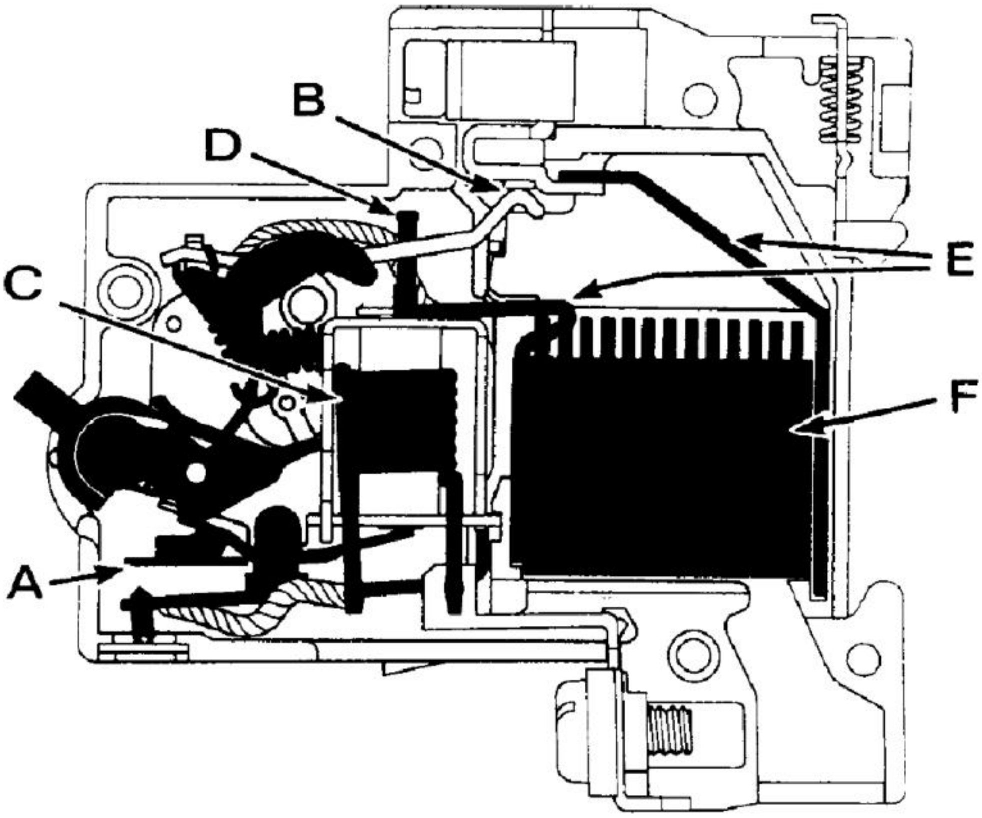
Protection against undervoltage

Chapter	Sections
45	451, 535 & 552



ပုံ ၂. ၁၀ စံပြု miniature circuit breaker တစ်လုံး၏ characteristics (line A) နှင့် HBC Fuse (line B)။

နှစ်ခုစလုံးတို့သည် 20A rated device များဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၂. ၁၁ စံပြု miniature circuit breaker တစ်လုံး၏ ဖြတ်ပိုင်းပုံ။ Overload ဖြစ်နေသောအချိန်တွင် bi-metal blade တစ်ခုသည် trip lever (A) အား operate လုပ်ခြင်းဖြင့် contacts (B) အား release လုပ်ပေမည်။ Short circuit ဖြစ်သောအခြေအနေတွင်မူ solenoid (C) သည် energize ဖြစ်ကာ contact (B) အား plunger (D) အားဖြင့် အလျှင်အမြန် open လုပ်ပေမည်။ contact များ ကွာခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာမည့် arc တို့သည် magnetically အားဖြင့် arc runners (E) တစ်လျှောက်ရွေ့သွားမည်ဖြစ်ကာ မီးတောက်ငယ်များအဖြစ်ကွဲထွက်ကာ arc splitter pack (F) အားဖြင့် ငြိမ်းသတ်ပါသည်။ (MEM Ltd)

Voltage လျော့ကျခြင်း သို့မဟုတ် ဆုံးရှုံးခြင်း နှင့် မကြာခဏ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား မကြာခဏ ပျက်လိုက် ပြန်လာလိုက်ဖြစ်ခြင်း စသည့် အန္တရာယ်ဖြစ်လာနိုင်ဖွယ် တို့ဖြစ်လာနိုင်ခြေအား အသုံးပြုသူတို့အတွက် installation နှင့်အတူ ပူးတွဲ လုပ်ဆောင်သွားရန်လိုအပ်ပါသည်။ 'no-volt' သို့မဟုတ် 'low-volt' ကဲ့သို့သော relay များကို အသုံးပြုကာ သင့်လျော်သော protection ကို ရရှိစေသကဲ့သို့ IEE Regulation များမှလည်း ယင်းသို့သော operation များအတွက် တစ်စုံတစ်ရာသော အခြေအနေများကို ရရှိစေပါသည်။

Isolation and Switching

Chapter	Sections
46	476 & 537

သင့်လျော်သော isolation ကို ထားရှိခြင်းဖြင့် installation တိုင်းအတွက် supply အား cut off လုပ်ပေးနိုင်ပေမည်။ (IEE Regs 131-14 နှင့် 460). လျှပ်စစ်မော်တာတိုင်းအတွက် ကောင်းမွန်သော disconnection လုပ်ရန် efficient means ရှိမှသာ အလွယ်တကူ accessible လုပ်နိုင်ပေမည်။ IEE Regulations ၏ အခန်း ၄၆ တွင် ယင်း subject အတွက် အပိုင်း ၄ ခု ရှိကာ ယင်းတို့မှာ Isolation၊ mechanical maintenance အတွက် Switching လုပ်ခြင်း၊ Emergency switching လုပ်ခြင်းနှင့် Functional switching တို့ ဖြစ်ပါသည်။ Switching လုပ်ရာတွင် လုပ်ဆောင်ရ အဆင်ပြေလွယ်ကူစေရန် "functional switching" သို့မဟုတ် "control switching" စသည့်အချက်များသည် IEE Regulation 464 စသည်နှင့်သက်ဆိုင်ကာ အချို့သော အခြေအနေတွင် ယင်း functional switches များသည် Regulation များနှင့် ကိုက်ညီသည့် isolating device များအနေဖြင့် ပါရှိပါသည်။

Isolation အတွက် switching နှင့် mechanical maintenance အတွက် Switching စသည့် နှစ်ခုတွင် ထူးခြားမှု ရှိပါသည်။ Isolation သည် isolate လုပ်လိုသော circuit အတွက် အရည်အချင်းရှိသော သူမှ လုပ်ဆောင်မှုပြုနိုင်ရန် ဖြစ်ပြီး live ဖြစ်နေသော အစိတ်အပိုင်းများတွင် လုပ်ငန်းလုပ်ဆောင်မှုပြုနိုင်ရန်ဖြစ်ကာ mechanical maintenance အတွက် Switching လုပ်ခြင်းဆိုသည်မှာမူ electrical work မဟုတ်သော အခြားသော အကြောင်းအရာများအတွက် equipment အား disconnect လုပ်ရန် ဖြစ်ပါသည်။ နှစ်ခုစလုံးတွင် lockable switch များ သို့မဟုတ် အခြားသော နည်းလမ်း များဖြင့် circuit အား မထင်မှတ်ပဲ re-energised ဖြစ်စေခြင်းမရှိစေရန်ဖြစ်ကာ အသုံးပြုသော switch အမျိုးအစားများမှာလည်း ကွဲပြားခြားနားမှုအချို့ ရှိပေမည်။

Emergency switching အား လည်ပတ်နေသော machinery၊ escalator များ၊ သို့မဟုတ် conveyor များ စသည့် အန္တရာယ်ရှိသော နေရာများအတွက် အသုံးပြုပါသည်။ emergency switch အတွက် သင့်လျော်သော marking လိုအပ်ကာ တစ်ခါတစ်ရံတွင် contactor တစ်ခုအား control လုပ်သည့် stop button အား သင့်လျော်သည့် အနေအထားဖြင့် အသုံးပြုကြပါသည်။

Installation တိုင်းတွင် isolation လုပ်ရန် နည်းလမ်းပါဝင်ရမည်ဖြစ်ကာ အခြား categories နှစ်ခုအတွက် လိုအပ်ချက်များမှာမူ အသုံးပြုသော equipment ၏ သဘာဝ အပေါ်တွင် တည်မှီနေပေသည်။ installation အားလုံး၊ သို့မဟုတ် small installation များတွင် တစ်ခုထက်ပိုသော isolator များအား အသုံးပြုရန်လိုအပ်ကာ တစ်နေရာရာ တွင် အလုပ်တစ်ခုခုလုပ်လိုပါက installation တစ်ခုလုံးအား shutting down လုပ်ရသည့် အဆင်မပြေမှုမှ ကာကွယ်နိုင်ပါသည်။ isolator များ အား လုံလောက်စွာတပ်ဆင်မထားခြင်း သို့မဟုတ် အဆင် ပြေအောင်တပ်ဆင် ထားခြင်း မရှိပါက live ဖြစ်နေသော ယင်း isolator အားအသုံးပြုရာတွင် အဆင်မပြေ ဖြစ်တတ်ပါသည်။

ဇယား ၂.၁ တွင် function များ အသီးသီးအတွက် အသုံးပြုသော အခြားသော deivce များအတွက် swiching များအား ဖော်ပြထားပါသည်။

မှတ်သားရန်မှာ အချို့သော circuit breaker အမျိုးအစားများ၊ microbreak switch များနှင့် semiconductor device များအား isolating device များ အဖြစ် အသုံးမပြုကြပါ။

Circuit Design

Electrical Installations အတွက် IEE Regulations မှ အချို့သော အဓိက လိုအပ်ချက်များအား သတ်မှတ်ပြီးနောက် installation နှင့်သက်ဆိုင်သော design အတွက်လက်တွေ့ကျစွာ စတင် propose လုပ်နိုင်ပါတော့သည်။ အဓိက အနေနှင့် switchgear၊ protective device များနှင့် cable အရွယ်အစားတို့အား မှန်ကန်စွာရွေးချယ်သမှု ပြုပေးရပါမည်။ ထိုသို့ မှန်ကန်စွာရွေးချယ်နိုင်ရန် အောက်ပါအချက်များအား ထည့်သွင်းစဉ်းစားပေးရပါမည်။

Subdivision နှင့် circuit အရေအတွက်

Circuit အတွက် ဒီဇိုင်းထုတ်လိုသည့် current

Protective device အတွက် nominal current

Live conductor ၏ အရွယ်အစား

Overload protection ပြုလုပ်ခြင်း

Grouping factor

လေထုအပူချိန်

Insulation ၏ အပူဒဏ်ခံနိုင်မှု

Voltage ဆုံးရှုံးမှု

Short circuit protection လုပ်ခြင်း

Earthfault ဖြစ်ခြင်းမှ protection လုပ်ခြင်း

Indirect contact ဖြစ်ခြင်းမှ protection လုပ်ခြင်း

Table 2.1 *Switching and other devices permissible for the various purposes listed in the IEE Regulations*

Device	*Use as isolation*	*Switching for mechanical maintenance*	*Emergency switching*
Isolator	yes	–	–
Isolating switch	yes	yes	yes
Switch	–	yes	yes
Plug and socket	yes	yes	–
Fuse link	yes	–	–
Link	yes	–	–
Circuit breaker	see note A	yes	yes
Remote control of contactor	–	see note B	yes

Note A: Only if the circuit breaker is designed with the required contact separation (IEE Regulation 537-02-02).
Note B: It can be dangerous to use control circuits for isolation purposes or for mechanical maintenance unless additional precautions are taken.

Subdivision and number of circuits

Section

314

အသေးဆုံး installation ပင်ဖြစ်စေကာမူ circuit များအား ခွဲခြားထားရန်လိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့ခွဲခြားခြင်းအတွက် ပထမအချက်နေနှင့် load အား ခွဲခြမ်းလိုက်သည့်အတွက် cable သွယ်တန်းရန်နှင့် switchgear တို့အတွက် လုံခြုံစိတ်ချစွာကိုင်တွယ်နိုင်ပြီး ဒုတိယအချက်အနေနှင့် IEE Regulation များမှ အဆင်မပြေဖြစ်နိုင်သော လိုအပ်ချက်များအား (IEE Regulation 314-01-02) အား ထည့်သွင်းစဉ်းစားနိုင်ပါသည်။

ပုံ ၂. ၁၂ ခေတ်မီ လျှပ်စစ်များကိုသာအသုံးပြုထားသော kitchens များတွင် တစ်ခါတစ်ရံ တိုးတက်များပြားလာသော စားဖွယ်သောက်ဖွယ်များပြင်ဆင်နိုင်ရန် သီးခြား ring circuit တစ်ခုလိုအပ်ပါသည်။ Dish washer များ၊ Clothes washer များနှင့် dryer များအား ထပ်ဆောင်းပစ္စည်းများအနေနှင့် တစ်ခါတစ်ရံ မြင်တွေ့ကြရပါသည်။ (Thermoplan (UK) Ltd)

သေးငယ်သော installation များတွင် အနည်းဆုံး lighting circuit နှစ်ခုပါရှိသင့်ကာ ထိုသို့ ပါရှိခြင်းဖြင့် fault ဖြစ်နေသော အခြေအနေတွင် protective device မှ tripping လုပ်သော အခါတွင် installation တစ်ခုလုံး blackout ဖြစ်ခြင်း မဖြစ်ပေါ်တော့ပေ။ ထို့ပြင် lighting နှင့် power တို့အတွက် သီးခြား circuit များ ထားရှိပေးရမည်ဖြစ်ပါသည်။ အတိတ်တစ်ချိန်က socket outlet များ လုံလောက်စွာတပ်ဆင်ထားရှိခြင်း မရှိသည့်အတွက် သုံးစွဲသူများ အနေဖြင့် adapor များ များပြားစွာ အသုံးပြုရခြင်း နှင့် flexible cord များအား သုံးစွဲခဲ့ ရပါသည်။ ထိုသို့သုံးစွဲခြင်းဖြင့် socket များအား overload ဖြစ်စေကာ leads များတွင် tripping ဖြစ်ခြင်းကဲ့သို့သော အမျိုးမျိုးသော hazard များအား ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ယင်းသို့သော အခြေအနေသည် မဖြစ်ထိုက်သော အခြေအနေဖြစ်ကာ အသုံးပြုမည့်သူများ အတွက် အဖြစ်နိုင်ဆုံးသော လုံလောက်သော outlet များအား တပ်ဆင်သုံးစွဲခြင်းဖြင့်သာ တားဆီးနိုင်ပေသည်။

အထူးသဖြင့် kitchen ကဲ့သို့သော နေရာများတွင် electrical equipment များအား တိုးတက်သုံးစွဲလာခြင်း ကြောင့်လည်း load များ အလွန်တိုးပွားလာနိုင်သည်ဟု မှတ်သားထားရပါမည်။ သီးခြား ring circuit အား kitchen ဧရိယာ တွင် install လုပ်ထားခြင်းဖြင့် electrical kettles များ၊ dish washer များ၊ washing machine နှင့် အခြားသော equipment များ တိုးတက်သုံးစွဲမှုကို ဖြေရှင်းပေးနိုင်ပါသည်။ ထည့်သွင်း တပ်ဆင်သုံးစွဲမည့် ring circuit

arrangement အရေအတွက်အား designer သည် install လုပ်မည့် circuit အတွက် load မည်မျှ တိုးတက်သုံးစွဲနိုင်သည် ဆိုသည့် သင့်လျော်သော ခန့်မှန်းမှုပြုခြင်းဖြင့် ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။

ကြီးမားသော commercial သို့မဟုတ် industrial installation များတွင်လည်း circuit များအား သေချာစွာ divide လုပ်ရန် လိုအပ်ပါသည်။ ဖော်ပြပြီးခဲ့သည့် general characteristic များ အတိုင်း လိုက်နာဆောင်ရွက်ခြင်းဖြင့် installation အား မည်သို့အသုံးပြုမည် နှင့် အမှန်တစ်ကယ်လုပ်ဆောင်မည့် process တို့သည် designer တစ်ယောက်အား circuit များ မည်သို့ခွဲမည်ကို ညွှန်ပြပေးပေမည်။ commercial သို့မဟုတ် industrial installation များ တို့တွင် distribution board များအား supply ပေးရန် main နှင့် submain cable များ လိုအပ်ကာ final circuit များအား ခါတ်အား ဖြန့်ဝေပါသည်။

Multicore Cables in Parallel

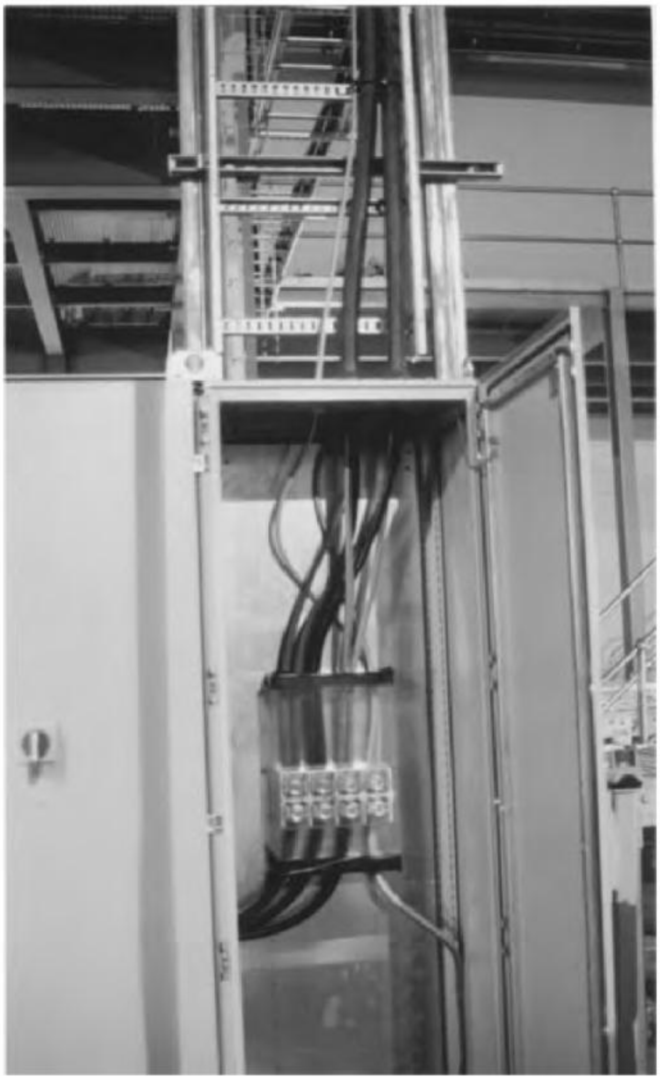
တစ်ခါတစ်ရံတွင် multicore cable နှစ်ခု သို့မဟုတ် ထို့ထက်ပိုသော အရေအတွက် များအား အပြိုင်သွယ်တန်း သင့်ပါသည်။ ထိုသို့ install လုပ်ခြင်းအတွက် ငွေကြေးကုန်ကျမှု သို့မဟုတ် same duty အတွက် single cable ကို သုံးမည့်အစား ယင်းထက် အရွယ်အစား သေးငယ်သော cable အရွယ်အစားများအား အသုံးပြုခြင်း ကြောင့် installation လုပ်ရာတွင် လွယ်ကူမှုရရှိစေကာ cable အား ကွေးမှုပြုရာတွင်လည်း bending radii ကို သေးငယ်စေပါသည်။ သို့သော် cable များအား group လုပ်ထားရသည့်အတွက် derating ရစေပါသည်။ 500A Circuit Breaker ဖြင့် protect လုပ်သည့် circuit တစ်ခုတွင် 300mm 4-core PVC SWA နှင့် PVC cable များ လိုအပ်ပါသည်။ အကယ်၍ cable များအား အပြိုင်ဆက်သွယ်မည်ဆိုပါက သေးငယ်သော cable နှစ်ကို အသုံးပြုနိုင် ပါသည်။ တွက်ချက်မှုကိုအောက်တွင်ပြထားပါသည်။ ယင်း ဥပမာတွင် derating factor အား 0.86 ဟု ထားရှိကာ cable များအား cable tray တွင် clip direct လုပ်ခြင်းဖြင့်သွယ်တန်းမည်ဟု ယူဆပါမည်။

$$I_t = \frac{500\text{ A}}{0.86 \times \text{cables}} = 291\text{A}$$

၎င်းတွင် I_t သည် cable တစ်ခုစီ အတွက်လိုအပ်သော တွက်ချက်မှုမှတစ်ဆင့်ရရှိသည့် current carrying capacity ဖြစ်ပါသည်။

IEE Table 4D4A တွင် စစ်ဆေးကြည့်သောအခါတွင် 150mm^2 cable နှစ်ချောင်းလိုအပ်မည်ဟုပြဆိုထားသော်လည်း 120mm^2 cable တစ်ခုတည်းပင်လျှင် 290A ကို သယ်ဆောင်နိုင်ပေသည်။ Tray တွင် cable နှစ်ချောင်းအား install လုပ်ရန်ဖြစ်နိုင်ပါက ယင်း cable သွယ်တန်းထားသော အလျားတစ်လျောက်နှင့် termination များ အပါအဝင် ယင်းတို့၏ တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြားတွင် cable ၏ diameter တစ်ခုစာမျှ အနည်းဆုံးရှိနေရမည်ဖြစ်ကာ derating factor သည် 0.91 ဖြစ်လာကာ 120mm^2 cable နှစ်ချောင်းအား အသုံးပြုနိုင်ပေသည်။ ယင်း cable များသည်

300mm^2 cable အောက် ဈေးနှုန်းသက်သာကာ 120mm^2 နှင့် 150mm^2 တို့၏ bending radius များမှာလည်း 300mm^2 cable ၏ bending radius နှင့် ယှဉ်လျှင် အလွန်သေးငယ်ပေသည်။ ကြီးမားသော cable များအား install လုပ်ရန်နေရာ ကန့်သတ်ချက်ရှိပါက bending radius နည်းခြင်းက အလွန်ကောင်းမွန်ပေသည်။



ပုံ ၂. ၁၃ cable များအား အပြိုင်သွယ်တန်းခြင်းဖြင့် installation task အား ပိုမိုလွယ်ကူစေကာ more economical scheme တစ်ခုအနေနှင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ ယခုပုံသည် 415V multicore cable များအား အပြိုင်သွယ်တန်းအသုံးပြုထားသော distribution circuit တစ်ခုဖြစ်ကာ cable ladder ပေါ်တွင်တင်၍သွယ်တန်းထားပြီး distribution board အား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးပို့ရန်ဖြစ်ပါသည်။ cable များသည် 120mm^2 multicore PVC insulated SWA copper cable များဖြစ်ကြပါသည်။ parallel cable များအဖြစ်အသုံးမပြုခဲ့ပါက 300mm^2 cable များအား အသုံးပြုရန်လိုအပ်ပေမည်။ (W.T. Parker Ltd)

နှစ်ခုသို့မဟုတ် နှစ်ခုထက်ပိုသော cable များအား အပြိုင်ဆက်သွယ်ရန် မသင့်လျော်ဟူသည့် အကြောင်းပြချက် မရှိသော်လည်း IEE Regulations တွင် load current သည် ယင်းတို့အတွင်း ညီညီမျှမျှစီးဆင်းသည်ကို တိုင်းတာထားရန် အလွန်အရေးကြီးပါသည်။ ထိုသို့ဖြစ်စေရန် material၊ cross-sectional area နှင့် အလျား တူညီသော conductor များအား အသုံးပြုခြင်းဖြင့်ရရှိနိုင်ပါသည်။ ထို့ပြင် ယင်းသို့သွယ်တန်းထားသော အလျား တစ်လျှောက် bruch circuit များလည်း မရှိရပေ။ socket outlet ring circuit များသည် conductor များအား အပြိုင်ဆက်သွယ်ထားခြင်းမဟုတ်ကြောင်းကို မှတ်သားထားရပေမည်။ အရွယ်အစား ကြီးမားသော conductor များတွင် cross-sectional area ၏ တစ် မီလီမီတာ မျှသော ဧရိယာတွင် current အနည်းငယ်မျှသာ စီးပေမည်။
Core သုံးခုပါသော 95mm^2 armoured cable ၏ တစ် မီလီမီတာ ဧရိယာတွင် 2.64A သယ်ဆောင်နိုင်သော်လည်း core သုံးခုပါသော 400mm^2 cable ၏ တစ် မီလီမီတာ ဧရိယာတွင်မှ 1.48A သယ်ဆောင်စီးဆင်းနိုင် သည်ကိုကြည့်ခြင်းအားဖြင့် ကြီးမားသော cable ရှိ conductor ၏ တစ်ဂက်နီးပါးမျှသည် အသုံးဝင်မှုမရှိပေ။
Circuit များအား parallel cable များအသုံးပြုကာ design ထုတ်မည်ဆိုပါက fault condition အား conductor တစ်ခုတည်းအပေါ်တွင်သာ စဉ်းစားရန်လိုအပ်ပါသည်။ IEE Regulation 434-03-03 အားအသုံးချကာ protective device ၏ characteristics များတွင် fault ဖြစ်သော အခြေအနေတွင် conductor ၌ temperature မြင့်တက်မှု စသော အချက်များ ပါဝင်မှုကို စစ်ဆေးသင့်ပါသည်။

4- core cables with reduced neutrals

Polyphase circuit များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးပို့သည့် multicore cable များတွင် phase များအကြား serious unbalance မရှိခဲ့သော် သို့မဟုတ် computing equipment သို့မဟုတ် သိသာထင်ရှားသော harmonic current များ ဖြစ်နိုင်ခြေရှိသော (IEE Regulation524-02-02) discharge lighting circuit များ သို့လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပို့လွှတ်မှု မရှိခဲ့သော် neutral conductor အရွယ်အစားအား လျှော့ချအသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ 3-phase circuit များတွင် single-core cable များအား အသုံးပြုကာ conduit အတွင်း သို့မဟုတ် trunking အတွင်း ထည့်သွင်း install လုပ်ပါကလည်း neutral အရွယ်အစားအား လျှော့ချနိုင်ပါသည်။
3-phase motor များအား control လုပ်သော panel များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးရာတွင် တစ်ခါတစ်ရံ 3-core cable အားအသုံးပြုကာ install လုပ်လေ့ရှိကာ control circuit အတွက် 230V လိုအပ်ကာ ယင်းအား သေးငယ်သော transformer အသုံးပြုခြင်းဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ ထိုသို့အသုံးပြုခြင်းသည် cable အကြီးအတွင်း core တစ်ခု ထပ်မံထည့်သွင်းအသုံးပြုခြင်းထက် ငွေကြေးကုန်ကျမှုသက်သာစေသော်လည်း အနာဂတ်တွင် ယင်း cable အား သုံးစွဲမှုအတွက် အကန့်အသတ်ဖြစ်စေပါသည်။

Designed Circuit Current

Section

311

မည်သို့သော ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်မှုဖြင့် installation လုပ်မည်၊ circuit အရေအတွက်မည်မျှပါဝင်မည် စသည့်အချက်များအား စဉ်းစားဆုံးဖြတ်ပြီးနောက် designer သည် နောက်တစ်ဆင့်အနေနှင့် circuit တစ်ခုစီအတွက် design current မည်မျှရှိသည်ကို စဉ်းစား ဆုံဖြတ်ရန်လိုအပ်ပါသည်။ တစ်ခါတစ်ရံ ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော water heater ကဲ့သို့သော equipment များအား feeding လုပ်သည့် circuit များတွင် သီးခြားပြဿနာများ မဖြစ်ပွားနိုင်သောကြောင့် မြန်ဆန်စွာ ဆုံးဖြတ်ချက်ချနိုင်ပါသည်။ socket outlet များသို့ feeding လုပ်သော circuit များတွင်မူ design current သည် protective device ၏ rating နှင့် တူမည်ဖြစ်ကာ သုံးစွဲသူမှ socket outlet တွင် သုံးစွဲသော load အပေါ်တွင် designer အနေနှင့် ထိမ်းချုပ်၍ မရနိုင်ပေ။

Installation လုပ်ဆောင်ရ ခက်ခဲသည့် type တစ်ခုမှာ modern industrial unit ဖြစ်ကာ ယခုခေတ်ကာလတွင် အထူးသဖြင့် စက်မှုဇုံများတွင် တွေ့နိုင်ပါသည်။ ထိုသို့သော အခြေအနေတွင် အဆောက်အဦးသည် အသုံးမပြုရသေးသော သို့မဟုတ် အသစ်ဖြစ်ပါက အနာဂတ်တွင် မည်သို့မည်ပုံအသုံးပြုမည်ကို ဆုံးဖြတ်ရခက် ပေမည်။ ထို့ကြောင့် electrical designer အနေနှင့် သင့်လျော်သော အနေအထားရှိသော capacity တစ်ခုကိုသာ ဆုံးဖြတ်ကာ install လုပ်ရန်လိုအပ်ကာ ယင်းသို့လျှပ်စစ်လုပ်ငန်းများ ထည့်သွင်းလုပ်ကိုင်ရန် လုပ်ငန်းအပ်နှံသူအား inform လုပ်ရပါမည်။

circuit များ၏ current demand အား assess လုပ်ရာတွင် diversity အသုံးပြုကာ allowance ရယူရပါမည်။ မည်သို့သော installation မျိုးမဆိုအတွက် ဂရုတစ်စိုက်ထားကာလုပ်ဆောင်ရပါမည်။ designer သည် အသုံးပြုလိုသော အဆောက်အဦး၊ အသုံးပြုလိုသော process စသည်တို့နှင့် ပတ်သက်သည့် ရရှိနိုင်သမျှသော information များအား စုစည်းရမည်ဖြစ် ကာ သူ၏ အတွေ့အကြုံတို့နှင့်ပေါင်းစပ်ကာ သင့်လျော်သော diversity ကို သတ်မှတ်အသုံးပြု ပေမည်။ diversity အသုံးပြုပုံ နှင့်သက်ဆိုင်သော ဥပမာတစ်ခုအား အခန်း ၄ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။ နောက်ထပ် consideration လုပ်ရန်လိုအပ်သော အချက်မှာ အနာဂတ်တွင် တိုးတက်သုံးစွဲနိုင်ရန် allowance ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအချက်အား final circuit တစ်ခုထက် distribution board တစ်ခုအား feeding လုပ်ပေးသည့် submain cable တွင် အသုံးပြုပါသည်။

ကြိုတင်ခန့်မှန်းနိုင်သော အနာဂတ်အတွက် ဥပမာအားဖြင့် maximum demand တွင် 25% မျှ additional load အား ထည့်သွင်း ရန်ဖြစ်နိုင်သော်လည်း အချို့သော case များတွင်မူ ထို့ထက်လျော့နည်းနိုင်ပါသည်။

အနှစ်ချုပ်အားဖြင့် designed circuit current အား ဆုံးဖြတ်နိုင်ရန် အောက်ပါ အချက်များအား လိုက်နာရန် လိုအပ်ပါသည်။

(၁) installation တွင် connected လုပ်လိုသော စုစုပေါင်း load အရေအတွက်အား တွက်ချက်ထားရန်

(၂) အတွေ့အကြုံနှင့် ရရှိထားသော information များအပေါ်တွင်အခြေခံကာ diversity ကို assessing လုပ်ပြီးနောက် maximum demand အား ခန့်မှန်း တွက်ချက်ရပါမည်။

(၃) အနာဂတ်တွင် တိုးတက်သုံးစွဲလာနိုင်သည့် load အတွက်သင့်လျော်သော allowance ကို ပေါင်းထည့်ပေးရပါမည်။

Nominal Current of Protective Device

Sections

432, 433 & 473

Protective device အတွက် nominal current သည် အထက်ဖော်ပြခဲ့သည့်တွက်ချက်မှုမှ ရရှိသော designed circuit current အပေါ်တွင် အခြေခံပါသည်။ အနာဂတ်တွင်သုံးစွဲလာနိုင်ချေရှိသော load အတွက် allowance အားပြုလုပ်ပြီးနောက် protective device (ဥပမာ - fuse သို့မဟုတ် circuit breaker) အား ယင်းတန်ဘိုးနှင့်နီးစပ်အောင် ရွေးချယ်ရပါမည်။

IEE Regulation 433-02 တွင် protective device ၏ nominal current သည် circuit ၏ design current အောက် မငယ်ရစေဘဲ rating အား ရွေးချယ်ရာတွင်လည်း မှန်းဆထားသည့်အတိုင်း အနီးဆုံး ရရှိစေရန် ဖြစ်သင့်ပါသည်။ fuse သို့မဟုတ် circuit breaker အရွယ်အစား ကြီးခြင်းကြောင့် ငွေကြေးပိုမိုကုန်ကျမည် မဟုတ်သော်လည်း higher rating ကို install လုပ်ခြင်းဖြင့် protective device သည် overload protection ကို ပြုလုပ်မည်ဆိုပါက ပိုမိုကြီးမားသော cable ကို install လုပ်ရပေမည်။

Size of live Conductors

Sections		Appendix
433, 473 & 523	—	4

အသုံးပြုလိုအပ်သော cable size အား ဆုံးဖြတ်ရာတွင် အသုံးပြုသော အချို့သော ဇယားများအား IEE Appendix 4 တွင်ရရှိနိုင်ပါသည်။ Appendix အား အပိုင်းများ ခွဲထားပါသည်။ Section 4A တွင်ရှိသော ဇယားများသည် cable များအား install လုပ်သည့် method နှင့် သက်ဆိုင်ကာ ဇယား 4B သည် cable များ grouping လုပ်ခြင်းနှင့် သက်ဆိုင်သော correction factor များအား ဖော်ပြထားပြီး ဇယား 4C တွင်မူ ambient temperature နှင့်သက်ဆိုင်သော correction factor ကိုဖော်ပြထားကာ ဇယား 4D မှ 4L အထိသည် မတူကွဲပြားသော cable များနှင့်သက်ဆိုင်သော current rating နှင့် voltage drop များအား ဖော်ပြထားပါသည်။

ဇယား 4A1 တွင် ကွဲပြားခြားနားသော wiring system အခု ၂၀ အား ဖော်ပြထားပါသည်။ အသုံးပြုသော installation method အပေါ်တွင်မူတည်ကာ cable များ ရှိ current သယ်ဆောင်နိုင်သော ပမာဏ သိသိသာသာ ကွာဟပေမည်။ ထို့ကြောင့် ဇယား 4D နှင့် 4L တို့အား ရည်ညွှန်းမှုပြုရာတွင် သင့်လျော်သော column များကိုသာ အသုံးပြုရန် လိုအပ်ပါသည်။ IEE ဇယားများ ဖြစ်ကြသော 4B1၊ 4D2 နှင့် 4D4 တို့မှ ထုတ်နုတ်ထားသောသော အစိတ်အပိုင်းများ အား ယခုစာအုပ်၏ အခန်း ၃ တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

Ambient temperature နှင့်သက်ဆိုင်သော correction factor များအား အကယ်၍ semi-enclosed fuse များအား အသုံးပြုပါက ဇယား 4C2 တွင်ဖော်ပြထားကာ၊ အခြားသော protection အမျိုးအစားများအား အသုံးပြုပါက ဇယား 4C1 တွင်ရရှိနိုင်ပါသည်။ မည်သို့သော circuit အမျိုးအစားမဆိုအတွက် cable အရွယ်အစားသည် အချက်အလက် များစွာ အပေါ်တွင် မှီတည်နေကာ အချက်တစ်ခုစီအား နောက်ပိုင်းတွင် ဆက်လက်ဖော်ပြပါမည်။ ယင်းအချက်များနှင့် သက်ဆိုင်သော ဥပမာများအား ယခု အခန်း၏ နောက်ပိုင်းတွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

Overload Protection protective device တစ်ခုသည် overload protection လုပ်နိုင်သည်ဆိုပါက circuit ရှိ conductor များအား အရွယ်အစား သတ်မှတ်ရာတွင် protective device ၏ nominal rating (I_n) ဖြင့် သတ်မှတ်ရပါမည်။ သို့သော် protective device မှ operate လုပ်ရန် လိုအပ်သော current I_2 သည် circuit conductor များ၏ သယ်ဆောင်စီးဆင်းနိုင်သော current, I_Z ၏ 1.45 အဆထက် မကျော်လွန်ရပေ။ protective device သည် ယင်း၏ rating ၏ 1.45 အဆအတွင်း disconnect မဖြစ်ခဲ့ပါက correction factor တစ်ခုအား အသုံးပြုရပေမည်။ correction factor အား အောက်ပါအတိုင်း သတ်မှတ်နိုင်ပါသည်။

ဥပမာအားဖြင့် semi-enclosed (rewirable) fuse အား အသုံးပြုပါက

$$\text{Fusing factor} = \frac{\text{Current required to operate the device } (I_2)}{\text{Nominal rating of the protective device } (I_n)}$$

Rewirable fuse အတွက် fusing factor သည် 2 ဖြစ်သော်

ထို့ကြောင့် $2 = I_2/I_n$ ဖြစ်ခြင်းကြောင့် $2I_n = I_2$ ဖြစ်ပေမည်။

အထက် IEE Regulation 433-02-02 မှ ဖော်ပြထားသည့် Overload formula အတွင်း I_2 တန်ဘိုးအား ထည့်သွင်းတွက်ချက်သော်

$I_2 \leq 1.45 I_Z$ ဖြစ်ခြင်းကြောင့် $2I_n \leq 1.45 I_Z$ ဖြစ်ပေမည်။ (1)

ဤတွင် I_Z သည် protect လုပ်ထားသော conductor ၏ current သယ်ဆောင် စီးဆင်းနိုင်သော ပမာဏ ဖြစ်သည်။

(1) အရ I_n = 0725 I_Z ဖြစ်ကာ အလွယ်တကူ ဖော်ပြရသော်

$I_Z = I_n / 0.725$

IEE Regulations တွင် 0.725 အတွက် symbol သတ်မှတ်ချက်မရှိခြင်းကြောင့် ယင်းအား derating factor အဖြစ်သတ်မှတ်နိုင်ခြင်းမရှိပေ။ သို့သော် ယင်းအား သင်္ကေတ S ဖြင့် ဖော်ပြခြင်းအားဖြင့် Semi-enclosed fuse factor အဖြစ် derating factor နှင့်နှိုင်းယှဉ်လျှင် အလွယ်တကူမှတ်သားမိစေနိုင်ပါသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ overload protection အတွက် semi-enclosed fuse များအား အသုံးပြုသောအခါတွင် ယင်းတို့အား overload protection တစ်ခုတည်းအတွက်ကိုသာ အသုံးပြုသည့်အတွက် derating factor 0.725 အား fuse ၏ rating (I_n) ၏ ပိုင်းခြေတွင် ထားရှိအသုံးပြုခြင်းဖြင့် conductor (I_t) အတွက် current သယ်ဆောင်နိုင်သော ပမာဏကို ရရှိစေပါသည်။ fusing factor 1.45 ထက်ကြီးသော မည်သည့် protective device မဆိုအတွက် အလားသဏ္ဍာန်တူသော တွက်ချက်မှုမျိုးလိုအပ်ပါသည်။

သုံးစွဲမည့် Load ၏ အခြေအနေပေါ်တွင်မူတည်ကာ conductor တစ်ခုသည် overload အား သယ်ဆောင်မည့်အနေအထားမရှိပါက overload protection အား ထည့်သွင်းအသုံးပြုရန်မလိုအပ်ပေ (IEE Regulation 473-01-04)။ ဆိုလိုသည်မှာ ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော resistive load အတွက် protective device သည် fault current ကိုသာ protect လုပ်ရန် လိုအပ်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် immersion heater တွင် load သည် resistive ဖြစ်ကာ ပုံသေတပ်ဆင်ထားခြင်းကြောင့် overload ဖြစ်နိုင်ချေမရှိပေ။ ယင်းကဲ့သို့သော အခြေအနေများကြောင့် protective device သည် fault current ကိုသာ protect လုပ်ပေသည်။ ထို့ကြောင့် conductor များအား အရွယ်အစား သတ်မှတ်ရာတွင် protective device ၏ nominal rating အစား circuit ၏ design current အပေါ်တွင်သာ မူတည်သတ်မှတ်ပြီး၊ semi-enclosed fuse များအတွက်သုံးသော derating factor 0.725 အားလည်းသုံးစွဲရန်မလိုအပ်တော့ပေ။

ဥပမာ - 3kW ရှိသော immersion heater အား 230V supply တွင် install လုပ်မည်ဆိုပါက cable အတွက် လိုအပ်သော အနည်းဆုံး current carrying capacity နှင့် အကယ်၍ အခြားသော derating factor များအား အသုံးမပြုခဲ့ပါက BS 3036 semi-enclosed fuse မည်သည့်အရွယ်အစား လိုအပ်မည်နည်း။

$$\text{Current taken by immersion heater} = \frac{3000\ \text{W}}{230\ \text{V}} = 13\,\text{A}$$

လိုအပ်သော fuse အရွယ်အစားသည် 15A ဖြစ်သော်လည်း fault current ကိုသာ protect လုပ်မည်ဖြစ်ကာ load သည် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော resistive load ဖြစ်ခြင်းကြောင့် cable ၏ I_t သည် 13A ဖြစ်သည်။

IEE Appendix 4 မှ ဇယားများအား အသုံးပြုကာ တိုက်ဆိုင်စစ်ဆေးကြည့်သော် thermal insulation နှင့် ထိနေခြင်းမရှိသည့်အတွက် 1.0mm^2 သည် သင့်လျော်ပါသည်။

ပုံမှန်အားဖြင့် Circuit တစ်ခုအတွက် IEE Wiring Regulations အသုံးပြုခြင်းဖြင့် ရှိနေသော limitation များသည် အခြားသော circuit နှင့် အတူတူပင်ဖြစ်ပါသည်။ fuse ကို fault current protection အတွက်သာ သုံးစွဲခြင်းဖြစ်ခြင်း

ကြောင့် conductor များကိုသာ fault current အား protect လုပ်နိုင်ခြင်း ရှိမရှိ စစ်ဆေး တွက်ချက်ရန်လိုအပ်ပါသည်။

Overload protection အတွက် protective device ကို သုံးစွဲထားခြင်းဖြင့် semi-enclosed fuse များအတွက် derating factor 0.725 ကို အသုံးပြုရပါမည်။ ဥပမာ - circuit ၏ design current သည် 17A ဖြစ်ပြီး၊ Overload protection အား 20A BS 3036 နှင့် ကိုက်ညီသော semi-enclosed (rewirable) fuse ကို အသုံးပြုခြင်းကြောင့် conductor ၏ အနိမ့်ဆုံး current-carrying capacity သည်

$$I_t = \frac{20\ \text{A}}{0.725} = 27.59\ \text{A}$$

IEE Wiring Regulations တွင်ရှိသော Appendix 4 ရှိ MICC ဇယားသည် current – carrying capacity ဇယားများဖြစ်ကာ ယင်း cable များသည် overload အား protect လုပ်ရာတွင် 0.75 ဟူသော factor ကို သုံးစွဲရန် မညွှန်ကြားပေ။ ထို့ကြောင့် derating factor 0.725 အား overload protection အတွက် semi-enclosed fuse အား အသုံးပြုသော အခြားသော cable အမျိုးအစားများတွင်သာ အသုံးပြုကြပါသည်။

အကယ်၍ overload protection အား BS88 part 2 အရ HBC fuse သို့မဟုတ် BS1361 အရ ဖြစ်သော catridge fuse သို့မဟုတ် MCB တို့ကို အသုံးပြုပါက derating factor ဖြစ်သော 0.725 အား အသုံးပြုရန်မလိုပဲ conductor ၏ အရွယ်အစားအား protective device ၏ rating ဖြင့်သတ်မှတ်နိုင်ကာ အထက်မှ ဥပမာ တွင်ဖော်ပြခဲ့သော 20A ဖြစ်ပါသည်။

Circuit အား overload နှင့် fault current တို့မှ protect လုပ်ရန် သို့မဟုတ် fulat current တစ်ခုတည်းအား protect လုပ်ရန် စဉ်းစားဆုံးဖြတ်ပြီးနောက် conductor size နှင့်ပတ်သက်သော အခြားသော factor များအား ဆက်လက် consider လုပ်ပါမည်။

Grouping Factor circuit များအတွက် voltage drop၊ fault currents များမှ protection လုပ်ခြင်းနှင့် indirect contact ဖြစ်ခြင်းတို့အား မစစ်ဆေးမီ cable များ၏ အရွယ်အစားအား ပထမဦးစွာ သတ်မှတ်ရပေမည်။ အကယ်၍ cable များအား အခြားသော cable များနှင့် group လုပ်မည်ဆိုပါက ယင်းတို့အား derated လုပ်ရပေမည်။ derated လုပ်ရမည့် ပမာဏ သည် ယင်းတို့အား မည်သို့ install လုပ်ထားသည်ဆိုသည့်အပေါ်တွင် တည်မှီပါသည်။ Wiring Regulation တွင်အသုံးပြုသော symbol များအား IEE Part 2 တွင် define လုပ်ထားပါသည်။ grouping factor အတွက် latest version သည် C_g ဖြစ်သော်လည်း G ဆိုသော သင်္ကေတကိုသာ အသုံးပြုနိုင်ကာ grouping ဟူသော သဘောကို ဆောင်ပါသည်။

Derating သို့မဟုတ် correction factor အား ပိုင်းခြေတွင်ထားကာ circuit တွင် overload အား protect လုပ်သည် မလုပ်သည် ဆိုသော အခြေအနေပေါ်တွင်မူတည်ကာ protective device ၏ rating (I_n) သို့မဟုတ် design current (I_b) အား စားခြင်းပြုရပေမည်။

Cable များအား ယင်းတို့မှ အကြီးဆုံး cable ၏ diameter ၏ နှစ်ဆမျှ ခွဲခြားထားပါက grouping အတွက် derating အား ထည့်သွင်းတွက်ချက်ရန် မလိုအပ်ပေ သို့မဟုတ် ကပ်လျှက်ရှိသော conductor များအကြား spacing သည် cable တစ်ခု၏ diameter မျှသာရှိပါက derating factor ကို လျော့ချစဉ်းစားပေးနိုင်ပါမည်။

Grouping အတွက် derating factor များအား Appendix 4 ရှိ IEE ဇယားများ 4B1, 4B2 နှင့် 4B3 တို့တွင် မြင်တွေ့နိုင်ကာ ယင်းဇယား တို့အား မည်သို့ အသုံးပြုမည်နှင့် သက်ဆိုင်သော ဥပမာအား ဖော်ပြရမည်ဆိုပါက - twin cable သုံးခုနှင့် CPC cable တို့အား တွဲကာ surface တစ်ခုတွင် install လုပ်ထားပြီး 20A MCB ကို အသုံးပြုကာ overload အား protect လုပ်ထားပါသည်။

IEE ဇယား 4B1 အရ cable သုံးခုအား စုစည်းထားပါက correction factor သည် 0.7 ဖြစ်ပေမည်။ ထို့ကြောင့် cable (I_t) အတွက် တွက်ချက်မှုကြောင့် ရရှိလာမည့် current-carrying capacity သည်

$$I_t = \frac{I_n}{G} = \frac{20\ \text{A}}{0.7} = 28.57\ \text{A}$$

ယင်း ဥပမာကိုပင် အသုံးပြုကာ cable များသည် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော resistive load များအား supply လုပ်သည်ဟု ယူဆပြီး design current I_b (full load current) သည် 17A ဖြစ်သော် conductor များ၏ current carrying capacity အဘယ်မျှ ရှိမည်နည်း။

ဤတွင် overload အား protect လုပ်သည့် circuit နှင့် short-circuit တစ်ခုတည်းကိုသာ protect လုပ်ရန်လိုအပ်သည့် circuit ဆိုသည့် ကွဲပြားမှု ရှိပါသည်။

Short-circuit တစ်ခုတည်းကိုသာ protect လုပ်လိုသော circuit အတွက်

$$I_t = \frac{I_b}{G} = \frac{17\ \text{A}}{0.7} = 24.29\ \text{A}$$

ထို့ကြောင့် short-circuit တစ်ခုတည်းကိုသာ protect လုပ်လိုသော circuit အတွက် cable size ကို တွက်ချက်မှုပြုရာတွင် current-carrying capacity သည် နည်းပါးမည်ဖြစ်ကာ circuit တွင်အသုံးပြုသော protective device ၏ rating ထက် design current အပေါ်တွင် အခြေခံပေမည်။

Ambient Temperature cable များ၏ current – carrying capacity အား IEE Wiring Regulations တွင် ဖော်ပြမှုများသည် ambient temperature 30°C အပေါ်တွင်အခြေခံကာ ယင်းသည် British Isles ရှိ ambient temperature ဖြစ်ပါသည်။

Ambient Temperature သည် equipment နှင့် cable များအနီးပတ်ဝန်းကျင်ရှိ temperature ဖြစ်ကာ ယင်း equipment သို့မဟုတ် cable များ၏ temperature တိုးတက်မလာမီတွင်ရှိသော အပူချိန်ဖြစ်ပါသည်။

Ambient Temperature သည် 30°C နှင့် သွေဖည်သွားသည့်အခါတွင် အသုံးပြုရန်အတွက် correction factor များအား IEE Wiring Regulations တွင် ဇယား နှစ်ခုဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ IEE ဇယား 4C2 တွင် BS3036 semi-enclosed fuse အား overload protective device အနေနှင့် အသုံးပြုခဲ့ပါက အသုံးပြုရန် correction factor များအား ဖော်ပြထားပြီး၊ IEE ဇယား 4C1 တွင်မူ overload protection အတွက် အသုံးပြုသော အခြားသော protective device အမျိုးအစားများအားလုံးတို့အတွက် နှင့် short-circuit protection အတွက်အသုံးပြုသော device များအားလုံး (BS3036 fuse များအပါအဝင်) တို့အတွက် correction factor များအား ဖော်ပြထားပါသည်။

ဥပမာအားဖြင့် chiller room ကဲ့သို့သော ambient temperature 30°C အောက်နိမ့်သော နေရာများတွင် conductor များ၏ current carrying capacity သည် တိုးလာသောကြောင့် ယင်းနှင့်သက်ဆိုင်သော factor များအား ambient temperature 25°C နှင့်သက်ဆိုင်သော ဇယားတွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

Ambient temperature နှင့် သက်ဆိုင်သော correction factor အား regulation တွင် သင်္ကေတအားဖြင့် C_a ဟုအသုံးပြုကာ အလွယ်တကူ မှတ်မိနိုင်စေရန် သင်္ကေတ A ဖြင့် မှတ်သားနိုင်ပါသည်။

Heating pipe များ တပ်ဆင်ထားတတ်သော roof voids သို့မဟုတ် suspended floors ကဲ့သို့သော နေရာများကဲ့သို့သော heating pipe များတပ်ဆင်လေ့ရှိသည့် confined space များတွင် ambient temperature သည်မြင့်မားတတ်သောကြောင့် ယင်းသို့သော နေရာများတွင် အချိန်တစ်ခုအတွက် ambient temperature ကို တိုင်းတာထားရန် လိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့သော temperature များအား တိုင်းတာရာတွင် install လုပ်ထားသည့် cable များအပါအဝင် အပူထုတ်နိုင်စွမ်းရှိသော ပစ္စည်းများ၏ ခပ်လှမ်းလှမ်းမှ တိုင်းတာရန် လိုအပ်ပါသည်။ လက်ရှိ ရှိနေသော cable များအတွက် ambient temperature ကို စစ်ဆေး တိုင်းတာရာတွင် horizontal plane တွင် အနည်းဆုံး 0.5 မီတာအကွာမှ တိုင်းတာရမည်ဖြစ်ကာ cable များ၏ အောက်ဖက်မှ တိုင်းတာမည်ဆိုပါက 150 မီလီမီတာမျှ အကွာအဝေးမှ တိုင်းတာရပါမည်။

အထက်တွင်ဖော်ပြပြီးခဲ့သည့်အတိုင်း correction factor ကို စားခြေအဖြစ်အသုံးပြုကာ တွက်ချက်ရပါမည်။ ဥပမာအားဖြင့် twin နှင့် CPC ၊ PVC cable အား ambient temperature 60°C boiler room ၏ မျက်နှာပြင်တွင် install လုပ်ထားကာ ယင်း circuit အား 20A semi-enclosed fuse အား အသုံးပြုကာ overload protection လုပ်မည်ဆိုပါလျှင် cable တွင် current-carrying capacity မည်မျှရှိမည်နည်း။

IEE ဇယား 4C2 တွင် 60°C တွင် အသုံးပြုမည့် PVC cable အတွက် factor သည် 0.69 ဖြစ်သော်

$$I_t = \frac{I_n}{A \times S} = \frac{20}{0.69 \times 0.725} = 39.98 \text{ A}$$

အထူးမှတ်သားရန်မှာ semi-enclosed fuse factor S အား circuit တွင်မူလကတည်းက ပါရှိနေသည့်အတွက် ထည့်သွင်းတွက်ချက်ပေးရပါမည်။ ယင်း ဥပမာကိုပင်အသုံးပြုကာ ယခုအချိန်တွင် fuse တစ်ခုတည်းကို အသုံးပြုကာ fault current protection အတွက်ကိုသာ တွက်ချက်ပါမည်။

ထိုသို့တွက်ချက်ရာတွင် ambient temperature correction factor အား IEE ဇယား 4C1 အရ 0.5 ကို အသုံးပြုကာ fuse သည် short circuit protection ကိုသာ လုပ်ဆောင်ပါမည်။ semi-enclosed fuse factor S အား ထည့်သွင်းတွက်ချက်ရန် မလိုတော့ပေ။ ထို့ကြောင့်

$$I_t = \frac{I_n}{A} = \frac{20}{0.5} = 40 \text{ A}$$

Thermal Insulation conductor များသည် thermal insulation နှင့် ထိတွေ့သောအခါတွင် ယင်း thermal insulation ကြောင့် conductor များမှ အပူစီးမှုအား လျော့ကျစေခြင်းကြောင့် conductor များတွင် အပူချိန် တိုးစေပါသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ conductor တွင် heat loss အားလျော့ချနိုင်ရန် current-carrying capacity အား လျော့ချခြင်းဖြင့် compensate လုပ်ပေးရပါမည်။ cable များအား install လုပ်ထားသည့် နေရာသည် အနာဂတ်တွင် thermal insulation တပ်ဆင်အသုံးပြုရန် ရည်မှန်းထားပါက ယင်းအခြေအနေတွင် insulation (IEE Regulation 523-04-01) နှင့် မထိစေရပေ။ ယင်းအချက်သည် လက်တွေ့လုပ်ကိုင်ရန် မဖြစ်နိုင်ပါက cable ၏ cross-sectional area ကို တိုးပေးရပါမည်။ တိုးတက်အသုံးပြုရမည့် conductor အရွယ်အစားသည် insulation နှင့် မည်မျှ ထိတွေ့နေသည်နှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။

ဇယားများအား IEE Wiring Regulations ၏ Appendix 4 တွင် conduit အတွင်း ထည့်သွင်းအသုံးပြုပြီး thermal insulation နှင့်ထိတွေ့နေသော သို့မဟုတ် တစ်ဖက်တွင် thermally conductive surface ဖြစ်လျှက်ရှိသော sheathed cable များနှင့် single core cable များ အတွက်ဖော်ပြထားပါသည်။ IEE ဇယား 4A1 တွင်ဖော်ပြထားသော reference method သည် method 4 ဖြစ်ပါသည်။

Cable များအား thermal insulation အတွင်း လုံးဝဖုံးအုပ် ထားရှိမည်ဆိုပါက ယင်းတို့အား derated လုပ်ရမည်ဖြစ်ကာ TheWiring Regulations တွင် symbol C_i ဖြင့်ဖော်ပြကာ Thermal insulation အား အလွယ်တကူ မှတ်မိနေစေရန် T ဟု မှတ်သားနိုင်ပါသည်။ conductor များအား 500mm သို့မဟုတ် ထို့ထက်ပိုပြီး thermal insulation ဖြင့်ဖုံးအုပ်ထားပါက derating factor သည် 0.5 ဖြစ်ပါသည်။ thermal insulation

ဖုံးအုပ်ထားသော အလျား 500 mm အောက်နည်းပါက ဇယား 52A တွင် 50mm (0.89), 100mm (0.81), 200mm (0.68) နှင့် 400mm (0.55) စသည်ဖြင့် ဖော်ပြထားကာ ယင်းတို့အကြားတွင် ရှိနေသော တန်ဘိုးများအား approximate factor ရရှိစေရန် interpolate လုပ်ရပေမည်။

ဥပမာ - အိမ်တစ်ခုတွင် PVC twin နှင့် CPC cable အား 6kW shower အတွက် install လုပ်ရာတွင် cable အား timber joists ၏ အထက်ဖက်တလျောက် ceiling အတွင်း မည်သည့် Insulation နှင့် မျှ မထိတွေ့စေပဲ install လုပ်ထားသည်။ သို့သော်ယင်းအား shower unit သို့ ceiling မှသွယ်တန်းရာတွင် thermal insulation သည် 100mm မျှ ဖုံးအုပ်ထားသည်။ Cable အတွက် လိုအပ်သော current-carrying capacity ကို တွက်ချက်ပေးပါ။

အသုံးပြုမည့် Load သည် 6000W ဖြစ်ကာ 230V ဖြင့်စားသော် 26A ဖြစ်ပါသည်။

Shower သည် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော resistive load ဖြစ်ကာ protective device အနေဖြင့် fault current ကိုသာ protect လုပ်မည်ဖြစ်ခြင်းကြောင့် cable ၏ အရွယ်အစားကိုသတ်မှတ်ရာတွင် design current I_b (full load current) အရသာ သတ်မှတ်ပါမည်။

IEE ဇယား 52A တွင် 100mm အလျားမျှအား thermal insulation ဖြင့် လုံး၀ ဖုံးအုပ်ထားပါက derating factor T အား 0.81 ဟုသတ်မှတ်ထားရာ

$$I_t = \frac{I_b}{T} = \frac{26\ \text{A}}{0.81} = 32.1\ \text{A}$$

Multiple Correction Factors correction factor တစ်ခုချင်းစီအား ရှင်းပြပြီးသည့်နောက်တွင် ယင်း factor များ သည် တူညီသော circuit တစ်ခုအပေါ်တွင် အကျိုးသက်ရောက်မှုကို လက်တွေ့လေ့လာပါမည်။ ယင်း factor များအား ယင်းတို့အတူတကွ အကျိုးသက်ရောက်သော နေရာအတွက်သာ လေ့လာပါမည်။ factor တစ်ခုစီသည် circuit တွင် မတူညီသော နေရာများအတွက်သက်ရောက်မှုမျိုးဖြစ်ပါက designer သည် circuit အတွက် သက်ရောက်မှုများသောနေရာအား ရွေးချယ်ကာ ယင်းနှင့်သက်ဆိုင်သော factor ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် conductor size ကို သတ်မှတ်နိုင်ပါသည်။ အခြားသော အခြေအနေများတွင် circuit ၏ နေရာတစ်ခုတည်းအတွက် factor များအား ပေါင်းစုသုံးစွဲရန် လည်း ဖြစ်နိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် common formula ကို မှတ်သားမိနေခြင်းဖြင့် ယင်း factor အားလုံးတို့အား ခြုံငုံမိနေစေပါသည်။

ရိုးရှင်းသော ဖော်ပြမှုအနေနှင့် ဖော်ပြရသော်

Overload နှင့် short circuit protection များ ပါ၀င်သော အခါ

$$I_t = \frac{I_n}{G \times A \times T \times S}$$

short circuit protection တစ်ခုတည်းအတွက် တွက်ချက်လိုသော်

$$I_t = \frac{I_b}{G \times A \times T}$$

သင်္ကေတ G, A, T နှင့် S တို့အား အသုံးပြုခြင်းဖြင့် GATS ဆိုသည့် မှတ်သားရလွယ်ကူသော စကားစုကို ရရှိစေကာ ဤတွင်

G သည် Wiring Regulations တွင် Cg ဟု ဖော်ပြသော grouping အတွက် correction factor

A သည် Wiring Regulation တွင် Ca ဟုဖော်ပြသော ambient temperature အတွက် correction factor

T သည် Wiring Regulation တွင် Ci ဟုဖော်ပြသော thermal insulation အတွက် correction factor

S သည် Wiring Regulation တွင် သင်္ကေတသတ်မှတ်ခြင်းမပြုဘဲ အသုံးပြုသည့် correction factor

လက်တွေ့အားဖြင့် factor များစွာကို တစ်ချိန်တည်းတွင် အသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် final circuit တွင် cable ၏ အရွယ်အစားကို ကြီးမားစေကာ accessory termination များအတွင်း fit မဖြစ်ခြင်းကြောင့် designer သည် deratign factor ထည့်သွင်းအသုံးပြုရမည့် နေရာများအား ကြိုးစားရှောင်ရှားလေ့ရှိပါသည်။

Combination တစ်ခုအနေနှင့် 13A socket-outlet နှင့် သက်ဆိုင်သော circuit များအား မဆွေးနွေးရသေးပေ။ Standard circuit arrangement များအား IEE On-site guide ဇယား 8 တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။ ပထမဦးစွာ socket-outlet circuit ၏ စုစုပေါင်း load အား circuit ကို protective လုပ်မည့် protective device ၏ rating အဖြစ် ယူဆရပါမည်။ ဒုတိယအနေဖြင့် socket-outlet circuit အသုံးပြုသူသည် circuit တွင် maximum load မည်မျှအသုံးပြုမည်ကို သတ်မှတ်ထားခြင်းဖြင့် $I_b \leq I_n$ အား ပိုမိုသေချာစေပါသည်။ တတိယအနေနှင့် standard circuit စီစဉ်ရာတွင် အမြဲတစေခွင့်ပြုထားသော socket outlet circuit များအား protective device ၏ အရွယ်အစားအားအလေးမထားတော့ပဲ အမြဲ overload ဖြစ်စေခြင်းနှင့် diversity အား ထည့်သွင်းတွက်ချက်ခြင်း မရှိနိုင်ခြင်းတို့ဖြစ်ပါသည်။ circuit နှစ်ခု (live conductor လေးခု) အား အတူထားရှိခြင်းဖြင့် circuit cable များအတွက် grouping နှင့်ဆိုင်သည့် derating ကို ထည့်သွင်းစဉ်းစားရန် မလိုအပ်ပေ။ ambient temperature 30°C ထက်ကျော်လွန်ပါက cable များအား derating လုပ်ရပေမည်။ အကယ်၍ cable များအား install လုပ်ရာတွင် thermal insulation နှင့် ထိတွေ့နေသော်လည်း IEE On-site guide တွင် derating လုပ်ရန် မဖော်ပြထားပေ။

Two radial circuit ထက်ပိုသော circuit များအား group ဖွဲ့ထားပါက overload protection လုပ်ထားသော အခြားမည်သည့် circuit မဆိုအတွက် derating လုပ်ပေးရပါမည်။ ring circuit နှစ်ခုထက်ပိုသော circuit များအား အတူတကွ group လုပ်ထားပါက တွက်ချက်မှုလည်း တူညီမည်မဟုတ်ပေ။

ring circuit များနှင့် သက်ဆိုင်နေသည့် အတွက်ကြောင့် ring ၏ leg တစ်ခုစီအတွက် current ပမာဏသည် ring တစ်လျှောက်ရှိ socket outlet များ ဖြန့်စီနေမှုအပေါ်တွင် တည်မှီနေကာ load အားလုံးတို့သည် ring ၏ အလယ်ကောင် တည့်တည့်တွင်ရှိနေပါက leg တစ်ခုစီအတွက် current ဖြန့်ဝေမှုသည် 50% ရှိပေမည်။ standard

circuit နှင့်သက်ဆိုင်သော arrangement များလည်း ပါရှိနေခြင်းကြောင့် leg တစ်ခုအတွက် current distribution အား သုံးပုံနှစ်ပုံ (0.67) ဟုယူဆနိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် ring circuit conductor ၏ အရွယ်အစားအား သတ်မှတ်နိုင်ရန် formula အနေနှင့်

$$I_t = \frac{I_n \times 0.67}{G \times A \times T}$$

Diversity အား ထည့်သွင်းထားပြီးဖြစ်သဖြင့် circuit တွင် diversity ထပ်မံအသုံးမပြုတော့ပေ။ semi-enclosed fuse အား protective device အနေနှင့် သုံးစွဲထားသည့်အတွက်လည်း circuit အား derate လုပ်ရန် မလိုတော့ပေ။

Relaxation to grouping factors

ယခုအခါတွင် derating factor အမျိုးမျိုးအား လေ့လာပြီးဖြစ်ကာ အတူ group ဖွဲ့ထားသော cable သို့မဟုတ် circuit အတွက် relaxation ရရှိစေရန် လည်း consider လုပ်နိုင်ပါသည်။ ယင်း relaxation များအား Wiring Regulations ၏ Appendix 4 တွင် အောက်ပါအတိုင်း ဖော်ပြထားပါသည်။

Grouped Cables not subject to simultaneous overload

Group အတွင်း ကြိုက်နှစ်သက်ရာ အချိန်တစ်ခုအတွက် circuit တစ်ခု သို့မဟုတ် cable တစ်ခုထက်ပို၍ overload မဖြစ်နိုင်ဟု guaranteed ပေးနိုင်ပေသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ တပြိုင်နက်တည်း overload မဖြစ်ကြဟု ဆိုလိုခြင်းဖြစ်ကာ အောက်ပါ formula ကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ တွက်ချက်မှု နှစ်မျိုးလိုအပ်ကာ အကြီးဆုံး It တန်ဘိုးရစေသော တွက်ချက်မှုကို cable size ရွေးချယ်ရာတွင်အသုံးပြုပါသည်။

Protective device သည် BS88 အရ ဖြစ်သော fuse သို့မဟုတ် BS1361 သို့မဟုတ် BS EN 60898 အရဖြစ်သော MCB ဆိုပါက

$$I_{t1} \geq \frac{I_b}{G \times A \times T} \qquad (1)$$

$$I_{t2} \geq \frac{1}{A \times T}\sqrt{I_n^2 - 0.48 I_b^2 \left(\frac{1-G^2}{G^2}\right)} \qquad (2)$$

I_{t1} သို့မဟုတ် I_{t2} တို့မှ ကြီးသော တစ်ခုအား cable အရွယ်အစား သတ်မှတ်ရာတွင် အသုံးပြုပါသည်။

Overload protective device သည် semi-enclosed fuse ဖြစ်သော အခါတွင် တွက်ချက်ရန်မှာ ...

ထို့အပြင် တစ်ခုထက်မပိုသော circuit သို့မဟုတ် cable သည် အချိန်တစ်ခုတွင် သာ overloaded ဖြစ်နိုင်ကာ protective device သည် semi-enclosed fuse ဖြစ်ကာ overload ဖြစ်ခြင်းအား protection လုပ်သည်ဆိုပါက အောက်ပါ formula ကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။

$$I_{t1} \geq \frac{I_b}{G \times A \times T \times S} \qquad (3)$$

$$I_{t2} \geq \frac{1}{A \times T}\sqrt{1.9I_n^2 - 0.48I_b^2\left(\frac{1-G^2}{G^2}\right)} \qquad (4)$$

ထို့အပြင် I_{t1} သို့မဟုတ် I_{t2} တို့မှ ကြီးသော တစ်ခုအား cable အရွယ်အစား သတ်မှတ်ရာတွင် အသုံးပြုပါသည်။

Cable များ၏ အရွယ်အစားအားသတ်မှတ်နိုင်ရန် ယင်း formula အား အသုံးပြုသင့်မသင့်ကို ဂရုတစိုက်ဆုံးဖြတ်ရန်လိုအပ်ပါသည်။ socket-outlet circuit အတော်များများ စုဖွဲ့နေသော နေရာများတွင် ဒီဇိုင်းပြုသူသည် သုံးစွဲမည့်သူများအား circuit plug များအား မည်သို့ထည့်သွင်းအသုံးပြုသည်ကို control မလုပ်နိုင်သောကြောင့် တပြိုင်နက်တည်း overload ဖြစ်ခြင်း ဖြစ်ပေါ်နိုင်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် ring circuit များအား electric typewriter များ၊ desktop computer များ၊ printer များ အစရှိသည်တို့အတွက် အသုံးပြုသော်လည်း အကယ်၍ central heating system ပျက်သွားခဲ့ပါက ဝန်ထမ်းတို့သည် လုပ်ငန်းဆက်လက် လုပ်ဆောင်နိုင်ရန် electric heater များအားတပ်ဆင်သုံးစွဲပေမည်။ မည်သည့်အခြေအနေတွင်မဆို circuit များမှ တစ်ခုခုသည် ခန့်မှန်းမရသော အချိန်တစ်ခုခုတွင် overload ဖြစ်နိုင်သောအကြောင်းကြောင့် overload protection လုပ်နိုင်ရန် protective device များအား တပ်ဆင်အသုံးပြုကြပါသည်။

Lightly loaded conductors relaxation နှင့်သက်ဆိုင်သော နောက်ထပ်အချက်တစ်ခုသည် lightly loaded conductor များ ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းတွင် cable တစ်ခုသည် ယင်းပါရှိလျှက်ရှိသော group ၏ 30% ထက်ပို၍ carry မလုပ်ခဲ့ပါက group အတွင်းရှိ ကျန်ရှိသော cable များအား ရေတွက်ရာတွင် ignore လုပ်နိုင်ပါသည်။ ယင်း relaxation သည် trunking အတွင်း control cable အတော်များများအား install လုပ်ရာတွင်ဖြစ်စေ၊ သို့မဟုတ် armoured cable များအား power cable များနှင့် တွဲချည်ထားသောအခါတွင်ဖြစ်စေ အလွန်အသုံးဝင်ပါသည်။

IEE Wiring Regulation Appendix 4 ရှိ ဇယားများတွင်ဖော်ပြထားသကဲ့သို့ cable များ၏ current- carrying capacity အား သင်္ကေတ I_{tab} ကို အသုံးပြုကာ အောက်ပါ procedure အား အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ တွက်ချက်မှုနှစ်မျိုး ရရှိနိုင်ပါသည်။

ပထမဦးစွာ lightly loaded cable ၏ အရွယ်အစားအား ယခင်ဖော်ပြပြီးခဲ့သည့် $I_t = I_n/G$ ကို အသုံးပြုကာ ဆုံးဖြတ်ပါမည်။ ဤတွင် G သည် group အတွင်းရှိ cable များအားလုံးအတွက် grouping factor ဖြစ်ကာ I_n မှာမူ

lightly loaded cable များအတွက် protective device အရွယ်အစားဖြစ်ပါသည်။ lightly loaded cable အတွက် အရွယ်အစားအား သတ်မှတ်နိုင်ခြင်းဖြင့် ဇယား တွင်ဖော်ပြထားသည့် I_{tab} အတွက် current carrying capacity ကို မှတ်သားနိုင်ပါသည်။

ယင်း cable အနေနှင့် ယင်း၏ group rating ၏ 30%ထက်ပိုလွန်ပြီး carrying လုပ်သည် မလုပ်သည်ကို ဒုတိယ တွက်ချက်မှု အကိုအသုံးပြုကာ စစ်ဆေးပါမည်။

$$\text{Grouped current-carrying capacity } \% = \frac{100 \times I_b}{I_{tab} \times G}$$

အကယ်၍ ယင်းတွက်ချက်မှုအရ ရရှိလာသော အဖြေသည် 30% သို့မဟုတ် လျော့နည်းခဲ့ပါက group တစ်ခုတည်း အဖြစ်တွဲလျှက်ရှိသော အခြားသော ကျန်ရှိသည့် cable များအား ရေတွက်မှုတွင် ignore လုပ်နိုင်ပါသည်။ အရေးကြီး သော မှတ်သားရန်တစ်ခုအနေနှင့် cable မှ carrying လုပ်မည့် current ပမာဏသည် အလွန်ကြီးမြင့် သည်ဟု ထင်ရသည်ဖြစ်စေကာမူ ပထမတွက်ချက်မှုအရ ရရှိလာသည့် cable အရွယ်အစားကိုသာ lightly loaded cable အနေဖြင့် အသုံးပြုရပါမည်။

ဥပမာ - PVC insulation အုပ်ထားသော single core copper cable များအား single phase control circuit ၁၆ ခုအတွက် 2A fuse များတပ်ဆင်လျှက် trunking အတွင်း PVC single core cable အသုံးပြုထားသော power circuit လေးခုနှင့် အတူ install လုပ်ထားပါသည်။ အကယ်၍ control circuit များအတွက် design current သည် 1.8A ဖြစ်ပြီး power circuit များအား 32A HRC fuses များဖြင့် protect လုပ်ထားသော် မည်သည့်အရွယ်အစား ရှိသည့် cable ကိုအသုံးပြုရမည်နည်း။

ပထမဦးစွာ control circuit cable ၏ minimum size ကို ဆုံးဖြတ်ပါမည်။

$$\text{Total number of circuits} = 16 + 4 = 20$$

ဇယား ၃.၄ အရ trunking အတွင်းရှိ circuit ၂၀ ခုအတွက် correction factor သည် 0.38 ဖြစ်ပါသည်။ control circuit အတွက် လိုအပ်သော current-carrying capacity ကို တွက်ချက်သောအခါ

$$I_t = \frac{I_n}{G} = \frac{2\text{ A}}{0.38} = 5.26\text{ A}$$

IEE ဇယား 4D1A အရ 11.0mm^2 cable ကို I_{tab} ဖြစ်သော 13.5A အတွက်အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ယခုအခါတွင် cable မှ carrying လုပ်သည့် current သည် ယင်း၏ group rating ၏ 30% ထက် မကျော်လွန်ကြောင်းကို စမ်းသပ်စစ်ဆေးပါမည်။

$$\text{Grouped } \% = \frac{100 \times I_b}{I_{tab} \times G} = \frac{100 \times 1.8}{13.5 \times 0.38} = 35\,\%$$

တွက်ချက်မှုအရ 30% ထက်ကျော်လွန်နေသည့်အတွက် ယင်း cable များအား group မှ မဖယ်ထုတ်နိုင်ပေ။ power cable အတွက် လိုအပ်သော current carrying capacity မှာ

$$I_t = \frac{32\text{ A}}{0.38} = 84.2\text{ A.}$$

ဇယား ၃.၄ တွင် power cable များအတွက် လိုအပ်သော cable အရွယ်အစားမှာ 25mm^2 ဖြစ်ပါသည်။ control circuit များအတွက် 1.5mm^2 cable ကို အသုံးပြုကြည့်ပါမည် (ယင်းသည် industrial contractor များမှ ပုံမှန်အားဖြင့် အသုံးပြုသော အသေးဆုံး အရွယ်အစားဖြစ်ပါသည်။)။ ပထမ တွက်ချက်မှုအား ထပ်မံတွက်ချက်ရန် မလိုအပ်တော့ပေ။ 1.5mm^2 cable အတွက် I_{tab} သည် 17.5A ဖြစ်ခြင်းကြောင့်

$$\text{Grouped } \% = \frac{100 \times I_b}{I_{tab} \times G} = \frac{100 \times 1.8}{17.5 \times 0.38} = 27\,\%$$

ဆိုလိုသည်မှာ အကယ်၍ 1.5mm^2 cable များအား control circuit များအတွက် အသုံးပြုမည်ဆိုပါက ယင်းတို့နှင့် အတူ တွဲလျှက်ရှိသော အခြားသော cable များတွင် ထည့်သွင်းတွက်ချက်ရန် မလိုအပ်တော့ပေ။

အခြားတနည်းဖြစ်သော ဒုတိယတွက်ချက်မှုဖြင့်တွက်ချက်ကြည့်ပြီး lightly loaded conductor size ကို ဆုံးဖြတ်ရသော်

$$I_b < 0.3 \times G \times I_{tab} = 0.3 \times 0.38 \times 17.5 = 1.995\text{ A}$$

ဖြစ်ကာ I_b သည် 1.8A ဖြစ်ခြင်းကြောင့် 1.5mm^2 cable အား power cable များအတွက် cross-sectional area ကို ဆုံးဖြတ်ရာတွင် ignore လုပ်နိုင်ပါသည်။

Power cable များအတွက် derating factor သည် four circuit အတွက် ယခုအခါ 0.65 ဖြစ်လာပါသည်။

$$I_t = \frac{32\text{ A}}{0.65} = 49.2\text{ A}$$

ယင်းသည် ယခင်တန်ဘိုး 84.2A အပေါ်တွင် သိသာထင်ရှားသော လျော့ချမှုဖြစ်ပါသည်။ ယခုအခါတွင် အမှန်တကယ် လိုအပ်သော cable အရွယ်အစားသည် 10mm^2 ဖြစ်ပါသည်။

Voltage Drop

Section	Appendix
525	4

Install လုပ်မည့် conductor အရွယ်အစားများအား ဆုံးဖြတ်ပြီးနောက်တွင် ယခုအခါ ထိုသို့ရွေးချယ်လိုက်သော conductor များသည် IEE Wiring Regulations များမှ သတ်မှတ်ထားသော voltage drop constraint များနှင့် ကိုက်ညီမှုရှိသည်ကို အခြားမည်သည့် တွက်ချက်မှုများအား မပြုလုပ်မီကပင် စစ်ဆေးရန် လိုအပ်ပါသည်။

IEE Section 525 သည် voltage drop နှင့် သက်ဆိုင်ကာ Regulation 525-01-01 သည် ပုံမှန် operating condition တွင် current-using equipment ၏ terminal များတွင်ရှိသော voltage ကိုဖော်ပြကာ ယင်းသို့သော equipment အတွက် British Standard တွင်ဖော်ပြထားသော တန်ဘိုးအောက် လျော့ကျခြင်းမရှိစေရပေ။ အကယ်၍ equipment အတွက် input voltage အား British Standard တွင် ဖော်ပြခဲ့ခြင်း မရှိပါက ယင်း equipment ရှိ voltage သည် equipment လုံခြုံစိတ်ချစွာ လုပ်ဆောင်နိုင် နေနေစေရပါမည်။ supply ကို ရယူရာတွင်လည်း Electricity Safety, Quality & Continuity Regulations 2002 အရ သတ်မှတ်ထားသော voltage ၏ အထက် ဆယ်ရာခိုင်နှုံးထက်မပို သို့မဟုတ် ခြောက်ရာခိုင်နှုံးအောက် ထက်ပိုမို ပြောင်းလည်းမှု မရှိသင့်ပေ။ Regulation 525-01-01 အား installation ၏ မူလအစမှ ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော equipment အကြား voltage drop သည် သတ်မှတ်ထားသော nominal voltage ၏ 4% ထက်မကျော်လွန်သင့်ပေ။

Voltage drop ကို တွက်ချက်ရာတွင် motor starting current များ သို့မဟုတ် inrush current များအား ignore လုပ်နိုင်ပါသည်။ သို့သော် ယင်းသို့သော current များကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာမည့် ထပ်ဆောင်း voltage drop များအား equipment ကောင်းမွန်စွာ start လုပ်နိုင်ရန် အတွက် ထည့်သွင်းစဉ်းစားပေးရပါမည်။

Regulations တွင် diversity ကို ထည့်သွင်းဖော်ပြထားမှုမရှိသော်လည်း voltage drop ကို တွက်ချက်ရာတွင် diversity ကို ထည့်သွင်းတွက်ချက်နိုင်ပါသည်။ voltage drop သည် conductor အတွင်း အမှန်တစ်ကယ်စီးဆင်းသော current နှင့် တိုက်ရိုက်သက်ဆိုင်နေခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် 4% မျှသော voltage drop ကို ခွင့်ပြုနိုင်သော်လည်း အထက်ဖော်ပြခဲ့သော Regulation 525-10-10 နှင့်ကိုက်ညီမှုရှိမရှိအား designer မှ သေချာစေရန်လုပ်ဆောင်ပေးရပါမည်။ 4% ဆိုသော တန်ဘိုးကိုသာ အသုံးပြုခဲ့ပါက single-phase တွင် 230V supply အတွက် 9.2V နှင့် three-phase တွင် 400V supply အတွက် 16V မျှသော voltage drop များအား ခွင့်ပြုနိုင်ပါသည်။ IEE Wiring Regulations ၏ Appendix 4 ရှိ ဇယားများတွင်ဖော်ပြထားသော current carrying capacity အားလုံးတို့၏ table number နောက်တွင် suffix A ပါရှိပါသည်။ voltage drop ဇယားတစ်ခုလည်း ပါရှိကာ ယင်းတွင် တူညီသော table number နောက်တွင် suffix B ပါရှိပါသည်။ နမူနာ current carrying capacity ဇယားအား ဇယား ၃.၂ ကဲ့သို့ ပေးထားပါသည်။ IEE Wiring

Regulations တွင်ဖော်ပြထားသော ဇယား အမှတ်သည် 4D2A ဖြစ်ပါသည်။ voltage drop ဇယား နမူနာ တစ်ခုကိုလည်းဖော်ပြထားရာ ယင်းအား ဇယား ၃.၂ ဆက်ရန်အဖြစ် ဖော်ပြထားကာ IEE Wiring Regulations တွင်မူ ယင်းဇယား သည် 4D2B ဖြစ်ပါသည်။

ဇယား ၃.၂ အား စစ်ဆေးကြည့်သောအခါတွင် voltage drop များအား millivolts (mV) per amp per meter ဖြင့်ဖော်ပြထားသည်ကိုတွေ့ရှိရပါသည်။ ယင်း voltage drop များအား conductor မှ carrying လုပ်သည့် tabulated current I_{tab} အပေါ်တွင်မူတည်အခြေခံထားသည့်အတွက် conductor ၏ operating temperature သည် 70 ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ်ဖြစ်ပါသည်။

သတိပြုရန်မှာ cable အရွယ်အစား 16mm^2 အထိအား တန်ဘိုးတစ်မျိုးတည်းသာ ဖော်ပြထားကာ ယင်းသည် resistance တစ်မျိုးတည်းအပေါ်အသုံးပြုထားသည့်တန်ဘိုးဖြစ်ကာ small cable များတွင်ဖြစ်ပေါ်သည့် reactance အား neglet လုပ်ထားပါသည်။ 16mm^2 ထက်ပိုမိုကြီးသောအရွယ်အစားရှိသည့် cable များအတွက် တန်ဘိုး သုံးခုပေးထားရာ resistance (r), reactance (x) နှင့် impedance (z) တို့ဖြစ်ပါသည်။ voltage drop များအား လည်း column များဖြင့် ဖော်ပြထားကာ two core d.c cable များအတွက် column 2၊ two core single-phase a.c အတွက် column 3 နှင့် three- သို့မဟုတ် four-core three-phase a.c အတွက် column 4 တို့ဖြစ်ကြပါသည်။

$$\text{The formula for voltage drop is } V_d = L \times I_b \times \text{mV/A/m} \times 10^{-3}$$

ဤတွင် L သည် circuit ၏ အလျား၊ I_b သည် full load current ဖြစ်ကာ MV/A/m သည် သင့်လျော်သော ဇယားမှ တန်ဘိုးဖြစ်ကာ 10^{-3} သည် millivolts မှ volt အဖြစ်ပြောင်းလည်းထားခြင်း (1000 ဖြင့်စားခြင်း) ပင်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော voltage drop ဇယားများအား မည်သို့အသုံးပြုရမည်ကို အောက်ပါ ဥပမာ နှစ်ခုတွင် မြင်တွေ့နိုင်ပါ သည်။

ဥပမာ ၁ - 230V single-phase circuit တစ်ခုသည် copper conductor များအသုံးပြုထားသည့် 16mm^2 twin & CPC cable အားအသုံးပြုထားကာ ၃၀ မီတာဝေးကွာသည့် single-phase distribution board သို့ 80A ကို သယ်ဆောင်ကာ ဓါတ်အား ဖြန့်ဝေပါသည်။ အကယ်၍ cable သည် clipped direct နှင့် derating factor အားလည်း အသုံးချခြင်းမရှိခဲ့ပါက voltage drop မည်မျှဖြစ်မည်နည်း။ ဇယား ၃.၂၊ column 3 အရ 16mm^2 အတွက် voltage drop mV/A/m သည် 2.8 ဖြစ်ရာ

$$V_d = \frac{30 \text{ m} \times 80 \text{ A} \times 2.8}{1000}$$
$$= 6.27 \text{ volts which is less than the allowed } 9.2 \text{ V}$$

ဥပမာ ၂ - three-phase 400V motor တစ်လုံးအား copper conductor များအသုံးပြုထားသည့် PVC SWA & PVC armoured cable ဖြင့် သွယ်တန်းထားပါသည်။ motor ၏ full load current သည် 41A ဖြစ်ကာ circuit ၏

အလျားသည် 20 မီတာ ဖြစ်ပါသည်။ အကယ်၍ distribution board အထိ three-phase voltage drop သည် 6V ဖြစ်သော် ယင်း voltage drop ရရှိစေရန် မည်သည့် cable size ကို အသုံးပြုရမည်နည်း။

ပုံမှန်အားဖြင့် cable တစ်ခုကို သတ်မှတ်ပြီးသည်နှင့် သင့်လျော်သော cable အား မရွေးချယ်မီ voltage drop အား တွက်ချက်မှုမျိုးစုံဖြင့် ပြုလုပ်ကြသော်လည်း formula အား ပြန်လည် စီစဉ်ခြင်းဖြင့် cable အရွယ်အစားအား လျှင်မြန်စွာရွေးချယ်နိုင်ပါသည်။

$$\mathrm{mV/A/m} = \frac{V_\mathrm{d} \times 1000}{L \times I_\mathrm{b}} = \frac{(16 - 6.0) \times 1000}{20 \times 41\ \mathrm{A}} = 12.2\ \mathrm{mV/A/m}$$

ဇယား၃.၃ တွင်ကြည့်ခြင်းအားဖြင့် three-core cable အတွက် mV/A/m သည် 12.2 ဖြစ်ကာ mV/A/m တန်ဘိုး 9.5 ရှိသော $4mm^2$ cable သည် ကျေနပ်ဖွယ်ရာကောင်းပါသည်။ သို့သော် ယင်းနည်းကို သုံးခြင်းဖြင့် conductor ၏ current carrying capacity ကို အမြဲ စစ်ဆေးရန်လိုအပ်ပါသည်။ အထက်ပါ ဥပမာတွင် $4mm^2$ conductor သည် voltage drop အတွက် ကျေနပ်ဖွယ်ရာ current ကို သယ်ဆောင်ခြင်း မရှိခြင်းကြောင့် $6mm^2$ (I_{tab} တန်ဘိုး 42A) ကို အသုံးပြုရပေမည်။ ယင်းအချက်သည် ပိုမိုစစ်ဆေးပေးရန် အချက်ကို ညွှန်ပြနေပါသည်။

$$\text{Actual voltage drop} = (20\,\mathrm{m} \times 41\,\mathrm{A} \times 6.4 \times 10^{-3}) = 5.25\,\mathrm{V}$$

Distribution board အထိ ရှိနေမည့် voltage drop အား ပေါင်းထည့်သော်

$$\text{Total voltage drop} = 11.25\,\mathrm{V}, \text{ which is less than the } 16\,\mathrm{V} \text{ allowed}$$

Motor Circuits motor circuit များ သို့မဟုတ် power factor နှင့် သက်ဆိုင်သော circuit များတွင် ဇယား၌ r နှင့် x တန်ဘိုးများအား voltage drop ဇယားတွင်ပေးထားခြင်းကြောင့် voltage drop တွက်ချက်ရာတွင် circuit အတွက် power factor အား allowance လုပ်နိုင်ပါသည်။ ထိုနည်းတူစွာ cable များသည် ဇယားတွင်ဖော်ပြထားသော tabulated current carrying capacity I_{tab} အား carrying မလုပ်ခဲ့ပါက cable resistance လျော့ကျမှုအတွက် reduction လုပ်နိုင်ပြီး၊ ယင်းသည် voltage drop အပေါ်တွင် သက်ရောက်မှု ရှိပါသည်။ တွက်ချက်မှုအနေဖြင့် အနည်းငယ်မျှသာ သက်ဆိုင်မှုရှိပြီး ယခုစာအုပ်၏ scope နှင့်သက်ဆိုင်မှုမရှိပေ။

Ring Circuits ring circuit အတွက် သို့မဟုတ် မည်သည့် socket-outlet circuit မျိုးမဆိုအတွက် voltage dorp တွက်ချက်မှုမှာ ခန့်မှန်းမှုတစ်ခုသာဖြစ်ပြီး၊ designer အနေနှင့် အသုံးပြုသူသည် မည်သို့သော equipment အား မည်သည့် outlet တစ်ခုစီတွင် plug များအား တပ်ဆင်သုံးစွဲမည်ကို control လုပ်၍မရသောကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။ load အားလုံးတို့သည် ring ၏ mid-point တွင်ရှိသည် သို့မဟုတ် load သည် ring တစ်လျောက် ဖြန့်ဝေလျှက်ရှိသည် ဟူသော အချက်အပေါ်တွင်အခြေခံကာ average figure တစ်ခုအား လုပ်ဆောင်နိုင်ပေသည်။

ဦးစွာ mid-point တွင် load အားလုံးတို့ရှိသည့်အချက်အရ တွက်ချက်မှုပြုမည်ဆိုပါက load တစ်ဝက်သည် ring တစ်ဝက်တွင် flowing လုပ်ပေမည်။ အကယ်၍ voltage drop limit များတို့ ပြေလည်မှုရှိပါက load spread ဖြစ်သော အခြေအနေအား ပိုမိုပြည့်စုံစေရန်အတွက် တွက်ချက်မှုပြုရန် လိုအပ်မှုမရှိတော့ပေ။

Short-circuit protection

Chapter Sections

54 — 434, 473, 543

Circuit အတွက် လိုအပ်သော conductor များ၏ အရွယ်အစားများအား ဆုံးဖြတ်ပြီးနောက်တွင် နောက်တစ်ဆင့် အနေနှင့် ယင်းတို့သည် short-circuit current အား protect လုပ်နိုင်မှုအား စစ်ဆေးရန်လို အပ်ပါသည်။ ယင်းတွင် protective conductor များ၏ အရွယ်အစားအား တွက်ချက်ရန်လိုအပ်ပြီး indirect contact ဖြစ်ခြင်းမှ protect လုပ်ရန် အတွက် လိုအပ်ချက်များနှင့် ကိုက်ညီရန်လည်း စီစဉ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Short-circuit current များ ဖြစ်ချိန်တွင် protective device သည် fault ကြောင့်ဖြစ်သော thermal နှင့် mechanical အကျိုးသက်ရောက်မှုများကိုသာ protect လုပ်ပေးပါမည်။ ထို့ကြောင့် conductor များအား အရွယ်အစား သတ်မှတ်ရာတွင် protective device ၏ rating အတိုင်း သတ်မှတ်ရန် မလိုအပ်ပေ။ ဆက်သွယ်မှုအားဖြင့် design current ဖြစ်သော I_b သည် I_n ထက်မကြီးရသကဲ့သို့ I_z ထက်လည်း မကြီးသင့်မှုသည် overload အခြေအနေ အတွက်သာဖြစ်ပြီး short-circuit protection နှင့် လုံးဝ မသက်ဆိုင်ပေ။

တွက်ချက်မှု နှစ်ခုလိုအပ်ပါသည်။ ပထမ တစ်ခုအနေနှင့် switchgear သို့မဟုတ် motor starter စသည်တို့ အလုပ်လုပ်နိုင်စေရန် အမြင့်ဆုံး short-circuit current ကို မှန်ကန်သော fault rating ဖြင့်ရွေးချယ်ရန်ဖြစ်ကာ ဒုတိယအနေနှင့် minimum short-circuit current အား ဆုံးဖြတ်ရန်ဖြစ်ကာ circuit အတွင်းရှိ conductor တို့သည် short circuit current အား protect လုပ်ကြောင်း စစ်ဆေးရန်ဖြစ်ပါသည်။

ကောင်းမွန်သော အချက်တစ်ခုမှာ IEE Regulation 434-03-02 အရ conductor များအား protect လုပ်ထားမှုအား အခြေအနေတိုင်းအတွက် တွက်ချက်စစ်ဆေးရန်မလိုခြင်းဖြစ်ပါသည်။ conductor များအား overload requirement များအတွက် အရွယ်အစားသတ်မှတ်ပြီးပါက ယင်းတို့၏ current-carrying capacity သည် protective device ၏ rating အောက် မငယ်ဟု ဆိုလိုကာ protective device ၏ breaking capacity သည် protective device တပ်ဆင်ထားသော နေရာ ရှိ prospective short-circuit current အောက်လည်း မငယ်ကာ၊ protective device ၏ load side တွင်ရှိသော conductor များသည် short-circuit current အား ခံနိုင်ရည်ရှိသည်ဟု ယူဆနိုင်ကာ current limiting type အနေနှင့် fuse အစား circuit breaker ကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။

ထင်ရှားသောအချက်အနေနှင့် ယင်း rule အား motor starting current များအတွက် protective device အား အရွယ်အစားသတ်မှတ်ခဲ့သော motor circuit များတွင် အသုံးမပြုခြင်းဖြစ်ကာ ထိုသို့မဟုတ်ပါက ယခင်ဖော်ပြပြီး ခဲ့သည့် IEE Regulation 473-01-04 အား အသုံးပြုကာ protective device ၏ rating အပေါ်တွင်မမူတည်ပဲ၊ design current အပေါ်တွင်သာမူတည်ကာ conductor များအား အရွယ်အစားသတ်မှတ်သည့် အထက်ကဖော်ပြခဲ့ သည့် immersion heater ကဲ့သို့သော အခြေအနေမျိုးတွင်အသုံးပြုပါသည်။

ယင်း case များတွင် calculation တစ်ခုတည်းကိုသာ conductor များအတွက် short-circuit current များမှ protect လုပ်နိုင်ရန် စစ်ဆေးရန်လိုအပ်ပါသည်။ single-phase နှင့် three-phase four-wire စသည့် power supply များအတွက် အနိမ့်ဆုံး short-circuit current သည် phase နှင့် neutral အကြားဖြစ်ပေါ်သော fault ကြောင့်သာဖြစ်ရာ ယင်းနှင့်သက်ဆိုင်သော formula မှာ ..

$$I_{pn} - \frac{V_{ph}}{Z_{pn}}$$

၎င်းတွင် I_{pn} သည် phase နှင့် neutral အကြားဖြစ်ပေါ်မည့် prospective short-circuit ဖြစ်ကာ Z_{pn} သည် source မှ circuit ၏ အဆုံးသို့တိုင်အောင် စစ်ဆေးထားသော phase နှင့် neutral အကြားရှိ impedance ဖြစ်ကာ V_{pn} မှာမူ phase နှင့် neutral အကြားရှိသော voltage ဖြစ်ပါသည်။

အကယ်၍ supply သည် three-phase three-wire ဖြစ်ပါက phase နှစ်ခု အကြားဖြစ်ပေါ်သည့်အနိမ့်ဆုံး short-circuit current သည်

$$I_{pp} = \frac{V_L}{2Z_p}$$

၎င်းတွင် I_{pp} သည် phast to phase prospective short-circuit current ဖြစ်ကာ Z_p သည် source မှ circuit ၏ အဆုံးသို့တိုင်အောင် သတ်မှတ်ထားသော impedance ဖြစ်ပြီး V_L မှာမူ line voltage ဖြစ်ပါသည်။

Protected လုပ်ထားသည့် conductor များအတွက် protective device သည် မည်မျှကြာသောအချိန်တွင် circuit မှ disconnect ဖြစ်မည် အား စစ်ဆေးကာ Regulation 434-03-03 ၏ formula မှ ခွင့်ပြုထားသော maximum disconnection time နှင့် နှိုင်းယှဉ်ပါမည်။

$$t \leq \frac{k^2 S^2}{I^2}$$

၎င်းတွင် t သည် ခွင့်ပြုထားသော အမြင့်ဆုံး disconnection time၊ k သည် တူညီသော regulation မှ ရရှိလာသည့် conductor material အမျိုးအစား၊ fault ဖြစ်ခါစအချိန်ရှိ initial temperature နှင့် အပေါ်မူတည်သော factor

တစ်ခုနှင့် conductor ၏ insulation အတွက် ကန့်သတ်ထားသော temperature ဖြစ်ပါသည်။ S သည် conductor ၏ cross-sectional area ဖြစ်ကာ I မှာမူ fault current ဖြစ်ပါသည်။

အကယ်၍ actual disconnection time သည် 0.1 secs သို့မဟုတ် ထို့ထက်လျော့နည်းခဲ့ပါက manufacture ထံမှ ရရှိသည့် protective device မှ ဖြတ်သန်းစီးဆင်းမည့် actual energy နှင့် ယင်း၏ တန်ဘိုးသည် k^2S^2 ထက် မကျော်လွန်ရပေ။

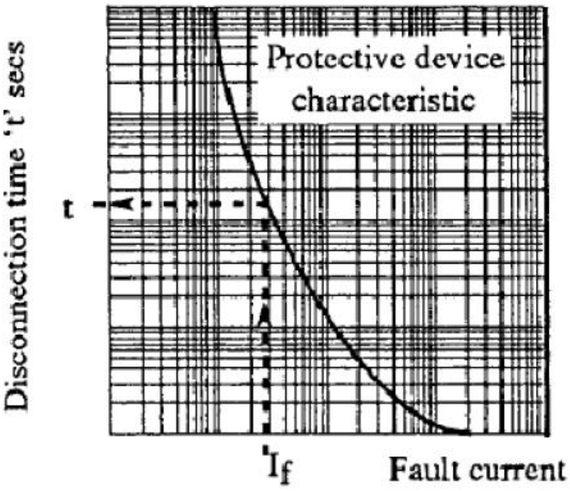
အနိမ့်ဆုံး short-circuit current အားလိုအပ်ပါက fault current စီးနေသည့်အချိန်တွင် ရှိမည့် အပူချိန်တွင်ရှိနေသည့် live conductor များ၏ ခုခံမှုကို ယူရပါမည်။ ယင်းတွင် ရှုပ်ထွေးသော တွက်ချက်မှုများ ပါရှိနေရာ conductor ၏ operating temperature နှင့် conductor insulation အတွက် temperature limit တို့အား ပျှမ်းမျှယူကာ တွက်ချက်ရယူနိုင်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် copper conductor တွင် standard PVC insulation ပါရှိခြင်း အတွက် အမြင့်ဆုံးခွင့်ပြုထားသည့် operating temperature သည် 70°C ဖြစ်ကာ PVC insulation အတွက် limit temperature သည် 160°C ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ပျှမ်းမျှတန်ဘိုးသည် 115°C ဖြစ်ပြီး၊ ယင်းတန်ဘိုးသည် conductor ၏ resistance ကို အဆုံးအဖြတ်ပေးမည့် temperature ပင်ဖြစ်ပါသည်။

Earth Fault Protection overcurrent ဖြစ်စေသည့် တတိယပုံစံသည် phase to earth fault ဖြစ်ကာ ယင်းနှင့်သက်ဆိုင်သော rule များအား IEE Wiring Regulations ၏ အခန်း ၅၄ တွင် မြင်တွေ့နိုင်ပါသည်။ ယင်း case တွင် protective conductor ၏ thermal capacity အတွက် သုံးစွဲရန်သင့်လျော်မှု ရှိမရှိဆိုသည့် အချက်အား နည်းလမ်းနှစ်သွယ်ဖြင့် စစ်ဆေးနိုင်ပါသည်။

ပထမဦးစွာ ဇယား 54G အား အသုံးပြုမည်ဖြစ်ကာ ယင်းအား ထုတ်နုတ်ထားသည့်ပုံစံ သည် ဇယား ၁၅.၂ ဖြစ်ပါသည်။ အကယ်၍ protective conductor သည် phase conductor နှင့် မတူညီသော material အမျိုးအစား ဖြစ်ပါက ထပ်ဆောင်းတွက်ချက်မှုများအား ပြုလုပ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ဇယားမှရရှိလာသော အရွယ်အစား အား k1/k2 ဖြင့် မြှောက်ပေးရမည်ဖြစ်ကာ ဤတွင် k1 သည် phase conductor material အတွက် k factor ဖြစ်ကာ k2 သည် protective conductor အတွက်သုံးသော conductor material အတွက် k factor ဖြစ်ပါသည်။ သို့သော် IEE Regulation 543-02-03 နှင့် ကိုက်ညီရန်အလို့ငှာ protective conductor တို့သည် 10mm^2 အပါအဝင် ယင်းထက်ကြီးသော conductor တို့သည် copper ဖြစ်ရန်လိုအပ်ပါသည်။

1.0mm^2 မှ လွဲ၍ မည်သည့် PVC insulated နှင့် PVC Sheathed cable များ အပါအဝင်တို့တွင် protective conductor တစ်ခု (ခေတ္တခဏဖြစ်စေ၊ twin နှင့် CPC cable) တို့သည် IEE ဇယား 54G နှင့် ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်ကာ protective conductor ၏ cross-sectional area သည် phase conductor အောက်ငယ်ရပေမည်။ ဇယားသည် aluminium strip armoured cable များအတွက်အသုံးပြုနိုင်ကာ MICC cable များအတွက်မူ protective

conductor ၏ cross-sectional area သည် IEE ဇယား 54G နှင့် ကိုက်ညီမှု ရှိရပါမည်။ 35mm^2 ထက်ကြီးသော cable များထက်ကြီးပါက ဇယားသည် standard မဟုတ်သော cable size ကိုသာပေးနိုင်ကာ ယင်းအခြေအနေတွင် cable ၏ နောက်တစ်ဆင့်မြင့်သော အရွယ်အစားကို ရွေးချယ်ပါမည်။ မည်သည့်အခြေအနေတွင်မဆို indirect contact ဖြစ်ခြင်းမှ protection လုပ်နိုင်စေရန်အတွက် phase earth loop impedance အား တွက်ထုတ်ရန်အချက်အား ဇယားဖြင့် ရပ်တန့်အောင် မလုပ်ဆောင်နိုင်ပေ။



ပုံ ၂. ၁၄ Disconnection time "t"ကို ရှာဖွေရန် အသုံးပြုသည့် protective device ၏ characteristics curve (Trevor Marks)

ဒုတိယနည်းလမ်းတစ်ခုအနေနှင့် protective conductor သည် thermal effect များမှ protect လုပ်နိုင်ကြောင်းအား စစ်ဆေးရန်ဖြစ်ကာ ထိုသို့သော တွက်ချက်မှုအား IEE Regulation 543-01-03 မှ ဖော်ပြထားသော formula အား အသုံးပြုကာ တွက်ချက်နိုင်ပါသည်။

$$S = \frac{\sqrt{I_f^2 t}}{k}$$

ဤတွင် S သည် protective conductor အတွက် cross-sectional area ဖြစ်ပြီး၊ I_f သည် earth fault current၊ t သည် protective device ၏ actual disconnection time ဖြစ်ကာ k သည် IEE အခန်း ၅၄ အရဖြစ်သော conductor material၊ insulation အမျိုးအစား၊ initial နှင့် final temperature စသည်တို့ အပေါ်တွင်အခြေခံသော တန်ဘိုးဖြစ်ပါသည်။

ယင်းသည် protective conductor ၏ အမှန်တကယ် cross-sectional area အား တွက်ချက်မှုအရ ရရှိလာသော အနိမ့်ဆုံး cross-sectional area တို့အား နှိုင်းယှဉ်လိုက်ရန်သာဖြစ်ပါသည်။

I_f တန်ဘိုးကို အောက်ပါ formula ဖြင့် ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။

$$I_f = I_f = \frac{V_{ph}}{Z_S}$$

Z_S တန်ဘိုးကို Z_E + Z_{inst} မှ ရရှိကာ ၎င်းတွင် Z_E သည် စစ်ဆေးလျှက်ရှိသော circuit ၏ အပြင်ဖက်တွင်ရှိသော phase earth loop impedance ဖြစ်ကာ Z_{inst} မှာမူ actual circuit ၏ phase earth loop impedance ဖြစ်ပါသည်။

Disconnection time 't' ကို ပုံ ၂.၁၄ ကို protective device characteristic မှ ရရှိနိုင်ပါသည်။ တွက်ချက်ရရှိသော I_f တန်ဘိုးအထိ current axis မှ line တစ်ကြောင်းအား အသုံးပြုလျှက်ရှိသော protective device ၏ characteristics သို့တိုင်အောင် ဆွဲသားရပါမည်။ ယင်း line မှ characteristic သို့ ထိသော နေရာမှ horizontal line အား time axis သို့ ဆွဲခြင်းဖြင့် ထိုသို့သော fault current အတွက် disconnection time ကိုပေးနိုင်ပါသည်။

အရေးကြီးသောအချက်အနေနှင့် မှတ်သားထားရန်မှာ fault ဖြစ်ခါစရှိ conductor ၏ temperature ဖြစ်သော k တန်ဘိုးကို ရွေးချယ်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ protective conductor အနေနှင့်လည်း ယင်းတွင် temperature မြင့်တက်လာစေရန် current များအား carrying လုပ်မည်မဟုတ်ပေ။ twin & CPC cable တွင် protective conductor သည် cable အတွင်းပါရှိသော်လည်း ပုံမှန်အခြေအနေတွင် current ကို carrying လုပ်မည်မဟုတ်သဖြင့် ယင်း၏ temperature မှာ cable အတွင်းရှိ live conductor များနှင့် အတူတူပင်ဖြစ်ကာ မည်သည့် ထပ်ဆောင်းအချက်အလက်များ ဖော်ပြမထားပါက cable ၏ အမြင့်ဆုံးသော ခွင့်ပြုနိုင်သည့် operating temperature ဟုသာ ယူဆပါမည်။

မှတ်သားထားရန်မှာ ယင်းသည် minimum fault current သာဖြစ်ကာ conductor များအား protect လုပ်ထားချိန်တွင် အလွန်အရေးကြီးပါသည်။ ထို့ကြောင့် circuit တစ်ခုသည် short-circuit current အား protect လုပ်နိုင်သည်ကို စစ်ဆေးရန် တွက်ချက်မှုတစ်ခုအားပြုလုပ်တော့မည်ဆိုပါက earth fault current သည် short-circuit current ထက်နည်းနေပါက live conductor များသည် earth fault current အား protected လုပ်ထားသည်ကို ပြန်လည်စစ်ဆေးရန်လိုအပ်ပါသည်။ ထို့ပြင် အသုံးပြုသော formula မှာလည်း short-circuit protection နှင့် အတူတူပင်ဖြစ်ရာ disconnection time သည် 0.1 seconds သို့မဟုတ် manufacturer ၏ သတ်မှတ်ချက်အောက် ငယ်ခဲ့ပါက ဖြတ်သန်းသွားမည့် energy I^2t သည် k^2S^2 နှင့် short-circuit current များမှာကဲ့သို့ပင် နှိုင်းယှဉ်နိုင်ပေမည်။

မှတ်သားရန် နောက်ထပ်အချက်တစ်ခုအနေနှင့် conduit၊ trunking နှင့် cable တို့၏ armour တို့တွင်ရှိသော resistance ကိုထည့်သွင်းတွက်ချက်ရန် အရေးကြီးပါသည်။

Protection against Indirect Contact

Part	Chapter	Section
6	54	413

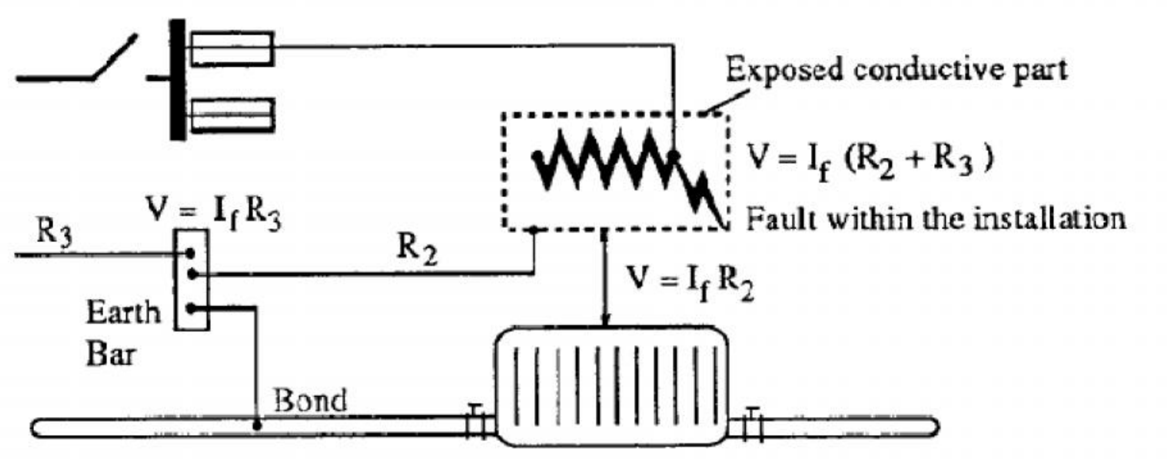
အခြေခံလိုအပ်ချက်များသည် IEE Regulation 413-02-04 နှင့် ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်ကာ၊ ယင်းတွင် protective device တို့၏ characteristic များ၊ earthing စီစဉ်ထားမှုများ နှင့် circuit conductor များ၏ impedance များတို့သည် ပူးပေါင်းလုပ်ဆောင်ခြင်းဖြင့် earth fault ဖြစ်နေစဉ်တွင် exposed နှင့် extraneous conductive part များတွင် ဖြစ်ပေါ်လာမည့် voltage ၏ magnitude နှင့် duration တို့အား တပြိုင်နက် accessible လုပ်နိုင်ခြင်းဖြင့် အန္တရာယ်ကျရောက်မှု မဖြစ်နိုင်တော့ပေ။

ယင်းလိုအပ်ချက်သည် subject နှစ်ခုအတွင်း ကျရောက်နေကာ၊ ပထမ အချက်သည် equipotential bonding ဖြစ်ပြီး ဒုတိယအချက်သည် အလိုအလျောက် disconnection ဖြစ်ကာ ယင်း ဒုတိယအချက်သည် ယခုအချိန်တွင် ပထမအချက်နှင့် လည်း သက်ဆိုင်နေပါသည်။

ရှင်းရှင်းလင်းလင်းနားလည်ထားရမည်မှာ အကယ်၍ fault သည် installation ၏ အပြင်ဖက်တွင်ဖြစ်ပါက equipotential bonding တစ်ခုတည်းသာလျှင် installation အတွင်းရှိ exposed နှင့် extraneous conductive part များတွင် တူညီသော voltage ကို ပေါ်ပေါက်စေပါသည်။ exposed နှင့် extraneous conductive part များတွင် ဖြစ်ပေါ်သော voltage သည် fault current ဖြစ်သော I_f နှင့် source neutral မှ သည် installation ၏ main earth bar သို့တိုင်အောင် ရှိနေသည့် main equi-potential bonding conductor များနှင့်လည်းဆက်သွယ်ထားသည့် protective conductor ၏ impedance တို့ မြှောက်ထားသော တန်ဘိုးဖြစ်ပါသည်။

Installation အတွင်းတွင် fault ဖြစ်ခဲ့ပါက voltage တစ်ခုသည် exposed conductive part တွင်ဖြစ်ပေါ်လာမည်ဖြစ်ကာ ယင်း voltage သည် ပုံ ၂.၁၅ တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း extraneous conductive part များတွင်ပေါ်ပေါက်သည့် voltage ထက်ကြီးမားပေမည်။ ပုံအရ exposed conductive part တွင် ဖြစ်ပေါ်လာသော voltage သည် I_f $(R_2 + R_3)$ ဖြစ်ကာ radiator တွင်ဖြစ်ပေါ်လာသော voltage သည် I_fR_3 ဖြစ်ပြီး ရရှိလာသော potential difference သည် I_fR_2 ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း voltage difference သည် 150V မျှမြင့်မားနိုင်ခြင်းကြောင့် အတော်အတန် အန္တရာယ်ရှိပေသည်။

လူတစ်ဦးတွင် electric shock ဖြစ်ပေါ်ခဲ့ပါက ရရှိလာနိုင်သော ပြင်းထန်မှုအတိုင်းအတာသည် အချက် သုံးချက်နှင့် သက်ဆိုင်ကာ ပထမအချက်သည် voltage ပမာဏ၊ ဒုတိယသည် မည်မျှလောက်မြန်မြန် disconnection ဖြစ်သည် နှင့် တတိယအချက်သည် environmental condition များတို့ဖြစ်ကြပါသည်။



ပုံ ၂. ၁၅ Shock voltage with bonding (Trevor Marks)

Fault ဖြစ်နေစဉ်တွင် exposed conductive part အား ထိတွေ့လိုက်ခြင်းဖြင့် electric shock အပြင်းအထန်ဖြစ်ခြင်းမှ ကြိုးစားကန့်သတ်နိုင်ရန် အတွက် IEE Wiring Regulations တွင် earth သို့ voltage နှင့် environmental condition များအပေါ်တွင် တည်မှီသော အမြင့်ဆုံး disconnection time ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ကော်ဇောခင်းထားသော ရုံးများ မြင်တွေ့နေကျဖြစ်ကာ ရုံးဂန်ထမ်းများအနေနှင့် ဂတ်စားဆင်ယင်မှုနှင့် ခြေစွတ်များနှင့် ရှူးဖိနပ်များအား ဂတ်ဆင်ကြသော နေရာများကဲ့သို့သော normal environmental condition ရှိနေသော အခြေအနေများအတွက် disconnection time အား IEE Regulation 413-02-08 တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။ environmental condition များသည် အထက်ဖော်ပြခဲ့သည့် အခြေအနေများနှင့် မကိုက်ညီခဲ့ပါက disconnection time များအား လျှော့ချခြင်းနှင့် အခြားသော precaution များအား လုပ်ဆောင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော အခြေအနေများအား special situation များဟုသတ်မှတ်ကာ ယင်းတို့အား IEE Wiring Regulation များ၏ အပိုင်း ၆ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

Circuit တစ်ခုသည် သတ်မှတ်ချိန်အတွင်း disconnection လုပ်သည်ကို ဆုံးဖြတ်နိုင်ရန်အတွက် တွက်ချက်ရာတွင် circuit ၏ အဆုံးရှိ earth loop impedance ကို ဆုံးဖြတ်ရန်လိုအပ်ပါသည်။ ယင်းသို့တွက်ချက်ရာတွင် Z_E ဟု သတ်မှတ်သော circuit ၏ origin မှ အစပြုသည့် phase earth loop impedance ကို သိရှိရန်လိုအပ်ပြီး Z_{inst} ဖြင့် ရည်ညွှန်းသည့် circuit ၏ phase earth loop impedance ကိုလည်း သိရှိထားရပါမည်။ overall earth loop impedance ဖြစ်သော Z_S အား အောက်ပါအတိုင်းဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။

$$Z_s = Z_E + Z_{inst}\,\Omega$$

Z_{inst} သည် circuit phase conductor Z_1 ၏ impedance အား circuit protective conductor Z_2 ၏ impedance တို့ ပေါင်းခြင်းဖြင့်ရရှိသည့် တန်ဘိုးဖြစ်ပါသည်။ ဇယားများအား မတူညီသော cable အမျိုးအစားမျိုးစုံအတွက် Z_1+ Z_2 ပုံစံဖြင့် ဖော်ပြထားပါသည်။ earth fault current များအတွက် conduit ၏ impedance၊ trunking နှင့် armoured cable များတို့တွင်ရှိသော armouring စသည်တို့၏ impedance များအားလည်း ထည့်သွင်းတွက်ချက်ရန်

အရေးကြီးပါသည်။ $35mm^2$ အထိရှိသော circuit များတွင် အထက်ဖော်ပြခဲ့သည့် impedance များဖြစ်ကြသော Z_1 နှင့် Z_2 တို့အား R_1 နှင့် R_2 စသည့် resistance များအဖြစ် အစားထိုးဖော်ပြပါမည်။

လက်တွေ့အားဖြင့် Z_S တန်ဘိုး နှစ်ခုရှိကာ တွက်ချက်ရရှိ သို့မဟုတ် တိုင်းတာရရှိသော actual value များအား IEE Wiring Regulation တွင်ဖော်ပြထားကာ ယင်းတန်ဘိုးထက် မကျော်လွန်ရပေ။ တွက်ချက်ရရှိသော တန်ဘိုးအား ခွင့်ပြုထားသော တန်ဘိုးများနှင့် နှိုင်းယှဉ်ခြင်းဖြင့် disconnection time ထက် မကျော်လွန်စေတော့ပေ။

နေအိမ်ကဲ့သို့သော ရိုးရှင်းသည့် installation တစ်ခုတွင် Z_E တန်ဘိုးသည် installation ၏ origin ၏ အပြင်ဖက်တွင်ရှိပေလိမ့်မည်။ ကြီးမားသော commercial building သို့မဟုတ် factory များတွင် Z_E ၏ တန်ဘိုးသည် section distribution board သို့မဟုတ် final circuit အတွက် distribution board မှ bus bar များသို့ feed လုပ်သော circuit ၏ Z_S တန်ဘိုးပင်ဖြစ်ပါသည်။

Calculation များအားလုံးတွင် အသုံးပြုရန် Resistance Regulation 413-02-05 တွင် fault current ဖြတ်သန်းစီးဆင်းခြင်းကြောင့် တိုးလာသည့် circuit conductor များ၏ resistance အား ထည့်သွင်းရေတွက်ပေးရမည် ဟု ဖော်ပြထားပါသည်။ သို့သော် protective device တစ်ခုသည် Wiring Regulations ၏ Appendix 3 နှင့် ကိုက်ညီခဲ့ပြီး earth loop impedance သည် Regulation ၏ အပိုင်း ၄ ရှိ ဇယားတွင်ဖော်ပြထားသော Z_S တန်ဘိုးနှင့် ကိုက်ညီကာ circuit သည် Regulation 413-02-05 နှင့် လိုက်ဖက်ကိုက်ညီပါက temperature တိုးလာခြင်းကြောင့် တိုးလာမည့် resistance ကို ignore လုပ်နိုင်ပါသည်။ ခက်ခဲသော အချက်မှာ protective device ၏ characteristics များသည် manufacturer မှ ပေးသော characteristics များနှင့် Regulation မှ တန်ဘိုးများနှင့် တူညီမှု မရှိခဲ့ပါက Appendix 3 နှင့် ကိုက်ညီမှုရှိမရှိအား ဆုံးဖြတ်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ Regulations ၏ အပိုင်း ၄ တွင်ဖော်ပြထားသော ဇယားရှိ ZS တန်ဘိုးများအား အကယ်၍ main supply ၏ open circuit voltage သည် ဇယားများမှ အခြေခံထားသော 240V နှင့် ကွဲပြားနေခဲ့ပါက ပြန်လည် ညှိပေးရပါမည်။ characteristics များ သည် Regulations ၏ Appendix 3 နှင့် မကိုက်ညီခြင်း သို့မဟုတ် Appendix 3 တွင် မပါဝင်ခဲ့ပါ conductor ၏ resistance အား conductor ၏ ပျမ်းမျှ operating temperature နှင့် conductor ၏ insulation ကန့်သတ် temperature အပေါ်တွင် သာယူရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် PVC insulation အသုံးပြုထားသော copper conductor တစ်ခုတွင် ပုံမှန် load အခြေအနေရှိ အမြင့်ဆုံး ခွင့်ပြုထားသော operating temperature သည် 70^oC ဖြစ်ကာ PVC insulation အတွက် ကန့်သတ် temperature သည် 160^oC ဖြစ်ရာ ပျမ်းမျှ တန်ဘိုးသည်

$$\frac{70+160}{2} = 115^\circ C$$

Insulation အမျိုးမျိုးအတွက် ပုံမှန် load အခြေအနေတွင် မတူကွဲပြားသော operating temperature များ ရှိခြင်းကြောင့် အသုံးပြုသော insulation အမျိုးအစားအပေါ်တွင်မူတည်ကာ ပျှမ်းမျှ တွက်ချက်ရပေမည်။ ဥပမာအားဖြင့် 90°C ရှိသော conductor တွင် thermosetting insulation ပါရှိကာ ယင်းအတွက် ကန့်သတ် temperature သည် 250°C ဖြစ်သော် ပျှမ်းမျှ တန်ဘိုး သည် 170°C ဖြစ်ပေမည်။ ထို့အတူ ထိုသို့သော ပျှမ်းမျှ တန်ဘိုးတို့ကို protective conductor အတွက်လည်း တွက်ချက်ပေးရမည်ဖြစ်သကဲ့သို့ ယင်းတန်ဘိုးသည် protective conductor အမျိုးအစားနှင့် ယင်းအား မည်သို့ install လုပ်ထားသည်အပေါ်တွင်မူတည်ပါသည်။ protective conductor တစ်ခုတပ်ဆင်ထားမှုသည် အခြားသော live conductor များနှင့် ထိတွေ့မှု မရှိခြင်းကြောင့် ယင်း၏ operating temperature အား Britain တွင် ambient temperature အတိုင်း 30°C ဟု မှတ်ယူပါသည်။ ယင်းသို့သော အခြေအနေအတွက် ပျှမ်းမျှ တန်ဘိုးသည် 95°C ဖြစ်ပေသည်။ metal sheathed သို့မဟုတ် armoured cable များဖြစ်ပါက ယင်းအတွက် 60°C ဟုယူဆနိုင်ကာ ယင်းအတွက် ကန့်သတ် temperature သည် ယင်း conductor ၏ insulation အပေါ်တွင် မူတည်ပေသည်။ IEE Wiring Regulations ၏ အခန်း ၅၄ တွင်ဖော်ပြထားသော ဇယားများသည် အခြေအနေအမျိုးမျိုးအတွက် ခန့်မှန်းထားသော initial temperature နှင့် ကန့်သတ် temperature များပင်ဖြစ်ပါသည်။

ယင်းသို့ တွက်ချက်ရရှိလာသော ပျှမ်းမျှ temperature အား conductor ၏ resistance အား ဆုံးဖြတ်ရန် အောက်ပါ formula အသုံးပြုကာ တွက်ချက်သော်

$$R_{t_2} = R_{20}(1 + \alpha(t_2 - t_1))\ \Omega$$

၎င်းတွင် t_2 သည် final conductor temperature (ဥပမာ - 115) ဖြစ်ပြီး၊ t_1 သည် conductor ၏ resistance 20°C တွင်ရှိသော R_{20} temperature ဖြစ်ကာ α မှာမူ aluminium နှင့် copper တို့နှစ်ခုစလုံးအတွက် BS 6360 အရ resistance temperature coefficient ဖြစ်သော 0.004 ဖြစ်ပါသည်။ အကယ်၍ t_2 = 115°C နှင့် t_1 = 20°C တို့အား formula အတွင်းထည့်သွင်းတွက်ချက်ခြင်းဖြင့် 115°C တွင်ရှိသော resistance R_{t2} သည် 20°C တွင် ရှိမည့် R_{20} အား 1.38 ဖြင့် မြှောက်ထားခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။

35mm^2 ထက်ပိုမိုကြီးသော cable များအတွက်မူ reactance ကို ထည့်သွင်းယူဆပေးရမည်ဖြစ်သော်လည်း reactance တန်ဘိုးသည် temperature အကျိုးသက်ရောက်မှုမရှိခြင်းကြောင့် reactance တန်ဘိုးအတွက် temperature အတွက် adjustment လုပ်ပေးရန်မလိုအပ်ပေ။

ကြီးမားသော cable များအား အသုံးပြုမည်ဆိုပါက resistance တစ်ခုတည်းသာမဟုတ်ပဲ cable ၏ impedance ကို အသုံးပြုရမည်ဖြစ်ကာ အောက်ပါ formula ကိုအသုံးပြုခြင်းဖြင့် impedance တန်ဘိုးကို ရရှိနိုင်ပါသည်။

$$Z = \sqrt{r^2 + x^2}\ \Omega$$

Summary (အနှစ်ချုပ်)

Distribution နှင့် final circuit များအား design ထုတ်ရန်အတွက် ဆုံးဖြတ်ချက်ချရာတွင် လိုအပ်သော အဓိကအချက်များအား စုစည်းရသော် ...

(၁) maximum demand ကိုတွက်ချက်ရာတွင် diversity လိုအပ်သောနေရာများတွင် သင့်တင့်သလို ထည့်သွင်းတွက်ချက်ပေးပါ။

(၂) Supply တစ်ခုအနေနှင့် လိုအပ်သော maximum demand ရရှိနိုင်ခြင်း ရှိမရှိအား electricity supply company မှ ဆုံးဖြတ်ပေးရမည်။

(က) supply အမျိုးအစားနှင့် frequency၊ ယင်းသည် single=phase သို့မဟုတ် three-phase four-wire, 50/60Hz.

(ခ) earthing အတွက် စီစဉ်မှု၊ ယင်းသည် installation တွင် အစိတ်အပိုင်း အဖြစ် ပါရှိသည့် system အမျိုးအစားတစ်ခု။

(ဂ) installation ၏ origin တွင်ရှိသည့် cut-out (fuse) ၏ အမျိုးအစားနှင့် rating။

(ဃ) origin တွင် ရှိမည့် single-phase prospective short-circuit current (I_{pn})

(င) အကယ်၍ supply သည် three-phase ဖြစ်ပါက three-phase symmetrical short-circuit current

(စ) origin တွင်ရှိသည့် အမြင့်ဆုံး earth loop impedance, Z_E

(၃) distribution အတွက်ကျနစွာစီစဉ်ပြီးနောက်တွင် load အများဆုံးသုံးစွဲမည့် နေရာအနီးတွင် distribution board ကို ကြိုးစား ထားရှိပါ။

(၄) installation တစ်ခုလုံးတွင် အသုံးပြုရန် အတွက် protective device များအား ဆုံးဖြတ်ပါ။

(၅) မည်သည့် circuit များအား overload နှင့် short-circuit current များတို့မှ protect လုပ်မည်၊ အခြားမည်သည်တို့အား short-circuit current တစ်မျိုးတည်းအတွက် protect လုပ်ပေးမည် စသည်တို့ကို ဆုံးဖြတ်ပါ။

(၆) circuit တစ်ခုစီအတွက် မည်သို့သော derating factor များအား အသုံးပြုသင့်သည်ကို ဆုံးဖြတ်ပါ။

(၇) circuit တစ်ခုစီအတွက် လိုအပ်သော live conductor များ၏ အရွယ်အစားများအား ဆုံးဖြတ်ပါ။

(၈) circuit တစ်ခုစီအတွက် voltage drop များကိုတွက်ချက်ပြီး ယင်းတို့သည် လက်ခံနိုင်သော ပမာဏဖြစ် မဖြစ် ကိုစစ်ဆေးပါ။

(၉) ရွေးချယ်ထားပြီးသော conductor များအား short-circuit current ဖြစ်ခြင်းမှ protect လုပ်နိုင်ခြင်း ရှိမရှိ သေချာအောင်စစ်ဆေးပါ။

(၁၀) installation တစ်ခုလုံးအတွက်အသုံးပြုမည့် protective conductor များ၏ အရွယ်အစားကို တွက်ချက်ပါ။

(၁၁) circuit များသည် indirect contact ဖြစ်ခြင်းအား protect လုပ်နိုင်မှုရှိမရှိ သေချာအောင်စစ်ဆေးပါ။

(၁၂) main equipotential bonding conductor များအား အရွယ်အစားသတ်မှတ်ပြီးနောက် မည်သည်တို့အား bond လုပ်ထားမည်ကို ဆုံးဖြတ်ပါ။

(၁၃) အထူးအခြေအနေများရှိမရှိ စစ်ဆေးရန် နှင့် အကယ်၍ ရှိလာခဲ့ပါက ထပ်မံဖြည့်စွက် တပ်ဆင်ရမည့် bonding conductor များအား အရွယ်အစား သတ်မှတ်ရန်။

(၁၄) distribution board များမှ circuit များအား supply လုပ်ရာတွင် socket outlet များနှင့် တစ်နေရာမှ တစ်နေရာသို့ရွှေ့ပြောင်းသယ်ယူအသုံးပြုသည့် portable equipment များ သို့မဟုတ် hand-held Class I equipment များ အစရှိသည်တို့နှင့်အတူ ပုံသေတပ်ဆင်အသုံးပြုသည့် equipment များ အစရှိသည်တို့ ရောနှောနေမှုကို စစ်ဆေးရမည်။ ထိုသို့စစ်ဆေး ဆုံးဖြတ်ရာတွင်

(က) CPC ၏ impedance ကို ကန့်သတ်ပြီး IEE ဇယား 41C နှင့် ကိုက်ညီစေရန် သို့မဟုတ်

(ခ) equipotential bonding conductor များအား distribution board မှ စ၍ တူညီသော အရွယ်အစားဖြင့် install လုပ်ရန်နှင့် main equipotential bonding conductor များအတိုင်း တူညီသော extraneous conductive part များ ဖြစ်စေရန် စစ်ဆေးဆုံးဖြတ်ပေးရပါမည်။

(၁၅) switch များ၊ isolator များနှင့် emergency stop button များအား မည်သို့နေရာချထားမည်ကို ဆုံးဖြတ်ရပါမည်။

DISTRIBUTION BOARD REFERENCE:-					
1	**TYPE OF CONDUCTORS**				
	CIRCUIT DETAILS				
2	CIRCUIT REFERENCE				
3	LIGHTING LEVEL REQUIRED (LUX)				
4	REFLECTANCE LEVELS				
5	$R.I = \frac{\text{ROOM L} \times \text{W}}{\text{H ABOVE WP} \times (\text{ROOM L} + \text{W})}$				
6	UTILISATION FACTOR				
7	MAINTENANCE FACTOR				
8	LAMP OUTPUT				
9	NO OF LUMINAIRES $= \frac{\text{L} \times \text{W} \times \text{LUX}}{\text{LAMP OUTPUT} \times \text{MF} \times \text{UF}}$				
10	NO OF SOCKET OUTLETS				
11	LOAD ALLOCATED PER SOCKET OUTLET				
	FACTORS				
12	TOTAL LOAD OF CIRCUIT $\left[\text{3 PHASE} = \frac{\text{kW}}{\sqrt{3} \times \text{V} \times \text{PF}}\right]$				
13	LOAD WITH DIVERSITY				
14	FUSE / MCB TYPE				
15	FUSE / MCB RATING				
16	CORRECTION FACTORS				
	GROUPING				
	AMBIENT				
	THERMAL				
	DEPTH				
17	CONDUCTOR SIZE AND TYPE				
	VOLT DROP				
18	mV / A / M				
19	L.O.R.				
20	LOAD CURRENT (FROM 12 OR 13)				
21	TOTAL VOLT DROP				
22	TOTAL VOLT DROP (RING) 20 $\times$ 0.25				
23	MAXIMUM PERMISSABLE VOLT DROP				
	IMPEDANCE CONSTRAINTS				
24	MAX Zs (FROM 41B1, 41B2 ETC.)				
25	Ze (As given, measured)				
26	ACTUAL Zs				
27	CHECK 26 $\leq$ 24				
	THERMAL CONSTRAINTS				
28	FAULT CURRENT				
29	ACTUAL DISCONNECTION TIME				
30	MAXIMUM DISCONNECTION TIME (Regulations)				
31	k FACTOR				
32	MINIMUM SIZE $= \left[\frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = \text{mm}^2\right]$				
33	ACTUAL CABLE SIZE				
34	TOTAL FACTORS PHASE & CPC				
35	CONTAINER CAPACITY FACTOR				

ပုံ ၂. ၁၆ စံပြု design record sheet တစ်ခု၏ အစိတ်အပိုင်းပုံ။sheet ၏ layout သည် designer အား assumptions များနှင့် design data များနှင့် တွက်ချက်မှုရလဒ်များအား စံနစ်တစ်ကျ မှတ်သားထားနိုင်စေပါသည်။

ယင်းတို့သည် ယေဘုယျစာရင်းတစ်ခုဖြစ်ကာ အထက်ပါအမျိုးအမည်များအား အသုံးမပြုသော case များလည်းရှိနိုင်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် IEE Regulation 473-02-04 တွင် တစ်စုံတစ်ရာသော circuit များအား fault current မှ protect လုပ်ရန် မလိုအပ်ကြောင်းပြဆိုထားပေသည်။ စံပြု design schedule တစ်ခုအား ပုံ ၂.၁၆ တွင်ပြထားပါသည်။

Worked Example

Factory တစ်ခုတွင် boiler house အသစ်ပူးတွဲပါရှိသော kitchen တစ်ခုအား ခန့်မှန်းတည်ဆောက်ကြည့်ပါမည်။ installation အားအောက်ပါအချက်အလက်များအပေါ်တွင် အခြေခံကာ လုပ်ဆောင်ပါမည်။

Factory အတွင်းရှိပြီး ထပ်ဆောင်း load ကိုလည်း ပေးနိုင်သည့် အနီးဆုံး distribution board သည် kitchen အတွင်း distribution board အသစ်ထားလိုသော နေရာနှင့် မီတာ 60 မျှ ဝေးကွာပါသည်။ လက်ရှိ ရှိနေသော board သို့ ပေးသော supply သည် 400V, three-phase four wire ဖြစ်ကာ single-phase short-circuit current သည် 3380A ဖြစ်ကာ three-phase short-circuit current မှာမူ 5518A ဖြစ်ပါသည်။ factory distribution board တွင်ရှိသော phase earth loop impedance တန်ဘိုး Z_S သည် 0.19Ω ဖြစ်ကာ board အထိ three-phase voltage drop သည် 6V ရှိပါသည်။ kitchen သို့သွယ်တန်းမည့် feeder cable အသစ်အား structure ၏ မျက်နှာပြင်တွင် clip direct အားဖြင့်သွယ်တန်းကာ အခြားသော cable များနှင့် group ဖွဲ့ထားခြင်းလည်းမရှိပေ။

Kitchen တွင်အသုံးပြုလိုသော proposed load များအား အောက်တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

Three-phase four-wire အသုံးပြုမည့် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော equipment များ။

2-9kW သုံးစွဲမည့် hot plate များ၊ 1-11kW သုံးစွဲမည့် fryer ၊ 1-12kW သုံးစွဲမည့် oven နှင့် 1-25kW သုံးစွဲမည့် dishwasher တို့ဖြစ်ပါသည်။

Single-phase အသုံးပြုမည့် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော equipment များ။

1-1.5kW သုံးစွဲမည့် waste disposal unit၊ 1-3 kW သုံးစွဲမည့် microwave oven၊ 2-1kW သုံးစွဲမည့် freezer များနှင့် 6A သုံးစွဲမည့် kitchen lighting တို့ဖြစ်ပါသည်။

Single-phase အသုံးပြုမည့် ပုံသေတပ်ဆင်မထားသော equipment များနှင့် socket-outlet များ။

ယင်းတို့တွင် 32A socket-outlet များတပ်ဆင်ထားသော ring circuit တစ်ခုပါရှိကာ 4-1kW သုံးစွဲမည့် food mixer များနှင့် 1-1kW သုံးစွဲမည့် slicer နှင့် အတူ sundry kettle များနှင့် boiling pan များတို့ပါဝင်ပါသည်။

Boiler house တွင်သုံးစွဲမည့် equipment များအား kitchen distribution board မှ supply ပေးမည်ဖြစ်ကာ load တွင် boiler control panel သို့ supply ပေးမည့် 6A single-phase၊ power factor 0.64 ရှိသော 3kW three-phase

400V three-wire ကိုအသုံးပြုသည့် induced draught fan နှင့် power factor 0.61 ရှိသော 2.2kW three-phase three-wire ကိုအသုံးပြုသည့် forced draught fan တို့ပါရှိကြပါသည်။ motor တစ်လုံးစီရှိ starter များအတွက် overload များအနေဖြင့် အနိမ့်ဆုံး 4.5A၊ အလယ်မှတ် 6.75A နှင့် အမြင့်ဆုံး 9A ဟူ၍ ထားရှိပါသည်။

Ring circuit သည် 38 မီတာရှည်လျားကာ အခြားသော circuit များသည် 18 မီတာရှည်လျားပါသည်။ kitchen distribution board မှ installation အတွက် heavy gauge steel conduit များအသုံးပြုကာ သွယ်တန်းပါမည်။

Working:

ပထမဦးဆုံး လိုအပ်သော အချက်အနေနှင့် လိုအပ်သော နေရာများတွင် diversity ကိုထည့်သွင်းသုံးစွဲကာ maximum demand ကို တွက်ထုတ်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ phase သုံးခုစလုံးတွင်အသုံးပြုမည့် load များသည်လည်း အဖြစ်နိုင်ဆုံး balance ဖြစ်နေရမည်ဖြစ်ကာ single-phase load များသည်လည်း three-phase load များနှင့် ရောနှောနေသည် ဖြစ်ရာ ဇယားပုံစံဖြင့် မှတ်သားလုပ်ဆောင်သင့်ပါသည်။ distribution လုပ်လိုသော arrangement သည် ပုံ ၂.၁၇ နှင့်တူပေသည်။ three-phase နှင့် neutral ပါရှိသော power supply တွင် resistive load circuit များအတွက် phase current အားတွက်ချက်မည်ဖြစ်ကာ oven အား ဥပမာထားသော် ....

$$I_L = \frac{\text{kW} \times 1000}{\sqrt{3} \times V_L}$$

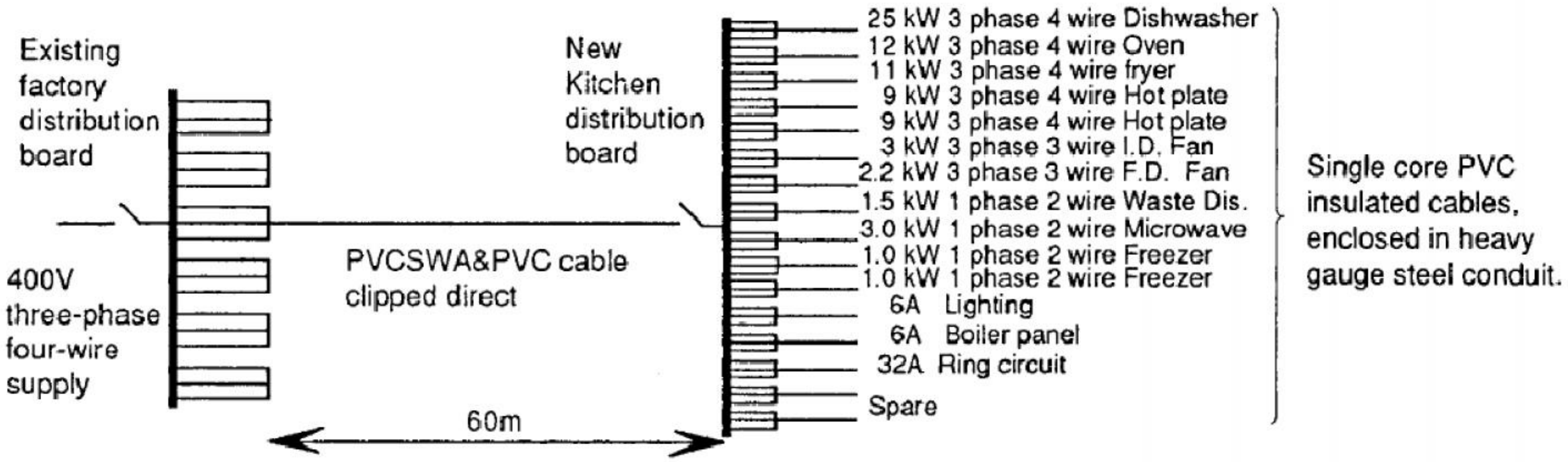
$$12 \text{ kW load} = \frac{12 \times 1000}{1.732 \times 415} = 16.69\text{A}$$

ထို့ကြောင့် 20A HRC fuse ကို အသုံးပြုပါမည်။

မော်တာများပါရှိခဲ့ပါက formula သည် အနည်းငယ် ကွဲပြားသွားကာ power factor ကိုပါထည့်သွင်းတွက်ချက်ပေးရပါမည်။ 3kW induced draught fan အား ဥပမာပြရသော် ...

$$I_L = \frac{\text{kW} \times 1000}{\sqrt{3} \times V_L \times \text{p.f.}} = \frac{3 \times 1000}{1.732 \times 415 \times 0.64} = 6.5\text{A}$$

ယင်းတွင် fuse အား starting current များအတွက်ကိုပါ ထည့်သွင်းစဉ်းစားထားရန်လိုအပ်ခြင်းကြောင့် 16A fuse များ လိုအပ်ပါမည်။ အခြားသော circuit များအတွက်ကိုလည်း အလားတူ တွက်ချက်နိုင်ပါသည်။ phase တစ်ခုစီရှိ load များအတွက် diversity ကိုထည့်သွင်းစဉ်းစားပြီးနောက်တွင် phase တစ်ခုစီရှိ total load အား စာရင်းပြုစုနိုင်ပါသည်။ ဇယားတွင်ဖော်ပြသော ပြန်လည်စီစစ်ထားသော load သည် Actual load x % diversity ဖြစ်ပါသည်။ တွက်ချက်ခြင်းဖြင့် ရရှိလာသော အဖြေများအား ဇယား ၂.၂ တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။



ပုံ ၂.၁၇ kitchen circuit များအတွက် work example အတွက်မှီငြမ်းပြုရန် distribution diagram

တိတိကျကျဆိုရသော် အကယ်၍ three-phase load များရှိ single-phase load များတွင် မတူကွဲပြားသော phase angle ရှိပါက ဇယား ၂.၂ တွင်အသုံးပြုထားသောပေါင်းခြင်းများသည် ဗက်တာပုံစံပေါင်းခြင်းများဖြစ်သင့်ကာ လက်တွေ့အခြေအနေတွင်မူယင်းအချက်အား အမြဲလိုလို ignore လုပ်ပါသည်။

ယင်းအခြေအနေတွင် load များအား အတတ်နိုင်ဆုံး balance ဖြစ်စေကာ အမြဲမှတ်သားထားရန်မှာ ring circuit တစ်ခုသည် 32A ကိုအသုံးပြုနိုင်သော်လည်း ယင်းပမာဏအား အချိန်တိုင်းတွင် အသုံးပြုမည်မဟုတ်ဘဲ၊ ယင်း socket များသည်ပင်လျှင် မည်သည့် load ကိုမျှ အသုံးမပြုသော အခြေအနေလည်း ရှိပေမည်။

ယင်းသို့စဉ်းစားရာတွင် အနာဂတ်တွင် demand မည်မျှလိုအပ်သည်ကိုလည်းပေးထားပေးရမည်ဖြစ်ကာ ယခုအချိန်တွင် 10% ကိုသာယူဆပါမည်။ ယင်းကြောင့် အမြင့်ဆုံး demand သည် 137A မျှဖြစ်လာပေမည်။ ထိုသို့သော load အတွက် အနီးဆုံးသော HRC fuse အရွယ်အစားသည် 160A ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ယင်း fuse အား လက်ရှိ distribution board အတွက် ရွေးချယ်ပါမည်။

Kitchen ရှိ distribution board သို့ သွယ်တန်းမည့် feeder cable ၏ အရွယ်အစားအား သတ်မှတ်ပါတော့မည်။ cable အား clipped direct နည်းဖြင့်သွယ်တန်းထားကာ overload ဖြစ်နိုင်သည်ဟု သတ်မှတ်ထားသောကြောင့် ယင်း၏ အရွယ်အစားအားသတ်မှတ်ရာတွင် fuse rating I_n အတိုင်းသတ်မှတ်ပါမည်။ ဇယား ၃.၃ ၊ ကော်လံ ၃ အားကြည့်သောအခါ $70mm^2$ PVCSWA & PVC armoured cable အား အသုံးပြုနိုင်ကာ I_{tab} အားဖြင့် 192A ရှိပါသည်။

နောက်တစ်ဆင့်အနေနှင့် kitchen distribution board တွင်အသုံးပြုသော load များအတွက် fuse rating အား သတ်မှတ်ရန်ဖြစ်ကာ ထိုသို့သတ်မှတ်ရာတွင် factory distribution board တွင် install လုပ်ထားသည့် 160A fuse သည် ကောင်းစွာ discriminate လုပ်နိုင်စေရန် သတိပြုရွေးချယ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ထို့နောက် မည်သည့် circuit များသည် short-circuit current ကိုသာ protect လုပ်မည် .. ဥပမာအားဖြင့် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော overload ဖြစ်ခြင်းမှ protect လုပ်ထားသည့် resistive load များ ဖြစ်ပါသည်။ final circuit အတွက် diversity ကိုထည့်သွင်းအသုံးမပြုခြင်းကြောင့် diversity ဖြင့်စဉ်းစားထားသော ဇယား ၂.၂ ရှိ load များအား fuse အရွယ်အစားသတ်မှတ်ရာတွင် အသုံးမပြုနိုင်တော့ပေ။

Table 2.2 *Tabulated figures for the worked example showing current ratings*

Circuit item	Load kW	Diversity % f.l.c.	Revised Load	Red phase amperes	Yellow phase amperes	Blue phase amperes
Three-phase loads						
1 Dishwasher	25	100%	25	34.78	34.78	34.78
2 Oven	12	80%	9.6	13.36	13.36	13.36
3 Fryer	11	60%	6.6	9.18	9.18	9.18
4 Hot plate	9	60%	5.4	7.51	7.51	7.51
5 Hot plate	9	60%	5.4	7.51	7.51	7.51
6 I. D. fan	3	100%	3.0	6.5	6.5	6.5
7 F. D. fan	2.2	100%	2.2	5.0	5.0	5.0
Total three-phase load				83.84	83.84	83.84
Single-phase loads						
8 Waste disp	1.5	60%	0.9	3.75		
9 Microwave	3	60%	1.8		7.5	
10 Freezer	1	60%	0.6			2.5
11 Freezer	1	60%	0.6		2.5	
12 Lighting	6 A	90%	5.4 A	5.4		
13 Boiler panel	6 A	100%	6 A			6.0
14 Ring circuit	32 A	32 A	32 A			32.0
Total load				92.99	93.84	124.34

Fuse rating များအား ဇယား ၂.၃ တွင် စာရင်းပြုစုထားပါသည်။ circuits 6, 7, 8 နှင့် 14 တို့အား overload ဖြစ်ခြင်းမှ protect လုပ်ထားကာ အခြားသော circuit အားလုံးတို့သည် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော load များဖြစ်ကြ ပါသည်။ သို့သော် freezer များတွင် compressor ပါရှိကာ closed circuit အဖြစ်လုပ်ကိုင်သည့် ပုံသေတပ်ဆင်ထား သော load ဖြစ်ကြကာ ယင်းတို့တွင် refrigeration cycle သည် fault ဖြစ်သွားခဲ့ပါက ဖြတ်တောက်နိုင်ရန် internal cutout များ ပါရှိကြပါသည်။

အကယ်၍ circuit များအား group ဖွဲ့ထားခဲ့ပါက derating factor ကြောင့် circuit conductor များသည် equipment ၏ terminal များအတွက် အတော်အတန်ကြီးနေပေမည်။ ထို့ကြောင့် circuit များအား ခွဲခြားကာ derating factor အတွက် သင့်တင့်ကောင်းမွန်အောင်ပြုလုပ်ပေးရပါမည်။ circuit 1, 2 နှင့် 12 တို့မှာ သီးခြား fed လုပ်သော circuit များဖြစ်ကြကာ ကျန်ရှိသော circuit များအား အောက်ပါအတိုင်း group ဖွဲ့ထားပါသည်။ circuit 3,

4, 5 နှင့် 9၊ circuit 10, 11 နှင့် 14၊ circuit 6, 7, 8 နှင့် 13။ လက်တွေ့တွင် equipment ထားရှိလိုသောနေရာအတွက် အဆင်ပြေစေရန်အတွက် စီစဉ်ကာ group ဖွဲ့ကြပါသည်။

Installation သည် thermal insulation နှင့်ထိတွေ့မှုမရှိစေရသကဲ့သို့ installation လုပ်မည့် ဧရိယာသည် ambient temperature 30°C ထက်မကျော်လွန်သော နေရာ မဖြစ်ပေ။ ထို့ကြောင့် HRC fuse များအား အသုံးပြုကာ protection လုပ်ခဲ့ပါက ထိုသို့သော grouping အတွက် derating factor ကို အသုံးပြုရပေမည်။

Circuit 1, 2 နှင့် 12 တို့အတွက် cable size ကိုဆုံးဖြတ်ရာတွင် ဇယား ၂.၃ တွင်ဖော်ပြထားသည့် design current မှ ဆုံးဖြတ်ရပါမည်။

Circuit 3, 4, 5 နှင့် 9 တို့သည် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော load များဖြစ်ခြင်းကြောင့် short-circuit current ကိုသာ protect လုပ်ရန်လိုအပ်ပါသည်။ circuit လေးခုသည် grop ဖွဲ့ထားခြင်းကြောင့် ဇယား ၃.၄ မှ ဖော်ပြထားသော derating factor သည် 0.65 ဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် overload သည် တပြိုင်နက်တည်းတွင်မဖြစ်နိုင်ဟု ယူဆကာ cable တစ်ခုအတွက်လိုအပ်သော current carrying capacity အား အောက်ပါအတိုင်းတွက်ချက်ရသော် ..

ပထမဦးစွာ fryer အတွက်တွက်ချက်ရသော် ...

$$I_{t_1} = \frac{I_b}{G \times A \times T \times S} \quad \text{so that} \quad I_{t_1} = \frac{15.3}{0.65 \times 1 \times 1 \times 1} = 23.54 \text{ A}$$

ဒုတိယနည်းဖြင့်တွက်ချက်သော် ...

$$I_{t_2} \geq \frac{1}{A \times T} \sqrt{I_n^2 - 0.48 I_b^2 \left(\frac{1 - G^2}{G^2} \right)} \text{A}$$

$$I_{t_2} \geq \frac{1}{1 \times 1} \sqrt{20^2 - 0.48 \times 15.3 \left(\frac{1 - 0.65^2}{0.65^2} \right)} = 19.75\text{A}$$

Cable အားအရွယ်အစားသတ်မှတ်ရာတွင် I_{t1} သို့မဟုတ် I_{t2} တို့ထက် ကြီးသော အရွယ်အစားကို ရွေးချယ်ရ မည်ဖြစ်ကာ အထက်မှ ဖော်ပြခဲ့သည့်တန်ဘိုးသည် I_{t1} ဖြစ်ပါသည်။

IEE ဇယား 4D1A မှ ရရှိသည့် cable အရွယ်အစားသည် 4mm^2 ဖြစ်ကာ conduit အတွင်းတွင် I_{tab} သည် 28A ဖြစ်ပါသည်။ group အတွင်းရှိ အခြားသော cable အရွယ်အစားများအား ဇယား ၂.၃ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

Circuit 6, 7, 8 နှင့် 13 တို့တွင် circuit 6, 7 နှစ်ခုစလုံးတို့သည် motor များအတွက်ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ယင်းတို့အတွက် cable များအား အရွယ်အစားသတ်မှတ်ရာတွင် starter ၏ အမြင့်ဆုံး overload rating ဖြစ်သည့် 9A အတိုင်းရွေးချယ် ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ fuse သည် fault current ကိုသာ protect လုပ်နိုင်ရန်တပ်ဆင်ထားပေသည်။

Overload မှာလည်း တပြိုင်တည်းဖြစ်နိုင်ရာ cable များအား အရွယ်အစားသတ်မှတ်ရာတွင် overload protection device အတိုင်းသတ်မှတ်ရပါမည်။ derating factor သည် 0.65 ဖြစ်သည်ကို သတိပြုရန်လိုအပ်ပါသည်။

$$I_t = \frac{I_n}{G} = \frac{9A}{0.65} = 13.85A$$

ဇယား ၂.၃ တွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း $1.5mm^2$ cable သည်သင့်လျော်သော cable ဖြစ်ပါသည်။

ထို့ကြောင့် circuit 10, 11 နှင့် 14 တို့အား group ဖြစ်နေစေသည်။ fuse အရွယ်အစားများအား စစ်ဆေးကြည့်သော် $1.5mm^2$ သည် circuit 10 နှင့် 11 တို့အတွက် သင့်လျော်သော်လည်း circuit 14 ရှိ cable များအတွက် current-carrying capacity အား ring circuit ဖြစ်နေသည့်အတွက် တွက်ချက်ပေးရပေဦးမည်။ ထို့ circuit သုံးခုအတွက် derating factor သည် 0.7 ဖြစ်သည်။

$$I_t = \frac{I_n \times 0.67}{G} = \frac{32A \times 0.67}{0.7} = 30.63A$$

IEE ဇယား 401A အရ conduit အတွင်းထည့်သွင်းသုံးစွဲမည့် single-core cable လိုအပ်သော အရွယ်အစားသည် $4mm^2$ ဖြစ်ပါသည်။

Table 2.3 *Tabulated figures for the worked example showing protection, cable sizes and voltage drops*

Equipment	*Circuit*	*Load kW*	*Phase*	*Type*	*Design current Amps*	*Fuse rating Amps*	*G, A, T, S factors*	I_{tab} *Amps*	*Cable size sq.mm*	I_{tab} *Amps*	*mV/A/m*	*length m*	*Volt drop Volts*
Dishwater	1	25	3 phase	Fixed load	34.78	35 A	–	34.78	6	36	3.4	18	4.01
Oven	2	12	3 phase	Fixed load	16.69	20 A	–	16.69	2.5	21	15	18	4.51
Fryer	3	11	3 phase	Fixed load	15.3	20 A	0.65	23.54	4	28	9.5	18	2.62
Hotplate	4	9	3 phase	Fixed load	12.52	16 A	0.65	19.26	2.5	21	15	18	3.38
Hotplate	5	9	3 phase	Fixed load	12.52	16 A	0.65	19.26	2.5	21	15	18	3.38
I. D. Fan	6	3	3 phase	Motor	6.5	16 A	0.65	13.85	1.5	15.5	25	18	2.93
F. D. Fan	7	2.2	3 phase	Motor	5	16 A	0.65	13.85	1.5	15.5	25	18	2.25
Waste disposal	8	1.5	1 phase	Variable	6.25	10 A	0.65	15.38	1.5	17.5	29	18	3.26
Microwave	9	3	1 phase	Fixed load	12.5	16 A	0.65	19.23	2.5	24	18	18	4.05
Freezer	10	1	1 phase	Fixed load	4.2	6 A	0.7	6	1.5	17.5	29	18	2.19
Freezer	11	1	1 phase	Fixed load	4.2	6 A	0.7	6	1.5	17.5	29	18	2.19
Lighting	12	6 A	1 phase	Fixed load	6	6 A	–	6	1.5	17.5	29	18	3.13
Boiler control	13	6 A	1 phase	Control	6	6 A	0.65	9.23	1.5	17.5	29	18	3.13
Ring circuit	14	32 A	1 phase	Socket	32	32 A	0.7	30.63	4	32	11	38	3.34

Voltage drop cable များအား load နှင့် derating factor တို့အတွက် အရွယ်အစားသတ်မှတ်ပြီးနောက်တွင် နောက်တစ်ဆင့်အနေနှင့် ယင်း cable များသည် voltage drop အတွက် သင့်လျော်မှုရှိကြောင်းကို စစ်ဆေးသင့်ကာ ယင်းအချက်သည် ရွေးချယ်လိုက်သော cable အရွယ်အစားအပေါ်တွင် အကျိုးသက်ရောက်မှု ရှိပေမည်။

Final circuit များမှ equipment သို့ supply ပေးရာတွင် တစ်စုံတစ်ရာသော အရွယ်အစားရှိသည့် cable ကို အသုံးပြုရသည်ဖြစ်ရာ final circuit အတွက် cable အရွယ်အစားများအား ပထမဦးစွာ ဆုံးဖြတ်ပေးရပါမည်။ ထို့နောက် final circuit မှ supply point သို့တိုင်အောင် နောက်ကြောင်းပြန်ကာ voltage drop အား ဆုံးဖြတ်ပေး ရပါမည်။

ယင်း voltage drop အား ယခု အခန်း၏ အရှေ့ပိုင်းတစ်နေရာတွင် ဖော်ပြထားခဲ့သော formula အား အသုံးပြုကာ တွက်ချက်နိုင်ပြီး circuit တစ်ခုချင်းအတွက် ဇယား ၂.၃ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

ယခင်ကရှင်းပြခဲ့ပြီးသကဲ့သို့ ring circuit အတွက် voltage drop သို့မဟုတ် အခြားသော မည်သည့် socket-outlet circuit အတွက်မဆို approximation ကိုသာ လုပ်နိုင်ပေသည်။

Kitchen အတွင်းရှိ ring circuit ကဲ့သို့သော case အတွက် တွက်ချက်မှုများအား အောက်ပါအတိုင်း တွက်ချက်နိုင် ပါသည်။

ထက်ဝက်ဖြစ်သော ring circuit ၏ အလျားအား 19 မီတာ၊ load တစ်ဝက်အား 16A၊ လိုအပ်သော cable အရွယ်အစားအတွက် mV/ A/ m သည် 11 ဖြစ်ပါစေ။

$$V_d = \frac{19 \times 16 \times 11}{1000} = 3.34\,\text{V}$$

ယခုအခါတွင် factory distribution board မှ cable တွက် voltage drop အားတွက်ချက်ဆုံးဖြတ်ပါမည်။ cable အလျားသည် 60m ဖြစ်ကာ ဇယား ၂.၂ တွင်ဖော်ပြထားသော maximum demand သည် 124.34A တွင် အနာဂတ်အတွက် တိုးတက်လာမည်တို့အတွက် 10% ထည့်ပေါင်းသော် 137A ကို ရရှိပါသည်။ $70mm^2$ အရွယ် three-phase cable အတွက် mV/ A/ m သည် 0.57Ω/ A/m ဖြစ်ပါသည်။

$$\text{Three-phase voltage drop} = \frac{60\text{m} \times 137\,\text{A} \times 0.57\,\Omega}{1000} = 4.69\,\text{V}$$

ထို့ကြောင့် single-phase voltage သည် 4.69 ÷√3 = 2.71V ဖြစ်ပါသည်။

Factory distribution board အထိရှိမည့် three-phase voltage drop သည် 6V ဖြစ်ကာ single-phase အတွက်မှ (6÷√3) ဖြစ်သော 3.46 ဖြစ်ပေသည်။

Factory distribution board အထိ voltage drop တွင် kitchen အထိသွယ်တန်းထားသော feeder cable အတွက် voltage drop ကိုပါထည့်သွင်းပေါင်းထည့်ကာ final circuit တစ်ခုစီအတွက် voltage drop ကိုလည်းထည့်သွင်း

တွက်ချက်ခြင်းဖြင့် single-phase နှင့် three-phase voltage drop တို့သည် 4% ထက်မကျော်လွန်မှု သေချာစေသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ single-phase တွင် 9.6V နှင့် three-phase တွင် 16.6V ဖြစ်ပါသည်။

Final circuit အတွက် ခွင့်ပြုထားသော အမြင့်ဆုံး three-phase voltage drop သည်

16.6V – (6 + 4.69) = 5.91V ဖြစ်ပါသည်။

Final circuit အတွက် ခွင့်ပြုထားသော အမြင့်ဆုံး single-phase voltage drop သည်

9.6V – (3.46 + 2.71) = 3.43V ဖြစ်ပါသည်။

တစ်ခုတည်းသော မကိုက်ညီသော circuit သည် number 9 ဖြစ်ကာ mV/ A/m တန်ဘိုး 11 ရှိသော 4mm^2 cable အရွယ်အစား အထိတိုးမြှင့် လိုက်ရန် လိုအပ်ပါသည်။

$$V_{\text{d circ 9}} - \frac{18 \text{ m} \times 12.5 \times 11}{1000} - 2.475 \text{ V}$$

ယခုအခါတွင် အမြင့်ဆုံးခွင့်ပြုနိုင်သော ပမာဏ ဖြစ်သည့် 3.43V အောက်ငယ်သွားပေသည်။

Short-circuit current အမြင့်ဆုံးနှင့် အနိမ့်ဆုံး short-circuit current များအား ဖော်ပြရာတွင် အမြင့်ဆုံးနှင့် ပတ်သက်၍ equipment အတွက်မှန်ကန်သော withstand capacity ရှိမှုအား ရွေးချယ်ရမည်ဖြစ်ကာ အနိမ့်ဆုံး အတွက်မှု cable မှ လုပ်ဆောင်နိုင်မှုအား စစ်ဆေးပေးရန်ဖြစ်ပါသည်။

ပြီးပြည့်စုံသောတွက်ချက်မှုအတွက် လိုအပ်သော အချက်အလက်များအား Wiring Regulations တွင် မရနိုင်သော်လည်း cable နှင့် fuse ထုတ်လုပ်သော သူတို့ထံမှ ရရှိနိုင်ပါသည်။ တွက်ချက်ရလွယ်ကူစေရန် Trevor E. Marks: ၏ Handbook on the IEE Wiring Regulations စာအုပ်မှ ထုတ်နုတ်တင်ပြရသော် … 20°C တွင် 70mm^2 PVCSWA & PVC cable အတွက် impedance သည် 0.279Ω/1000m ဖြစ်ကာ 115°C တွင်ရှိသော impedance သည် 0.378Ω/1000m ဖြစ်ပါသည်။ 35A fuse အတွက် I^2t တန်ဘိုးသည် 5300A^{2}sec ဖြစ်ကာ 16A fuse အတွက်မှာမူ 550A^{2}sec ဖြစ်ပါသည်။

Three-phase system တစ်ခုတွင် အမြင့်ဆုံးတန်ဘိုးအား ဆုံးဖြတ်ရာတွင် သတ်မှတ်လိုသော နေရာအထိ ရှိသော phase တစ်ခုတည်းအတွက် impedance တန်ဘိုးကိုယူပြီးနောက် phase to neutral voltage ဖြင့် စားပေးရပါမည်။

Factory distribution board တွင်ရှိမည့် အမြင့်ဆုံး fault current ဖြစ်သော I_p သည် 5518A ဖြစ်ပါသည်။ phase တစ်ခုအတွက် အနိမ့်ဆုံး impedance သည် …

$$Z_P = \frac{240}{5518} \Omega = 0.0435 \ \Omega$$

Kitchen distribution board တွင်ရှိသော အမြင့်ဆုံး fault level ကို ရှာဖွေနိုင်ရန်အတွက် feeder ၏ phase တစ်ခုအတွက် impedance အား Z_P တွင်ထည့်သွင်းပေါင်းထည့်ခြင်းဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ impedance တန်ဘိုးအား 20°C တွင် ယူထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ 20°C ရှိ $70mm^2$ PVCSWA & PVC cable ၏ impedance သည် …

0.000279 x 60m = 0.01674Ω

Kitchen distribution board ရှိ စုစုပေါင်း impedance သည် 0.0435 + 0.01674 = 0.06Ω

ထို့ကြောင့် fault level တန်ဘိုးသည် 240V အား 0.06Ω ဖြင့် စားသောအခါ = 4000A

ယင်းတန်ဘိုးသည် HRC fuse များ၏ capability အတွင်းရှိပါသည်။ သို့သော် miniature circuit breaker များအားအသုံးပြုခဲ့ပါက ယင်းတို့တွင် breaking capacity သည် 4kA အထက်တွင်ရှိနေရမည်ကို စစ်ဆေးထားရပါမည်။

နောက်တစ်ဆင့်အနေဖြင့် cable များအား protected လုပ်ထားမှုကို စစ်ဆေးပါမည်။ factory distribution board အထိ အနိမ့်ဆုံး impedance သည် phase voltage အား single-phase fault current ဖြင့် စား၍ရသော တန်ဘိုးဖြစ်ပါသည်။

$$Z_{pn} = \frac{230}{3380}\,\Omega = 0.068\,\Omega$$

$70mm^2$ ရှိသော phase နှင့် neutral conductor များအတွက် 115°C တွင်ရှိမည့် impedance သည်0.000378 Ω/m ဖြစ်ပါသည်။

Kitchen distribution board အထိ phase-neutral impedance တန်ဘိုးသည်

0.068 + (60m x 0.000378 x2) = 0.113Ω

အနိမ့်ဆုံး fault current သည်

$$I_{pn} = \frac{230}{0.113}\,A = 2035A$$

BS 88 Part 2 HBC fuse တစ်ခု၏ breaking capacity သည် 80kA ဖြစ်ရာ ယင်းတန်ဘိုးသည် တွက်ချက်ရရှိသော အနိမ့်ဆုံး short-circuit current ထက်ကျော်လွန်နေသည့်အတွက် မည်သည့် circuit အတွက်မဆို conductor တို့၏ current carrying capacity သည် protective device ၏ rating ထက်ကျော်လွန်ပါက short-circuit current မှ protect လုပ်နိုင်သည်ဟု ယူဆသတ်မှတ်နိုင်ပါသည်။ (IEE Regulation 434-03-02)

ဇယား ၂.၃ အားကြည့်ရှုရာတွင် circuit 6 နှင့် 7 တို့၏ current carrying capacity သည် protective device rating နှင့် ညီခြင်း သို့မဟုတ် ပိုမိုကြီးခြင်း မရှိပေ။ ထိုသို့ မကြီးခြင်းကြောင့် IEE Regulation 434-03-02 နှင့် ကိုက်ညီပေသည်။ သို့သော် circuit 1 မှ 6 သည် IEE Regulation 434-03-02 နှင့် မကိုက်ညီပေ။

Circuit number 1

ယင်းသည် TP&N circuit ဖြစ်ခြင်းကြောင့် အနိမ့်ဆုံး short-circuit current သည် phase မှ neutral သို့ဖြစ်ပေါ်ပေမည်။ fuse အရွယ်အစားသည် 35A၊ Cable အရွယ်အစားသည် 6mm^2၊ average temperature သည် fault ဖြစ်နေချိန်တွင် 115°C ဖြစ်ပါသည်။

Kitchen သို့တိုင်အောင် ရှိမည့် Z_{pn} သည် 0.1164Ω ဖြစ်ပေသည်။

Impedance of 6 mm^2 phase and neutral

$$= \frac{18 \text{ m} \times 2 \times 3.08 \times 1.38}{1000} = 0.153\Omega$$

$$\text{Total impedance } Z_{pn} = 0.153 + 0.1164 = 0.269\,\Omega$$

$$\text{Fault current } I_{pn} = \frac{230}{0.269}\text{ A} = 855\text{ A}$$

Maximum time allowed by IEE Regulation 434-03-03

$$t = \frac{k^2S^2}{I^2}\text{secs} = \frac{115^2 \times 6^2}{855^2}\text{secs} = 0.65\,\text{secs}$$

ယခုအခါတွင် 35A fuse ၏ fuse characteristic ကိုကြည့်ကာ အမှန်တစ်ကယ် disconnection time ကိုဆုံးဖြတ်ပါမည်။ disconnection time သည် 0.1second အောက်ငယ်သောကြောင့် manufacture ထံမှရရှိသော I^2t energy အား IEE Regulations 434-03-03 မှ ဖော်ပြချက် k^2S^2 နှင့်နှိုင်းယှဉ်ပါမည်။

35A fuse အတွက် စွမ်းအင်ဆုံးရှုံးမှု စုစုပေါင်း I^2t သည် 5300 ဖြစ်ကာ ယင်းတန်ဘိုးသည် k^2 တစ်ခုတည်း (ယင်း၏တန်ဘိုးသည် 13 225) ထက်ကျော်လွန်ခြင်းကြောင့် cable အား protect လုပ်ထားပါသည်။

Circuit number 6

ယင်းသည် three-wire three-phase circuit ဖြစ်ရာ အနိမ့်ဆုံး short-circuit current သည် phase-to-phase current ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်ပါမည်။

Kitchen distribution board တိုင်အောင်ရှိမည့် အနိမ့်ဆုံး Z_P တန်ဘိုးသည်

$$Z_p = 0.0435 + (60\,\text{m} \times 0.000378) = 0.066\,\Omega$$

$$\begin{aligned}\text{Circuit impedance for } 1.5\,\text{mm}^2 \text{ cable} &= 18\,\text{m} \times 0.0121 \times 1.38 \\ &= 0.3\,\Omega\end{aligned}$$

$$\text{Total impedance of one phase} = 0.3 + 0.066 = 0.37\ \Omega$$

$$\text{Short circuit current } I_{FP} = \frac{V_L}{2 \times Z_p} = \frac{415}{2 \times 0.37} = 561\ \text{A}$$

Regulations မှ ခွင့်ပြုထားသော အမြင့်ဆုံး disconnection လုပ်ရန်အချိန်

$$t = \frac{115^2 \times 1.5^2}{561^2}\ \text{secs} = 0.095\ \text{secs}$$

16A fuse အတွက် အမှန်တစ်ကယ် disconnection time သည် 0.1 sec အောက်နိမ့်ပေမည်။ 16A fuse အတွက် စွမ်းအင်ဆုံးရှုံးမှု I^2t တန်ဘိုးသည် 550A^2s ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းတန်ဘိုးသည် k^2S^2 အောက်နိမ့်သောကြောင့် cable သည် protect လုပ်ခြင်းခံထားပါသည်။

Protective conductors protective conductor များသည် thermally protect လုပ်ခြင်းနှင့် မှန်ကန်သော အရွယ်အစားရှိမရှိ တို့အား စစ်ဆေးဆုံးဖြတ်နိုင်ရန် phase earth loop impedance ကို သိရှိရန် လိုအပ်ပါသည်။ အောက်ပါအချက်အလက်များအား Trevour E. Marks ၏ Handbook on the IEE Wiring Regulations မှ Design Value များအား ထုတ်နုတ်တင်ပြရသော်။ 4 x 70mm^2 PVCSWA & PVC cable အတွက် phase earth loop impedance သည် 1.89/1000m၊ 115°C တွင် ရှိမည့် phase conductor ၏ impedance သည် 0.378Ω/1000m၊ armour ၏ gross area သည် 138mm^2၊ 20mm ရှိ heavy gauge steel conduit ၏ impedance သည် 0.005 875Ω/m၊ cross-sectional area သည် 107mm^2 နှင့် 35A HRC fuse ၏ I^2t တန်ဘိုးသည် 5300A^2secs ဖြစ်ပါသည်။

Kitchen distribution board သို့သွယ်တန်းသော Feeder Cable

$$Z_{inst} = \frac{60\ \text{m} \times 1.89}{1000} = 0.1134\ \Omega$$

$$Z_S = Z_E + Z_{inst} = 0.19 + 0.1134 = 0.303\ \Omega$$

$$\text{Fault current } I_f = \frac{U_0}{Z_S}\ \text{A} = \frac{230}{0.303}\ \text{A} = 759\text{A}$$

IEE Wiring Regulations ၏ Appendix 3, BS88 Part 2 မှ ဖော်ပြထားသော 160A fuse ၏ characteristics မှ disconnection time သည် 8.5 secondsဖြစ်ကာ ဇယား 54D မှဖော်ပြသော k တန်ဘိုးသည် 51 ဖြစ်ပါသည်။

Protective conductor ၏ အနိမ့်ဆုံး corss sectional area အတွက်

$$S = \frac{\sqrt{I_f^2 t}}{k} = \frac{\sqrt{759^2 \times 8.5}}{51} = 43.39\ \text{mm}^2$$

Armour အတွက် area သည် 138mm^2 ဖြစ်ကာ တန်ဘိုးသည် ကျော်လွန်သည့်အတွက် ယင်း armour သည် thermally protected ဖြစ်ပါသည်။ သို့သော် disconnection time မှာ မူလက်ခံနိုင်ဖွယ်မရှိကြောင်း နောင်တွင်ပြဆိုပါမည်။

Final Circuits

Circuit number 1

Final circuitအား မတွက်ချက်နိုင်မီ conduit အရွယ်အစားအား တွက်ချက်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ circuit number 1 အား ဥပမာတစ်ခုအနေနှင့် တွက်ချက်ကြည့်ပါမည်။

Conduit 3 မီတာတိုင်းတွင် အများဆုံး အကွေး ၂ ခုရှိကာ ယင်းသို့သော 3 မီတာတိုင်းတွင် draw-in box များရှိမည်ဟု ကြိုတင်စီစဉ်ထားပါသည်။

6mm^2 အရွယ်ရှိ cable၊ conductor အရေအတွက် 4 ခု။

ဇယား 3.5B မှ 6mm^2 အတွက် factor သည် 58 ဖြစ်ပါသည်။ စုစုပေါင်း factors 58 x 4 = 232။

ယခုအခါတွင် ဇယား 3.5A ရှိ two bends အတွက် column အောက်တွင်နှင့် မျက်ဆိုင်ဘက်ခြမ်းတွင်ရှိ သွယ်တန်းလိုသော အလျား 3 မီတာအတွက် ကြည့်ရှုပါမည်။ 20mm column အောက်ရှိ factor သည် 233 ဖြစ်ခြင်းကြောင့် 20mm conduit အား အသုံးပြုပါမည်။

$$Z_{inst} = 18((0.00308 \times 1.38) + 0.005\,875) = 0.182\,\Omega$$

Z_E တန်ဘိုး လိုအပ်လာပြီဖြစ်ကာ ယင်းတန်ဘိုးသည် kitchen distribution board ရှိ bus bar များအတွက် ယခင်တွက်ချက်ခဲ့သည့် Z_S ပင်ဖြစ်ပါသည်။

$$Z_s = Z_E + Z_{inst} = 0.303 + 0.182 = 0.485\,\Omega$$

$$I_f = \frac{230}{0.485} = 474\ \text{A}$$

Disconnection time သည် 0.1 seconds အောက်ငယ်သောကြောင့် $I^2t \leq k^2S^2$ ဖြစ်ရာ

I^2t for the 35 A fuse is 5300 A^{2}secs

$$k^2S^2 = 47^2 \times 107^2 = 25\,290\,841\ \text{A}^2\text{secs}$$

Conduit ၏ thermal capacity သည် ထင်ထားသည်ထက်ပိုမို ကျေနပ်စရာကောင်းပါသည်။ steel conduit အတွက် thermal capacity သည်အမြဲလိုလိုကျေနပ်စရာကောင်းသည်ဟု ယေဘုယျအားဖြင့် မှတ်ယူနိုင်ကာ ယင်း၏ ကြီးမားသော cross-sectional area ကြောင့် မှန်ကန်သောနေရာနှင့် ကျွမ်းကျင်သော လုပ်သားများဖြင့် တပ်ဆင်အသုံးပြုပါက အလွန့်အလွန်ကောင်းမွန်သည့် protective conductor ကို ရရှိစေပါသည်။ ယင်းအချက်သည် IEE Wiring Regulation ၏ Section 3 တွင်ဖော်ပြထားသော မည်သည့် protective measure မဆို ယင်းတပ်ဆင်သုံးစွဲထားသည့် သက်တမ်းတစ်လျောက်လုံးတွင် ကောင်းမွန်စွာအသုံးပြုနိုင်နေရမည်ဟူသော လိုအပ်ချက် တစ်ခုပင်ဖြစ်ပါသည်။ conduit များအား install လုပ်ရာတွင် ယင်းသို့ install လုပ်ထားသည့် ကာလအတွင်း တဖြေးဖြေးယို့ယွင်းပျက်စီးလာစေသော နေရာများတွင် installation လုပ်ထားခြင်းသည် IEE Wiring Regulations နှင့် မကိုက်ညီပေ။

Protection against indirect contact protective conductor များအတွက် earth loop impedance အား IEE Wiring Regulation မှ ဇယားများအား စစ်ဆေးကာ တွက်ထုတ်နိုင်ပါသည်။

Kitchen သို့ သွယ်တန်းသော Feeder Cable = 0.303Ω

IEE ဇယား 41D တွင်ဖော်ပြသော အမြင့်ဆုံး ZS သည် 0.27 ဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် တွက်ချက် ရရှိသော earth loop impedance သည် indirect contact ဖြစ်ခြင်းကို protect လုပ်ရန်မသင့်လျော်ပေ။

ရွေးချယ်စရာ သုံးခုရှိရာ ပထမအချက်သည် feeder cable အရွယ်အစားအား တိုးမြှင့်လိုက်ခြင်းဖြစ်ကာ ထိုသို့ပြုလုပ်လိုက်ခြင်းဖြင့် earth loop impedance သည် 0.27Ω အောက်သို့လျော့ကျသွားပေမည်။ ဒုတိယအချက်အနေနှင့် သီးခြား protective conductor အား တပ်ဆင်ခြင်းဖြစ်ကာ ထိုသို့ တပ်ဆင်ခြင်းဖြင့် earth loop impedance အားလျော့ကျစေကာ တစ်ချိန်တည်းမှာပင် IEE ဇယား 41C နှင့်လည်း ကိုက်ညီသွားပေမည်။ ယင်းအချက်သည် kitchen အတွင်းရှိ distribution board မှ local main equipotential bonding conductor များအား တပ်ဆင်ရန် မလိုအပ်တော့သော အကျိုးကိုရရှိစေပါသည်။ ထိုသို့ရရှိစေခြင်းမှာ socket outlet တစ်ခုသည် stationary equipment အနေနှင့် တူညီသော distribution board မှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို ရယူခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ နောက်ဆုံးဖော်ပြခဲ့သည့်အချက်အတွက် main earth bar မှ factory distribution board သို့သွယ်တန်းထားသော impedance အားမရရှိနိုင်ခြင်းကြောင့် IEE ဇယား 41C အား အသုံးမပြုနိုင်ပေ။

ယင်းဥပမာ၏ အဓိက ရည်ရွယ်ချက်မှာ main earth bar အား factory distribution board တွင် ထားရှိသည်ဟု ယူဆထားခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။

ယခုအခါ protective conductor အား cable ၏ armour နှင့် အပြိုင်သွယ်တန်းမည်ဟု တွေးဆကြည့်သောအခါတွင် cable ၏ armouring အား neglet လုပ်နိုင်သော်လည်း ယင်းသည် phase-earth loop အနေနှင့်ဆက်လက်ရှိနေပေမည်။

IEE ဇယား 41C အား အသုံးပြုရာတွင် protective device အတွက် 5 seconds disconnection time ရရှိစေမည့် earth loop impedance အား သိရှိထားရပါမည်။ IEE ဇယား 41D တွင်ဖော်ပြထားသော တန်ဘိုးမှာ 0.27Ω ဖြစ်ပါသည်။

IEE Regulation 413-02-13 မှ ဖော်ပြထားသော protective conductor အတွက် အမြင့်ဆုံး ခွင့်ပြုနိုင်သည့် impedance သည်

$$\frac{50 \times Z_S}{U_0} = \frac{50 \times 0.27}{230} = 0.0587\ \Omega$$

တစ်မီတာအတွက် impedance သည် 0.0587 ÷ 60 = 0.000 938Ω ထက်မပိုသင့်ပေ။ အကယ်၍ protective conductor အား install လုပ်ရာတွင် feeder cable မှ cable diameter နှစ်ခုစာမျှအကွာအဝေး တွင်တပ်ဆင်ထားပါက protective conductor ၏ temperature သည် 30°C ရှိသည်ဟုယူ ဆနိုင်ပါသည်။ conductor သည် 30°C တွင် operating လုပ်နေပါက ဒီဇိုင်းအတွက် resistance correction factor သည် 1.30 ဖြစ်ပါသည်။

25mm² အရွယ်အစားရှိသော copper cable အတွက် resistance သည်

$$\frac{0.727 \times 1.30}{1000} = 0.000\,945\,1\Omega \text{ per metre}$$

ယင်းတန်ဘိုးသည် လိုအပ်သောပမာဏထက်ပိုနေသောကြောင့် 35mm² conductor ကိုသုံးစွဲရန် လိုအပ်ပေမည်။ စုစုပေါင်း resistance သည် 0.000 524 x 1.30 x 60m = 0.0409Ω ဖြစ်ပါသည်။ ယခုအခါတွင် earth loop impedance သည် 5 seconds အတွင်း disconnection ဖြစ်ကြောင်းကို မဖြစ်မနေ ပြန်လှန်စစ်ဆေးပေးရပါမည်။

Factory မှ kitchen သို့တိုင်အောင် သွယ်တန်းထားသော phase conductor ၏ impedance သည်

$$Z_P - 60\,\text{m} \times 0.000\,378\,\Omega - 0.0227\,\Omega \text{ at } 115°\text{C}$$

Z_{cpc} အနေနှင့်သတ်မှတ်ထားသော 35mm² အရွယ်အစားရှိ copper protective conductor သည် 0.0409Ω ဖြစ်ပါသည်။

$$Z_s = Z_E + Z_{inst}$$
$$Z_s = 0.19 + (0.0227 + 0.0409) = 0.25\,\Omega$$

ရရှိလာသော တန်ဘိုးသည် Wiring Regulations Requirement ဖြစ်သည့် 0.27Ω အောက် ငယ်ပေသည်။

Earth loop impedance သည် 0.25Ω အောက်ငယ်ရခြင်းမှာ cable armour သည် Z_S ၏ တန်ဘိုးအား kitchen distribution board သို့တိုင်အောင် လျှော့ကျစေရန်အကူအညီပေးခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။

35mm^2 အရွယ်အစားရှိ protective conductor အတွက် thermal capacity အား ယခုအခါတွင် စစ်ဆေးရန် လိုအပ်လာပြီဖြစ်ပါသည်။ စစ်ဆေးကြည့်သောအခါတွင် ယင်း၏ area သည် phase conductor ၏ ထက်ဝက်ရှိနေသောကြောင့် IEE ဇယား 54G နှင့် ကိုက်ညီသောကြောင့် လုံလောက်သော အနေအထားရှိပါသည်။

Circuit number 1

အထက်ပါ တွက်ချက်မှုကြောင့် ရရှိလာသော circuit number 1 အတွက် earth loop impedance သည် 0.485Ω ဖြစ်ကာ circuit အား protecting လုပ်ထားသော fuse အရွယ်အစားသည် 35A ဖြစ်ပါသည်။ IEE Wiring Regulation တွင် အမြင့်ဆုံး earth loop impedance အား ဖော်ပြမထားသော်လည်း 40A fuse အတွက် ခွင့်ပြုထားသော Z_S တန်ဘိုးသည် 1.41Ω ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းတန်ဘိုးသည် 0.485Ω ထက်ကြီးသောကြောင့် ယင်း circuit သည် kitchen distribution board တွင် ထပ်ဆောင်း protective conductor မတပ်ဆင်ထားသည့် တိုင်အောင် indirect contact ဖြစ်ခြင်းမှ protect လုပ်ထားနိုင်ပေမည်။

General circuit များထဲမှ အချို့ကိုသာ နေရာအခက်အခဲကြောင့် သုံးသတ်၊ တင်ပြ၊ တွက်ချက်နိုင်ခဲ့သော်လည်း circuit တစ်ခုချင်းစီအတွက် တွက်ချက်မှုများအား တင်ပြပြီးခဲ့သည့်အတိုင်း သဘောတူညီစွာ လုပ်ဆောင်ရရှိနိုင်ပါသည်။

Design by Computer

အထက်ပါ ဥပမာကို ကြည့်ရှုခြင်းအားဖြင့် circuit များစွာအား တွက်ချက်လုပ်ဆောင်ရမည်ဆိုပါက မည်မျှရှည်လျားရှုပ်ထွေးမည်ကို သိရှိနိုင်ပါသည်။

အလျှင်အမြန်တိုးတက်၊ ဖွံ့ဖြိုးလာသော computing equipment များ၊ software designer များသည် program များအား ဖန်တီးထုတ်လုပ်လာနိုင်သော ကောင်းမွန်သော အခြေအနေများကြောင့် installation တစ်ခုအား ဒီဇိုင်းထုတ်ရာတွင်အသုံးပြုရသည့် အချိန်ကာလကိုလျှော့ချလာနိုင်ပါသည်။

ထိုသို့သော programအား ရွေးချယ်ရာတွင် parameter များအားလုံးပါဝင်မှုရှိစေရန် ဂရုတစ်စိုက်လုပ်ရပါမည်။ ယေဘုယျအားဖြင့် operator အနေဖြင့် မှန်ကန်သော formula အား အသုံးပြုမှုသေချာစေရန် မေးခွန်းများထည့်သွင်းထားသကဲ့သို့ပင်ဖြစ်ပါသည်။ လက်တွေ့တွင် ထိုသို့မဟုတ်ပဲ ပြည့်စုံသောတွက်ချက်မှုကို ပြဆိုမည့်အစား အဖြေကိုသာ တိုက်ရိုက်ပေးပါသည်။ ထို့ကြောင့် engineer အနေဖြင့် ရရှိလာသော အဖြေအား စစ်ဆေးရန်မဖြစ်နိုင်တော့ပေ။

Designer အနေဖြင့် installation design အတွက် computer ကိုအသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် ကောင်းကျိုးရလဒ်များစွာကို မျှော်လင့်နိုင်ပေသည်။

(၁) manual method များအား အသုံးပြုခြင်းထက် တွက်ချက်မှုပြုရာတွင် ပိုမိုမြန်ဆန်စေပါသည်။ အတွေ့ကြုံရှိသော designer မှ calculator အား အသုံးပြုကာ manual method ဖြင့်တွက်ချက်ရာတွင် အရာရာအား ကောင်းမွန်စွာ စီစဉ်ထားသည့်တိုင် circuit တစ်ခုစီအတွက် မိနစ် ၂၀ မျှ ကြာပေမည်။ computer ဖြင့်ဆိုပါက ထိုသို့သော အလုပ်အား လုပ်ဆောင်ရာတွင် အချိန်ပိုင်းမျှသာကြာမြင့်ပေမည်။

(၂) ဇယားကြည့်ရသော အလုပ်များအားလုံးနီးပါးအား လုပ်ကိုင်ရန်မလိုအပ်တော့ပေ။ အဓိက အချက်များဖြစ်သည့် cable rating၊ voltage drops၊ fuse နှင့် earth fault loop impedance အချက်အလက်များ နှင့် manufacturer မှ ပံ့ပိုးသော device များနှင့် equipment များတို့၏ characteristics များ စသည်တို့အား computer ၏ memory အတွင်း သိမ်းသိမ်းဆည်းထားနိုင်ပေသည်။

လျှပ်စစ်ပစ္စည်းထုတ်လုပ်သူအတော်များများတို့သည် ယင်းတို့၏ product data များအား popular software package များနှင့်အသုံးပြုနိုင်သည့် computer format များအဖြစ်ပံ့ပိုးပေးကာ disk အတွင်းပါရှိသော အချက်များအား computer သို့ တိုက်ရိုက်ပေးသွင်းနိုင်ပါသည်။

(၃) အကြိမ်ကြိမ် အထပ်ထပ်သော တွက်ချက်များကိုလည်း အလွယ်တကူလုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။ distribution board တစ်ခုအတွက် အကောင်းဆုံးနေရာသတ်မှတ်မှုကဲ့သို့သော မေးခွန်းများအတွက် သို့မဟုတ် cable များအား စီးပွားရေးအရ ပိုမိုတွက်ခြေကိုက်စေရန် grouping မလုပ်ပဲ သီးခြားတပ်ဆင်မှုမျိုးပြုလုပ်သင့်သည် မသင့်သည် စသော အခြေအနေများအတွက် အကောင်းဆုံးနှင့်အသင့်တော်ဆုံးအဖြေရရှိစေရန် လျှင်မြန်စွာ ပြန်လည်တွက်ချက်နိုင်ပြီး လျှင်မြန်သော ဆုံးဖြတ်ချက်ကိုချနိုင်ပါသည်။ manual method ဖြင့်တွက်ချက်မည်ဆိုပါက လုပ်နိုင်မည်ဖြစ်သော်လည်း တစ်ကြိမ်မျှသော တွက်ချက်မှုကိုသာလုပ်ကောင်းလုပ်နိုင်မည်ဖြစ်ပါသည်။

(၄) computer ဖြင့်တွက်ချက်ခြင်းက ပိုမိုတိကျမှုရှိပါမည်။ အခြေခံအားဖြင့် software ၏ အရည်အသွေး အပေါ်တွင်မူတည်ကာ manual method များတွင်အသုံးပြုသော လူတို့ကြောင့်ဖြစ်တတ်သောအမှား များအား လျှော့ချတားဆီးနိုင်သည့်အတွက် စိတ်ကျေနပ်ဖွယ်ရာဖြစ်ပါသည်။ တွက်ချက်ရမြန်ဆန်သည်မှာလည်း ကောင်းကျိုး တစ်ခုဖြစ်ကာ manual method တွင်တစ်ခါတစ်ရံအသုံးပြုသော အလွယ်သုံး formula များကိုလည်း လျှော့ချနိုင် ပါသည်။ computer သည် မည်သို့သော single circuit မဆိုအတွက် ပိုမိုတိကျပြီး သင့်လျော်သော နည်းဖြစ်ပေမည်။

(၅) installation နှင့် ပတ်သက်သမျှသော design data များအား ခွန်အား အနည်းငယ်စိုက်ရုံဖြင့် computer မှ print-out လုပ်နိုင်ပေသည်။ လူအားဖြင့် ပြုစုထားသော design data sheet အား computer အသုံးမပြုပါက ပြင်ဆင်ချိန်အတိုင်းအတာတစ်ခုကြာမြင့်မည်ဖြစ်သောကြောင့် ထိုသို့သော အလုပ်များအား computer အသုံးပြုခြင်း ဖြင့် လျှင်မြန်စွာလုပ်ကိုင်နိုင်ပါသည်။

ဒီဇိုင်းပြုစုသူတို့အနေနှင့် computer ကိုအသုံးပြုကာ စတင် ဒီဇိုင်းပြုစုမည်ဆိုပါက ရရှိနိုင်သမျှသော software program များအား စမ်းသပ်သုံးစွဲသင့်ကာ အထူးသဖြင့် program သည် formula များအား မှန်ကန်စွာ လုပ်ကိုင်ဆောင်ရွက်နိုင်ကာ တွက်ချက်မှုမပြုမီ အသုံးပြုသူအားလည်း မှန်ကန်သော မေးခွန်းများအားမေးမြန်း နိုင်ရပေမည်။ ယင်းအချက်သည် အသုံးပြုသူအနေနှင့် regulation များအား မည်သို့အသုံးပြုရမည်ကို ကောင်းစွာ နားလည်သဘောပေါက်သည်ဟု ဆိုလိုခြင်းဖြစ်ပါသည်။ particular package များအား အသုံးပြုသူများ ထံမှ အကြံပြုချက်များသည် သည် ခိုင်မာသော အချက်အလက်များဖြစ်ကာ အသုံးပြုလိုသူများ အနေနှင့် အသုံးပြုရန် ကမ်းလှမ်းခြင်းပြုထားသော software သည် သုံးစွဲလိုသော ရည်ရွယ်ချက်များ နှင့်ကိုက်ညီမှုရှိ စေရပါမည်။

Computer များနှင့် software များတို့သည် အလျှင်အမြန်တိုးတက်လျှက်ရှိကြသည်ဖြစ်ရာ ထိုသို့များပြားလှစွာသော မတူကွဲပြားသည့် software product များအား စစ်ဆေးသင့်ပါသည်။ အသုံးပြုမည့် computer နှင့် ယင်း၏ hardware အားလည်း ဂရုတစိုက်ရွေးချယ်သင့်ပါသည်။ လက်ရှိအသုံးပြုလျှက်ရှိသော office machine များသည် အသုံးပြုရန် သင့်လျော်ခြင်းမရှိပါက software supplier ထံမှ အကြံဉာဏ်များရယူကာ အသုံးပြုမည့် program အတွက် အကောင်းဆုံးစွမ်းဆောင်ရည်ရရှိစေရန် ဂရုတစိုက်လုပ်ဆောင်သင့်ပါသည်။

Installation အတွက် design process အတွက် computer များအား အသုံးပြုရာတွင် များစွာသော အကျိုးကျေးဇူးရှိသော်လည်း အချို့သော အချက်များအနေနှင့် အထက်က ဖော်ပြထားခဲ့သည့်အတိုင်း အသုံးပြုသော သူမှ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သော constraint များနှင့် သက်ဆိုင်သော အချို့သော အကြောင်းအရာများအား သတိပြုဆင်ချင် ရပါမည်။

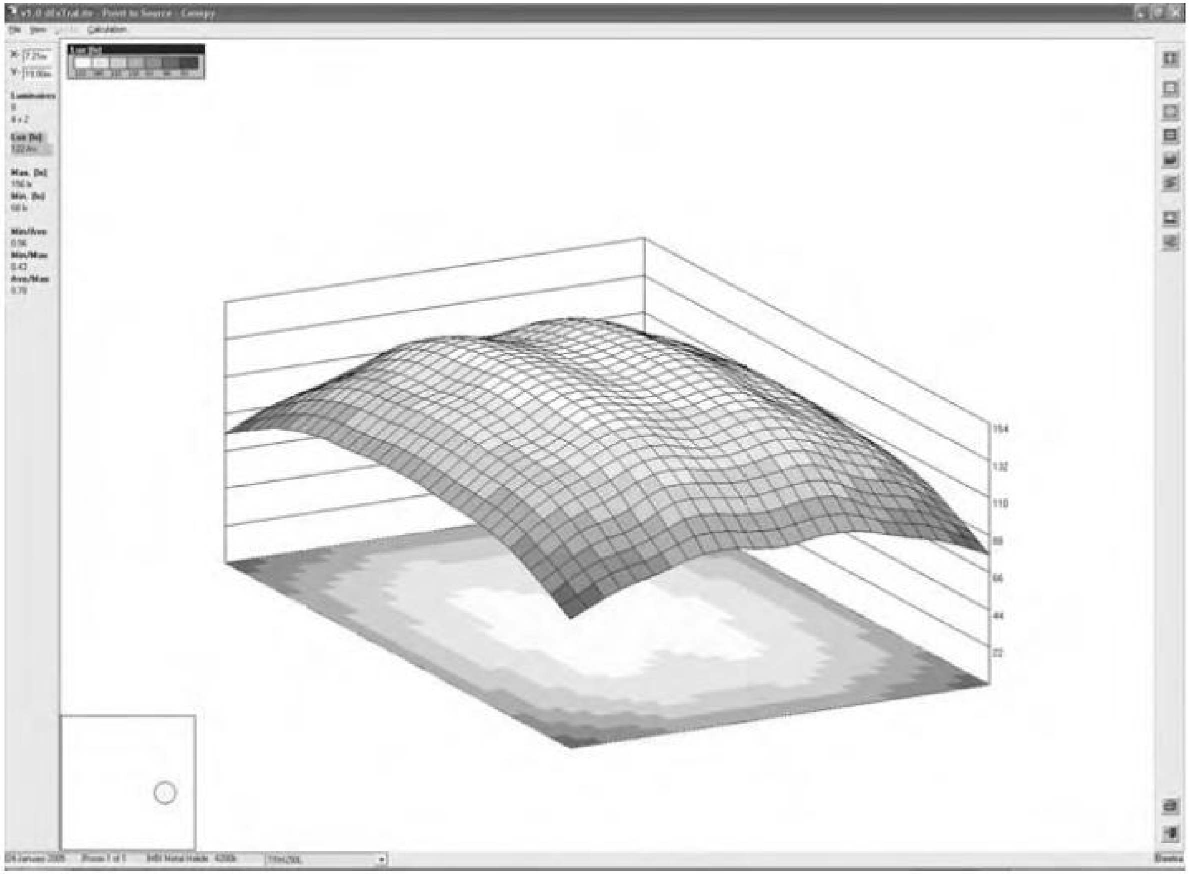
(၁) electrical installation အတွက် design ပြုစုရာတွင် အခြေခံကျသော electrical engineering principle များအား ပြည့်ပြည့်ဝဝ နားလည်ထားရန်လိုအပ်နေပါသေးသည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် computer သည်အလွန်လျှင်မြန်ကာ တွက်ချက်မှုတွင် တိကျ မြန်ဆန်သည် သည်ဆိုသော်လည်း ယင်းသည် တစ်ခါတစ်ရံများယွင်းစွာ တွေးဆပြီး ဆုံးဖြတ်ချက်များကိုချနိုင်ပေသည်။ ထိုသို့မဖြစ်သင့်ပေ။

(၂) computer အားလုံးလိုလိုတို့သည် စံနစ်တစ်ကျလုပ်ဆောင်မှုရှိရမည်ဖြစ်ကာ အချက်အလက်များအား ပုံမှန်စုဆောင်းထားရမည်ဖြစ်ပြီး၊ အရေးကြီးသော လုပ်ငန်းများအားလုံးအား back up လုပ်ထားရပေမည်။ design office ၏ လုပ်ငန်းများသည် production အပေါ်တွင် အကျိုးသက်ရောက်မှု ရှိလာမည်ဆိုပါက computer တစ်လုံးအား အသင့်ဆောင်ထားခြင်းအားဖြင့် machine failure ဖြစ်စဉ်တွင်မလိုလားအပ်သော နှောင့်နှေးမှုများအား တားဆီးနိုင်ပေမည်။ Design များပြီးမြောက်ပြီးစီးသည်နှင့် design နှင့်သက်ဆိုင်သော ပုံတူမှုပွား အချက်အလက်များအား လုံခြုံစွာ သိမ်းဆည်းထားရပေမည်။

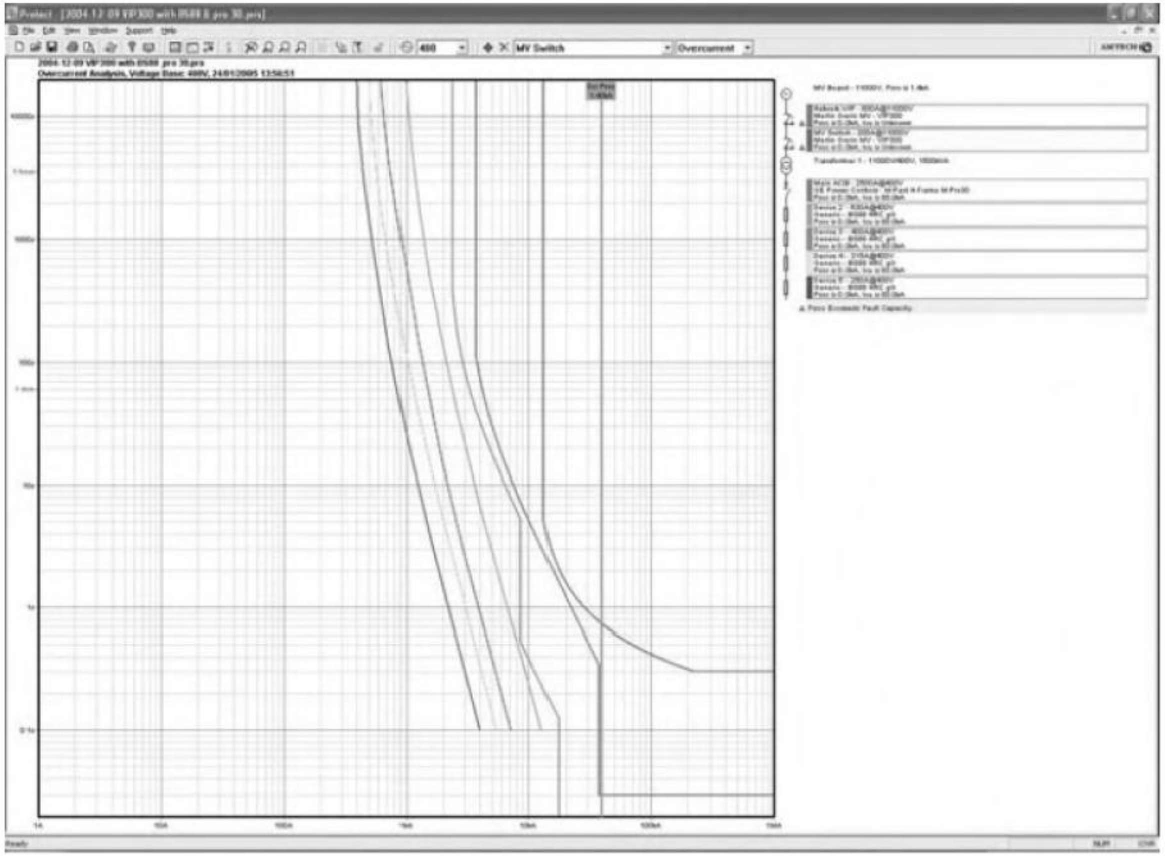
(၃) မည်သည့် software ကိုမဆို ခိုင်မာသော company များမှသာ ဝယ်ယူရမည်ဖြစ်ကာ ထိုသို့ ဝယ်ယူသင့်ကြောင်း အချက် နှစ်ချက်ရှိပါသည်။ ပထမအချက်အနေနှင့် design package နှင့်သက်ဆိုင်သော အနာဂတ် technical support နှင့် လိုအပ်သော အကြံဉာဏ်များအား ရရှိနိုင်ကာ company အနေနှင့် business ကိုဆက်လက်လုပ်ဆောင်

နေသည့်အတွက် ဆက်သွယ်လုပ်ဆောင်ရ လွယ်ကူပေမည်။ ဒုတိယအချက်အနေဖြင့် electrical wiring ကဲ့သို့ပင် အခြားသော regulation များမှာ တိုးတက်ပြောင်းလဲနေသည်ဖြစ်ရာ software အနေဖြင့် ယင်းကဲ့သို့သော ပြောင်းလဲမှုများအား update လုပ်နေရမည်ဖြစ်ကာ တာဝန်ခံတတ်သော အဖွဲ့အစည်းများအနေဖြင့် ထိုသို့သော တိုးတက်ပြောင်းလဲမှုများအား ယင်းတို့ထုတ်လုပ်ထားသော software product အတွက်ဖြစ်စေ၊ ယင်းတို့ပေးစွမ်းသော ဝန်ဆောင်မှုဖြင့်ဖြစ်စေ ရရှိနိုင်ပေသည်။

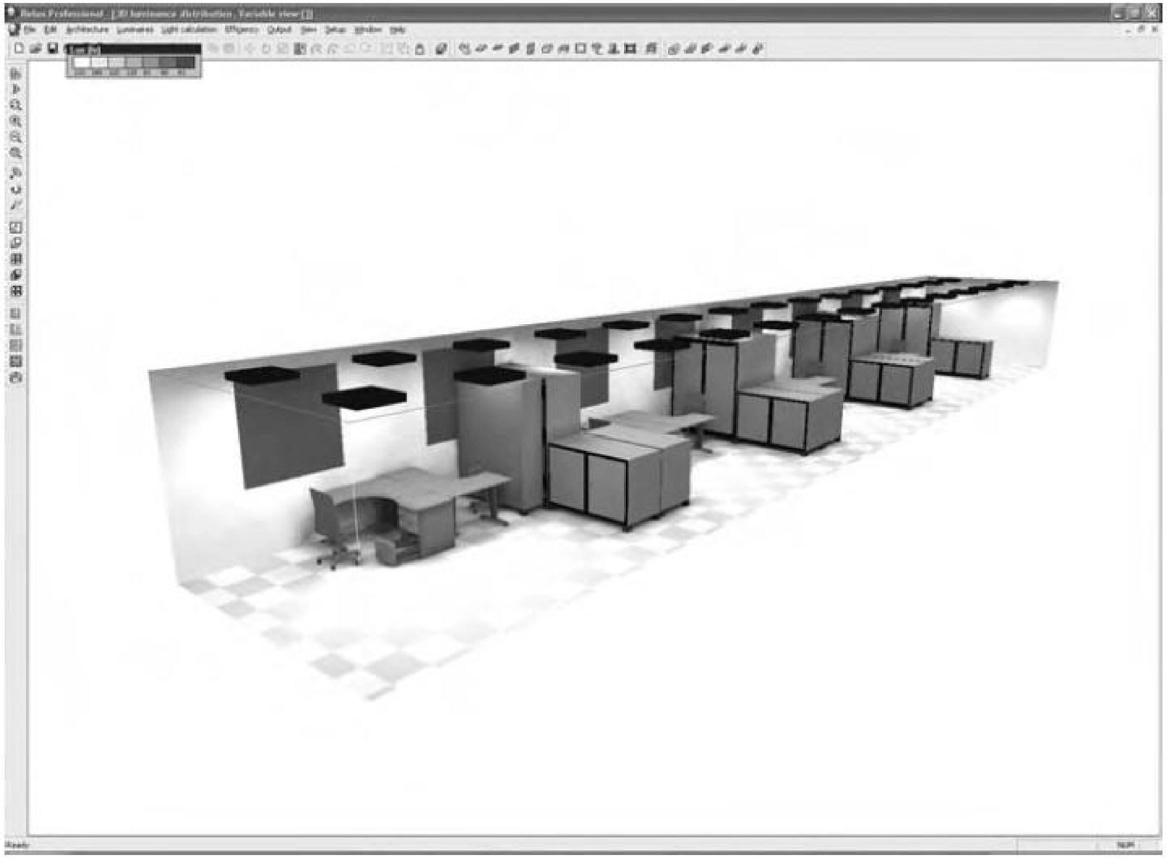
ပုံ ၂.၁၈ မှ ၂.၂၁ အထိအား electrical installation design အတွက် supply လုပ်ထားသည့် စံပြု software package တစ်ခုမှ ထုတ်နုတ်တင်ပြထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။



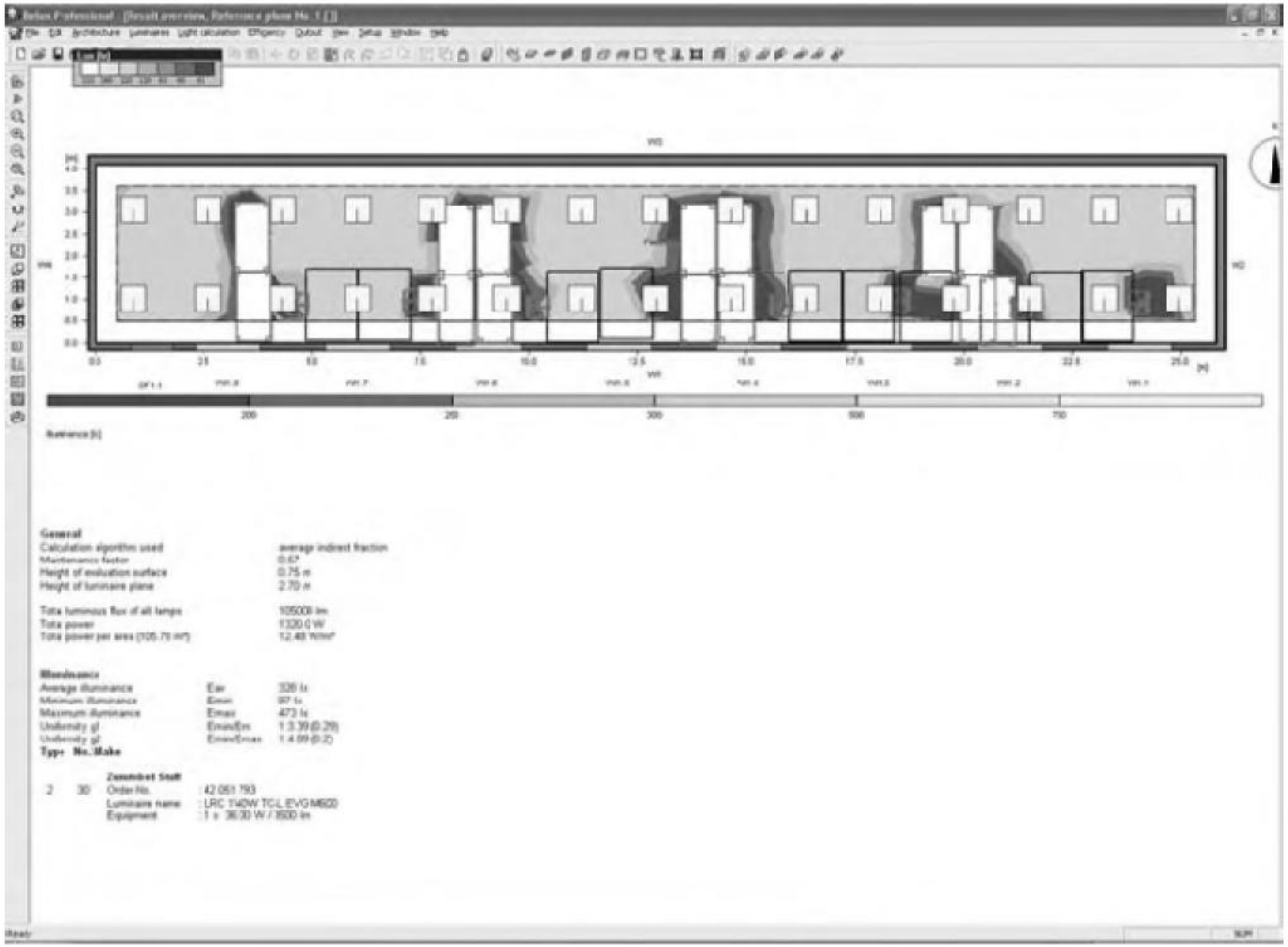
ပုံ ၂.၁၈ Lumen calculation အတွက် computer မှရသော result။ results များအား screen မှဖြစ်စေ၊ printer မှဖြစ်စေ tabular နှင့် diagrammatic ပုံစံမျိုးဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ ယခု ဥပမာတွင် 19 x 7.2m အခန်းတစ်ခုတွင် luminaries လေးခုအား အတန်း ၂ ခုအဖြစ်တွေ့မြင်နိုင်ပါသည်။ print တွင် point to point light levels အား ပြထားပါသည်။ (W.T. Parker Ltd)



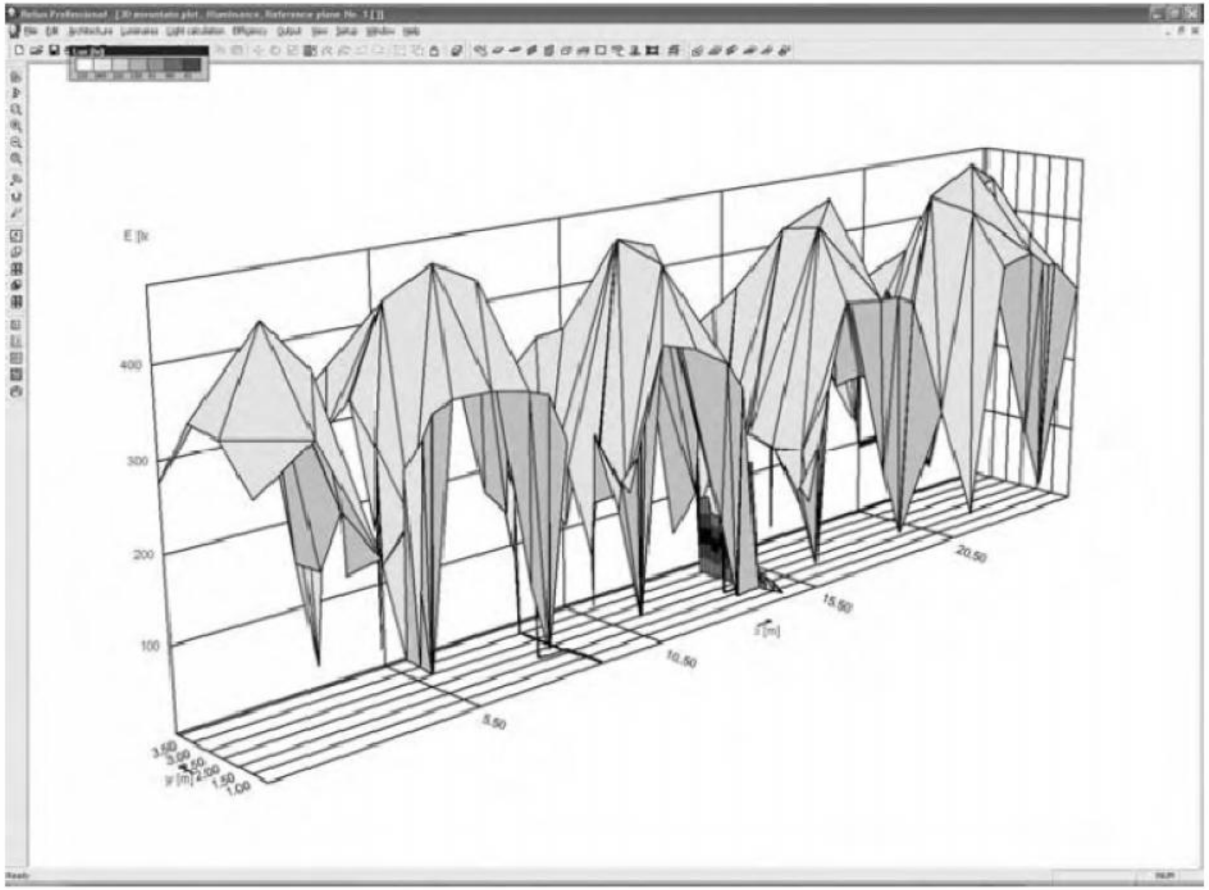
ပုံ ၂.၁၉ installation တစ်ခုတွင်အသုံးပြုသော protective devices များ၏ characteristics များအား graphical နည်းအရ ဖော်ပြသည့် ပုံအား (ပုံ ၂.၁၀) တွက်ချက်နိုင်မှုစွမ်းအားအဖြစ်ပြသထားပါသည်။ ထိုသို့သော protection curve များအား construction လုပ်ခြင်းဖြင့် discrimination အား ပိုမိုသေချာစေပြီး၊ specification အား revise လုပ်ရာတွင်လွယ်ကူစေကာ လိုအပ်ပါက ဒီဇိုင်းပြုနေစဉ်အခြေအနေမှာပင် devices များ တစ်ခုနှင့်တစ်ခုအကြား discrimination ကို သေချာစွာ ထားရှိနိုင်ပါသည်။ (W.T. Parker Ltd)



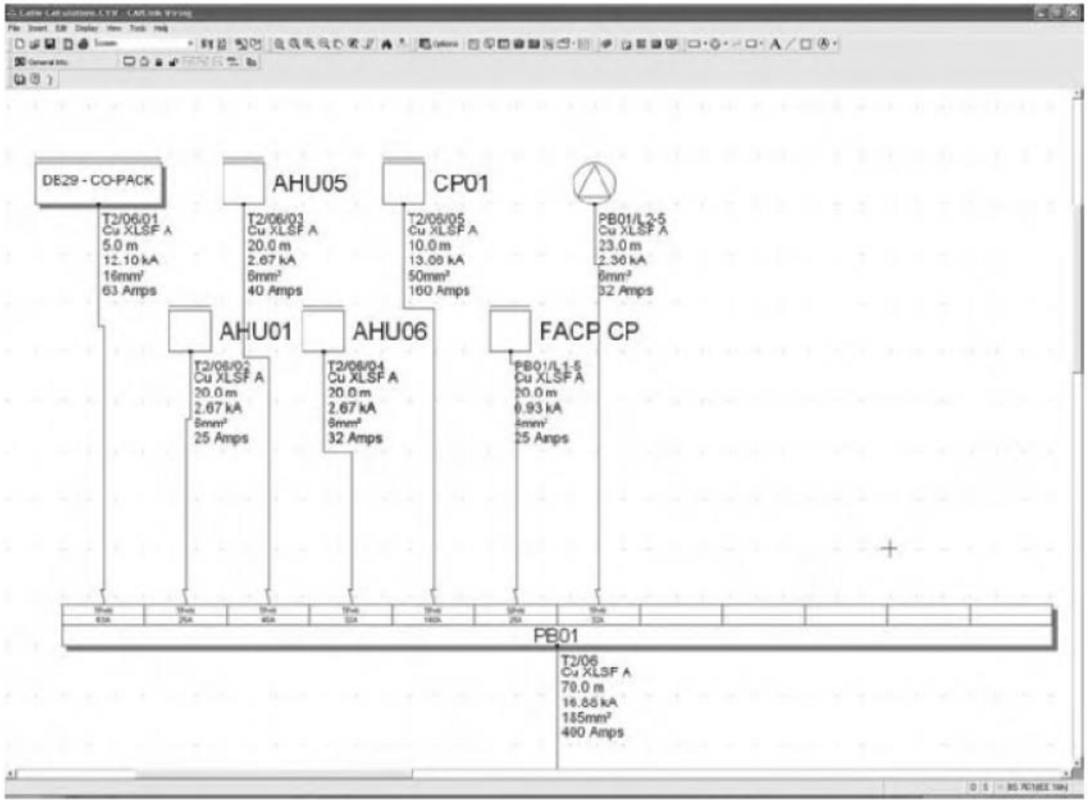
ပုံ ၂. ၂၇ ခေတ်မီ equipment များ၏ တည်နေပုံအား three-dimensional views ဖြင့် အလွယ်တကူမြင်နိုင်စေရန် support လုပ်ပေးနိုင်သည့် computing power ရှိပါသည်။ ယင်းတို့အား office installation တစ်ခုအတွက် lighting scheme စီစဉ်ရာတွင် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ယင်း ပုံသည် room layout အား screen print တစ်ခုအနေဖြင့်ပြသထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်း scheme တွင် 30 Zumtobel fitting များအား အသုံးပြုထားကာ 105, 000 lumens အား ပေးစွမ်းနိုင်ပါသည်။ (W.T. Parker Ltd)


General
Calculation algorithm used
average indirect fraction
Height of evaluation surface
0.75 m
Height of luminaire plane
2.70 m
Total power
1320.0 W
Illuminance
Average illuminance
Eav
326 lx
Maximum illuminance
Emax
473 lx
Uniformity g1
Emin/Em
Typ No. Make
Order No.
42 051 793
Luminaire name
Equipment

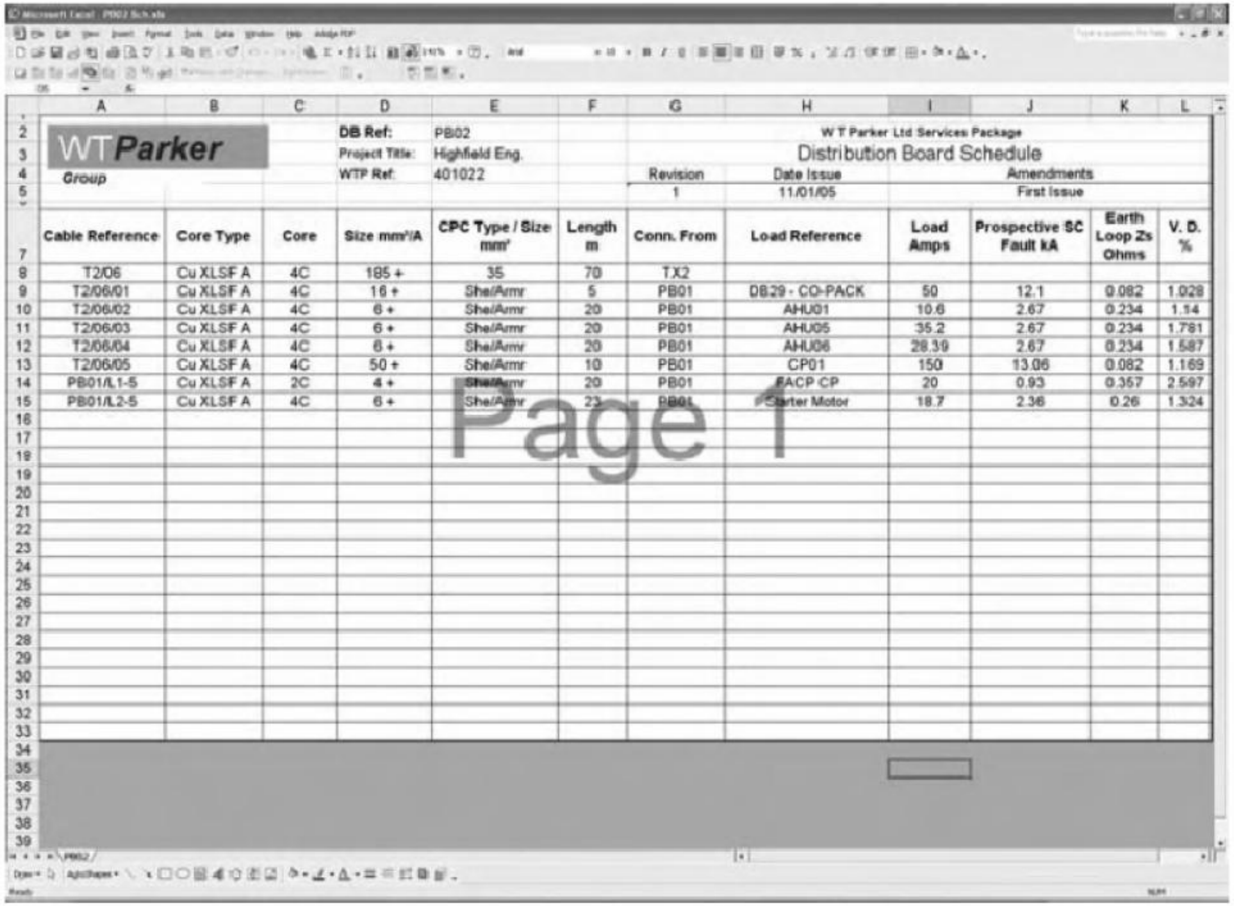
ပုံ ၂. ၂၇ ဆက်ရန်



ပုံ ၂. ၂၇ ဆက်ရန်



ပုံ ၂. ၂၁ Computer-aided circuit diagram တွင် distribution arrangements များအား designer မှထည့်သွင်းထားသည့်အတိုင်း အသေးစိတ် computer memory အတွင်းထည့်သွင်းထားရှိပါသည်။ စံပြ 3-phase installation arrangement အား distribution board နှင့်အတူ ပုံတွင်ပြထားကာ cable အသေးစိတ်အားလည်း ပြထားပါသည်။ design process တွင် ဒီဇိုင်းနှင့်ပတ်သက်သော အသေးစိတ်အား စံနစ်တကျမှတ်တမ်းတင်ထားရှိခြင်းသည်လည်း လိုအပ်ချက်တစ်ခုဖြစ်ကာ ယင်းအချက်အလက်များအား နည်းလမ်းပေါင်းများစွာဖြင့် presented လုပ်ထားနိုင်ပါသည်။ အောက်ပါဇယားသည် computer print တစ်ခုအားဖော်ပြထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ (W.T. Parker Ltd)



W T Parker Ltd Services Package

Distribution Board Schedule

WT Parker Group

DB Ref: PB02
Project Title: Highfield Eng.
WTP Ref: 401022

Revision	Date Issue	Amendments
1	11/01/05	First Issue

Cable Reference	Core Type	Core	Size mm²/A	CPC Type / Size mm²	Length m	Conn. From	Load Reference	Load Amps	Prospective SC Fault kA	Earth Loop Zs Ohms	V. D. %
T2/06	Cu XLSF A	4C	185 +	35	70	TX2					
T2/06/01	Cu XLSF A	4C	16 +	She/Armr	5	PB01	DB29 - CO-PACK	50	12.1	0.082	1.028
T2/06/02	Cu XLSF A	4C	6 +	She/Armr	20	PB01	AHU01	10.6	2.67	0.234	1.14
T2/06/03	Cu XLSF A	4C	6 +	She/Armr	20	PB01	AHU05	35.2	2.67	0.234	1.781
T2/06/04	Cu XLSF A	4C	6 +	She/Armr	20	PB01	AHU06	28.39	2.67	0.234	1.587
T2/06/05	Cu XLSF A	4C	50 +	She/Armr	10	PB01	CP01	150	13.06	0.082	1.169
PB01/L1-5	Cu XLSF A	2C	4 +	She/Armr	20	PB01	FACP CP	20	0.93	0.357	2.597
PB01/L2-5	Cu XLSF A	4C	6 +	She/Armr	23	PB01	Starter Motor	18.7	2.36	0.26	1.324

Page 1

ပုံ ၂. ၂၁ ဆက်ရန်

Close

Parker
Group
H. E. Parker Ltd

Job No.	Sheet No.	Rev

Data: 2004.12.17. cable calcs.cmz

Made by	Date	Dig. Ref.	Checked
	17 Dec 2004		

Calculation Results - Dist. Board: PB1

Cable Reference: Cable 2 — **Calculated in Accordance with BS7671**
From: PB1/1/RYB — Comments :
To: DB 2

Cable Data

Size & Type: **150.0mm² 4 x 1c Single Core PVC & PVC/PVC non arm Cu Table 4D1** Length: 5.0
Cpc: [Actual Section mm²] Met. Trunk. 148.0 Integral 0.0 Separate 0.0

Protection: 250 (A) Merlin Gerin Compact MCCB NS250N STR22SE @Max
Load Type: Three phase submain to distribution board
Installation Method: Enclosed in metal trunking Table 4A 'B'

Calculation Details

Cable Current Rating

Correction Factors:
Temperature (C) = 30 Ca = 1.00
Circuits in Group = No Cg = 1.00
Protective Device Correction Cp = 1.00

Cable Rating [A]:
Design Current (Ib) = 160
Device Rating (In) = 250
Overload Setting (Ir) = 250
Min Cable Cap (Iz) = 250
Actual Rating (It) = 262

Min Cable Cap (Iz) calculated using formula (1) in Appendix 4 6.1.2
(For motor loads Ib replaces In or Ir)

Load Currents & Voltage Drops

Load Currents	Red	Yellow	Blue
Phase Current [A]	160.0	160.0	160.0
Power Factor	1.00	1.00	1.00
Phase Volt Drop [V]	0.12	0.12	0.12
Total Volt Drop from Source	0.23	0.23	0.23

Earth Fault Data

Circuit Impedence [Ohms]	Z1	Z2	Ze	Zs	Max Zs
	0.0009	0.0055	0.0295	0.0323	0.1200

Disconnection	Fault Current [kA]	Disconnection Time [s] From Curve	Max for Circuit
	7.431	<0.1	5.0

Adiabatic CPC Size (Cable Equivalent mm²)	Met. Trunk.	Integral	Separate	Total	Minimum
	60.5	0.0	0.0	60.5	5.7

Phase Fault Data

Phase Fault Current [kA]	Source End	Load End	Disconnection Time [s]
Max	7.941	7.783	n/a
Min	7.874	7.549	<0.1
CPD Breaking Capacity [kA]	36.0 [Icu]	36.0 [Ics]	
Let Through [A²s]	I²t : 434204.5 K²S² : 297.6M		

Amtech ProDesign Version 9.2.0 Page 1
Z:\401012 - TME & Pandelco New Workshop\Section 8 - Cable Calcs\2004.12.17. cable calcs.cmz

ပုံ ၂. ၂၁ ဆက်ရန်

အခန်း - ၃

Electrical Installation များအတွက် IEE Regulations မှ ဇယားများ

ယခုအခန်းတွင် electrical installation များအတွက် IEE Regulations မှ ဇယားအချို့အား ဖော်ပြထားပါသည်။ ယင်း ဇယားများတွင် cable များနှင့် flexible cord များအတွက် current carrying capacity များနှင့် voltage drop များအား ဖော်ပြထားသကဲ့သို့ grouping နှင့် အခြားသော derating factor များအားလည်း ဖော်ပြထားပါသည်။ ယခုအခန်းတွင်ဖော်ပြပါရှိသော ဇယားများတွင် conduit နှင့် trunking တို့အတွက် cable capacity များနှင့် cable resistance တို့လည်းပါဝင်ပါသည်။

ဇယား အနည်းငယ်မျှသာပါဝင်သော်လည်း cable အမျိုးအစားမျိုးစုံအတွက် အသေးစိတ်အချက်အလက်များအား Electrical Installation အတွက်နှင့်သက်ဆိုင်သော IEE Regulations တွင် အသေးစိတ်အပြည့်အစုံ ရရှိနိုင်ပါသည်။ အမျိုးမျိုးသော ဒီဇိုင်းတွက်ချက်မှုများအတွက် IEE ဇယားများအား အသုံးပြုနည်းနှင့်သက်ဆိုင်သော အချက်အလက် များအား ယခုစာအုပ်၏ အခန်း (၂) တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

The tables reproduced are listed below.

Table number	*Page*	*IEE table number*	*Title*
3.1	94	53A	Sizes of fuse elements for BS 3036 Fuses
3.2	95–6	4D2A, B	Current-carrying capacities and voltage drops for PVC-insulated cables (non-armoured)
3.3	97–8	4D4A, B	Current-carrying capacities and voltage drops for PVC-insulated cables (armoured)
3.4	99	4B1	Correction factors for grouping
3.5A	100		Conduit factors
3.5B	101		Cable factors for conduit
3.6	101		Cable factors for trunking
3.7	102		Cable resistance

Table 3.1 *Sizes of fuse elements of plain or tinned copper wire for use in semi-enclosed fuses (IEE Table 53A) (To BS 3036)*

Nominal current of fuse (A)	*Nominal diameter of wire* (mm)
3.0	0.15
5.0	0.20
10.0	0.35
15.0	0.50
20.0	0.60
25.0	0.75
30.0	0.85
45.0	1.25
60.0	1.53
80.0	1.80
100.0	2.00

Note: The manufacturers should be consulted as to the correct size of fusewire to use in their fuse holders. Using a larger cross-sectional area of fusewire than recommended by the manufacturer will lead to burning of the fuse holder.

Table 3.2 *Current-carrying capacities and voltage drops for multicore PVC-insulated cables, non-armoured (copper conductors) (IEE Table 4D2A) (BS 6004, BS 6346, BS 7629)*

Ambient temperature: 30°C
Conductor operating temperature: 70°C

Current-carrying capacities (amperes):

Conductor cross-sectional area	*Reference Method 4 (enclosed in an insulated wall, etc.)*		*Reference Method 3 (enclosed in conduit on a wall or ceiling, or in trunking)*		*Reference Method 1 (clipped direct)*		*Reference Method 11 (on a perforated cable tray), or Reference Method 13 (free air)*	
	1 two-core cable single-phase a.c. or d.c.*	*1 three-core cable*, or 1 four-core cable, three phase a.c.*	*1 two-core cable*, single phase a.c. or d.c*	*1 three-core cable*, or 1 four-core cable, three phase a.c.*	*1 two-core cable* single-phase a.c. or d.c.*	*1 three-core cable*, or 1 four-core cable, three-phase a.c.*	*1 two-core cable*, single-phase a.c. or d.c.*	*1 three-core cable*, or 1 four-core cable three-phase a.c.*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
mm^2	A	A	A	A	A	A	A	A
1	11	10	13	11.5	15	13.5	17	14.5
1.5	14	13	16.5	15	19.5	17.5	22	18.5
2.5	18.5	17.5	23	20	27	24	30	25
4	25	23	30	27	36	32	40	34
6	32	29	38	34	46	41	51	43
10	43	39	52	46	63	57	70	60
16	57	52	69	62	85	76	94	80
25	75	68	90	80	112	96	119	101
35	92	83	111	99	138	119	148	126
50	110	99	133	118	168	144	180	153
70	136	125	168	149	213	184	232	196
95	167	150	201	179	258	223	282	238
120	192	172	232	206	299	259	328	276
150	219	196	258	225	344	299	379	319
185	248	223	294	255	392	341	434	364
240	291	261	344	297	461	403	514	430
300	334	298	394	339	530	464	593	497
400	–	–	470	402	634	557	715	597

Table 3.2 *(continued) (IEE Table 4D2B)*

Volt drops (mV/A/m)

Conductor cross-sectional area 1	*Two-core cable d.c.* 2		*Two-core cable single phase a.c.* 3			*Three- or four-core cable three phase a.c.* 4	
mm²	mV		mV			mV	
1	44		44			38	
1.5	29		29			25	
2.5	18		18			15	
4	11		11			9.5	
6	7.3		7.3			6.4	
10	4.4		4.4			3.8	
16	2.8		2.8			2.4	
		r	x	z	r	x	z
25	1.75	1.75	0.170	1.75	1.50	0.145	1.50
35	1.25	1.25	0.165	1.25	1.10	0.145	1.10
50	0.93	0.93	0.165	0.94	0.80	0.140	0.81
70	0.63	0.63	0.160	0.65	0.55	0.140	0.57
95	0.46	0.47	0.155	0.50	0.41	0.135	0.43
120	0.36	0.38	0.155	0.41	0.33	0.135	0.35
150	0.29	0.30	0.155	0.34	0.26	0.130	0.29
185	0.23	0.25	0.150	0.29	0.21	0.130	0.25
240	0.180	0.190	0.150	0.24	0.165	0.130	0.21
300	0.145	0.155	0.145	0.21	0.135	0.130	0.185
400	0.105	0.115	0.145	0.185	0.100	0.125	0.160

* With or without protective conductor.
Circular conductors are assumed for sizes up to and including 16 mm². Values for larger sizes relate to shaped conductors and may safely be applied to circular conductors.
Note: Where the conductor is to be protected by a semi-enclosed fuse to BS 3036, see item 6.2 of IEE Appendix 4.
Cables to BS 7629 are rated for a conductor operating temperature of 70°C and are therefore included in this table, although the material used for the cable insulation is not PVC.

Table 3.3 *Current-carrying capacities and voltage drops for multicore armoured PVC-insulated cables (copper conductors) (IEE Table 4D4A)*

Ambient temperature: 30°C
Conductor operating temperature: 70°C

Current-carrying capacities (amperes):

Conductor cross-sectional	*Reference Method 1 (clipped direct)*		*Reference Method 11 (on a perforated horizontal cable tray, or Reference Method 13 (free air))*	
	1 two-core cable, single-phase a.c. or d.c.	*1 three- or four-core cable, three-phase a.c. or d.c.*	*1 two-core cable, single-phase a.c. or d.c.*	*1 three- or four-core cable, three-phase a.c.*
1	*2*	*3*	*4*	*5*
mm^2	A	A	A	A
1.5	21	18	22	19
2.5	28	25	31	26
4	38	33	41	35
6	49	42	53	45
10	67	58	72	62
16	89	77	97	83
25	118	102	128	110
35	145	125	157	135
50	175	151	190	163
70	222	192	241	207
95	269	231	291	251
120	310	267	336	290
150	356	306	386	332
185	405	348	439	378
240	476	409	516	445
300	547	469	592	510
400	621	540	683	590

Table 3.3 *(continued) (IEE Table 4D4B)*

Volt drops (mV/A/m)

Conductor cross-sectional area 1	*Two-core cable d.c. 2*	*Two-core cable single phase a.c. 3*			*Three- or four-core cable three phase a.c. 4*		
mm^2	mV		mV			mV	
1.5	29		29			25	
2.5	18		18			15	
4	11		11			9.5	
6	7.3		7.3			6.4	
10	4.4		4.4			3.8	
16	2.8		2.8			2.4	
		r	x	z	r	x	z
25	1.75	1.75	0.170	1.75	1.50	0.145	1.50
35	1.25	1.25	0.165	1.25	1.10	0.145	1.10
50	0.93	0.93	0.165	0.94	0.80	0.140	0.81
70	0.63	0.63	0.160	0.65	0.55	0.140	0.57
95	0.46	0.47	0.155	0.50	0.41	0.135	0.43
120	0.36	0.38	0.155	0.41	0.33	0.135	0.35
150	0.29	0.30	0.155	0.34	0.26	0.130	0.29
185	0.23	0.25	0.150	0.29	0.21	0.130	0.25
240	0.180	0.190	0.150	0.24	0.165	0.130	0.21
300	0.145	0.155	0.145	0.21	0.135	0.130	0.185
400	0.105	0.115	0.145	0.185	0.100	0.125	0.160

Note: Where the conductor is to be protected by a semi-enclosed fuse to BS 3036, see item 6.2 of IEE Appendix 4.

Table 3.4 *Correction factors for groups of more than one circuit of single-core cables, or more than one multicore cable (Extract from IEE Table 4B1)*

Reference method of installation (see Table 9A)		*Correction factor (C_g)*													
		Number of circuits or multicore cables													
		2	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*12*	*14*	*16*	*18*	*20*
Enclosed (Method 3 or 4) or bunched and clipped direct to a non-metallic surface (Method 1)		0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38
Single layer clipped to a non-metallic surface (Method 1)	Touching	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	–	–	–	–	–	–
	Spaced*	0.94	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Single layer *multicore* on a perforated metal cable tray, vertical or horizontal (Method 11)	Touching	0.86	0.81	0.77	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72	0.71	0.70	–	–	–	–
	Spaced*†	0.91	0.89	0.88	0.87	0.87	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Single layer *single-core* on a perforated metal cable tray, touching (Method 11)	Horizontal	0.90	0.85	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Vertical	0.85	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Single layer multicore touching on ladder supports		0.86	0.82	0.80	0.79	0.78	0.78	0.78	0.77	–	–	–	–	–	–

* 'Spaced' means a clearance between adjacent surfaces of at least one cable diameter (D_e). Where the horizontal clearances between adjacent cables exceeds $2D_e$, no correction factor need be applied.

Notes:

1. The factors in the table are applicable to groups of cables all of one size. The value of current derived from application of the appropriate factors is the maximum continuous current to be carried by any of the cables in the group.
2. If, due to known operating conditions, a cable is expected to carry not more than 30% of its *grouped* rating, it may be ignored for the purpose of obtaining the rating factor for the rest of the group.

For example, a group of N loaded cables would normally require a group reduction factor of C_g applied to the tabulated I_t. However, if M cables in the group carry loads which are not greater than 0.3 $C_g I_t$ amperes the other cables can be sized by using the group rating factor corresponding to (N-M) cables.

† Not applicable to MI cables.

Table 3.5A *Conduit factors for runs incorporating bends (Extract from IEE On-site guide Table 5D)*

Length of run (m)	*Straight*				*One bend*				*Two bends*				*Three bends*				*Four bends*			
	*16**	*20*	*25*	*32*	*16*	*20*	*25*	*32*	*16*	*20*	*25*	*32*	*16*	*20*	*25*	*32*	*16*	*20*	*25*	*32*
1					188	303	543	947	177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692
1.5					182	294	528	923	167	270	487	857	143	233	422	750	111	182	333	600
2					177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529
2.5					171	278	500	878	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474
3					167	270	487	857	143	233	422	750	111	182	333	600				
3.5	179	290	521	911	162	263	475	837	136	222	404	720	103	169	311	563				
4	177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529				
4.5	174	282	507	889	154	250	452	800	125	204	373	667	91	149	275	500				
5	171	278	500	878	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474				
6	167	270	487	857	143	233	422	750	111	182	333	600								
7	162	263	475	837	136	222	404	720	103	169	311	563								
8	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529								
9	154	250	452	800	125	204	373	667	91	149	275	500								
10	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474								

* Diameter of conduit in millimetres.

Table 3.5B *Cable factors for long straight runs, or runs incorporating bends in conduit*

Type of conductor	*Conductor, cross-sectional area* (mm^2)	*Factor*
Solid or stranded	1	16
	1.5	22
	2.5	30
	4	43
	6	58
	10	105

Table 3.6 *Single-core PVC-insulated cables in trunking*

For each cable it is intended to use, obtain the appropriate factor from Table A.

Add all the cable factors so obtained and compare with the factors for trunking given in Table B.

The size of trunking which will satisfactorily accommodate the cables is that size having a factor equal to or exceeding the sum of the cable factors.

Table A Cable factors for trunking			*Table B Factor for trunking*	
Type of conductor	*Conductor cross-sectional area* (mm^2)	*Factor*	*Dimensions of trunking* (mm × mm)	*Factor*
Solid	1.5	7.1	50 × 37.5	767
	2.5	10.2	50 × 50	1037
Stranded	1.5	8.1	75 × 25	738
	2.5	11.4	75 × 37.5	1146
	4	15.2	75 × 50	1555
	6	22.9	75 × 75	2371
	10	36.3	100 × 25	993
			100 × 37.5	1542
			100 × 50	2091
			100 × 75	3189
			100 × 100	4252

For sizes and types of cables and sizes of trunking other than those given above, the number of cables installed should be such that the resulting space factor does not exceed 45%.

Table 3.7 *Cable resistance for solid copper and aluminium conductors*

Cross-sectional area (mm^2)	*Resistance (ohms per 1000 metres) Bare conductors at 20°C* Copper	*Aluminium*
0.5	36.00	
1.0	18.10	
1.5	12.10	18.10
2.5	7.41	12.10
4.0	4.61	7.41
6.0	3.08	4.61
10.0	1.83	3.08
16.0	1.15	1.91
25.0	0.727	1.20
35.0	0.524	0.868

Note: For live conductor resistance under short circuit fault conditions, the values given above must be multiplied by the following factors:

For PVC insulation	1.38
For 85°C rubber insulation	1.53
For Mineral Insulation	1.55

For protective conductor resistance under short circuit fault conditions, the values given above must be multiplied by the following factors:

For PVC insulation	1.30
For 85°C rubber insulation	1.42.

အခန်း - ၄

အဆောက်အဦးအတွင်း လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးခြင်း

လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးသောသူထံမှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို ရယူသုံးစွဲမည်ဆိုပါက ပထမအဆင့်အနေဖြင့် မြို့နယ် လျှပ်စစ် အင်ဂျင်နီယာ ထံသို့ ဆက်သွယ်အကြောင်းကြားရပေမည်။ ထိုသူမှ အမှန်တကယ် တပ်ဆင်သုံးစွဲလိုသည့် လျှပ်စစ်ပမာဏ ကို အသေးစိတ်အပြည့်အစုံ ကို လုပ်ငန်းမစတင်မီ တွက်ချက်မည်ဖြစ်ကာ အမှန်တကယ် သုံးစွဲမည့် ဝန်အားသည် လက်ရှိသွယ်တန်းထားပြီးသော ကေဘယ်များ အား ဝန်ပို ဖြစ်စေပါက သီးခြား ဓါတ်အားလိုင်း သွယ်တန်းရမည်ဖြစ်ကာ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသူအနေဖြင့် ယင်းကဲ့သို့သော သီးခြား ဓါတ်အားလိုင်း သွယ်တန်းမှု အတွက် ကုန်ကျစရိတ်များကို ကျခံပေးရပေမည်။

လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးသူအနေနှင့်လည်း လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသူအတွက် သင့်တင့်မျှတသော ဓါတ်အားခဖြစ်စေရန် အတွက် ကောင်းမွန်သော အကြံပြုချက်များ နှင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သွယ်တန်းယူမည့် supply cable အား မည်သည့်နေရာမှ သွယ်တန်းမည် စသည်တို့ကိုလည်း အကြံပြုပေးနိုင်ရပါမည်။ စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံကြီးများအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သွယ်တန်း တပ်ဆင်ရာတွင် 11kV လိုင်းမှ ရယူသုံးစွဲလေ့ရှိကာ ယင်းသို့သွယ်တန်း တပ်ဆင်မှု အတွက် လိုအပ်သော switchgear နှင့် 11kV မှ 415/240V ထရန်စဖော်မာ တို့ထားရှိရန် အတွက် လိုအပ်သော နေရာကိုလည်း စက်ရုံမြေဧရိယာအတွင်း သတ်မှတ်ပေးရပေမည်။ (ပုံ ၄.၁)

နေအိမ်များတွင် လျှပ်စစ်သွယ်တန်းမည်ဆိုပါက ပုံ ၄.၂ တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း intake position သည် အိမ်ရှေ့တံခါးအနီး စကြ်နလမ်း သို့မဟုတ် လှေခါးအောက်ဘက်နေရာများ မဟုတ်ဘဲ၊ service cable အလျားအား အတိုဆုံးဖြစ်စေမည့် ယခင်ကတည်းက အသုံးပြုသော နံရံကဲ့သို့သောနေရာများ စသည့် လျှပ်စစ်ကြိုးသွယ်တန်း ရန်အတွက် သင့်လျော်သော အခြေအနေတွင် ရှိရမည်ဖြစ်ပါသည်။

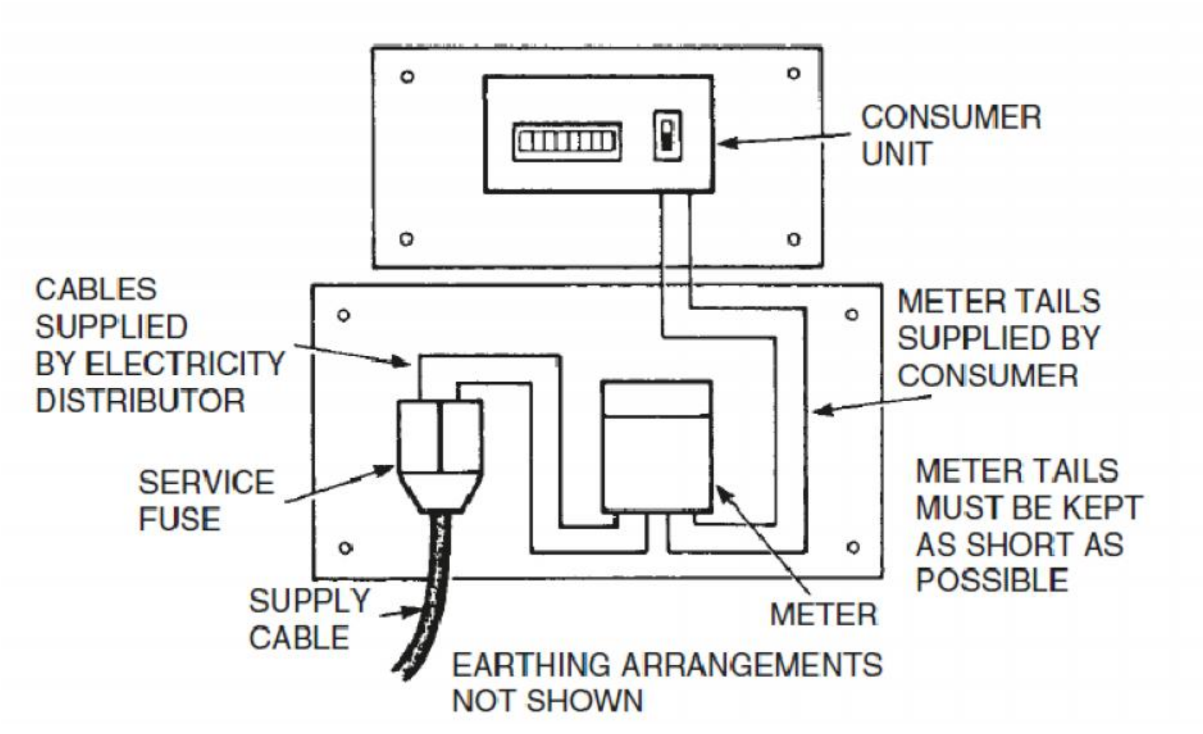
လျှပ်စစ် မီတာ တပ်ဆင်မည့် cabinet များကိုလည်းအပြင်ဘက်နံရံများတွင် တပ်ဆင်နိုင်ပြီး ယင်းအား အရှေ့ဘက်မှဖြစ်စေ၊ အနောက်ဘက်မှ ဖြစ်စေ လုပ်ကိုင်သုံးစွဲနိုင်ကာ မီတာဖတ်သောအခါတွင်အပြင်ဘက်မှ ဖတ်ရှုနိုင်စေရပါမည်။

လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးသူထံမှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သွယ်တန်းရန် သဘောတူညီပြီးသည်နှင့် Electricity Safety, Quality and Continuity Regulation 27(1) နှင့် ကိုက်ညီမှုရှိရမည်ဖြစ်ကာ၊ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသူအား သတ်မှတ်ဗို့အား ပမာဏ၊ phase အရေအတွက် နှင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားဖြန့်ဖြူးမှုစံနစ်အတွက် frequency စသည်တို့ကို ဖော်ပြပေးရပါမည်။ Regulation 27(2) တွင် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားဖြန့်ဖြူးသူအနေဖြင့် လျှပ်စီး၊ frequency နှင့် သတ်မှတ်

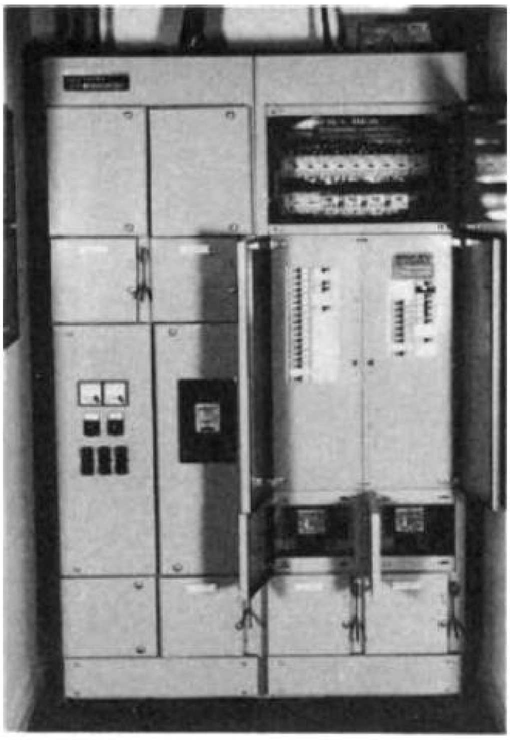
ဗို့အား ပမာဏ တို့အား တသမတ်တည်း ပေးနိုင်စေရမည်ဖြစ်ကာ အထူးသဖြင့် frequency ပြောင်းလဲမှုအား 1% နှင့် ဗို့အားကိုလည်း သတ်မှတ်ဗို့အားထက် 10% မကျော်လွန်စေရန် သို့မဟုတ် 6% အောက်လျော့ကျမသွားစေသင့်ပေ။ ယင်းကဲ့သို့သော ပဏာမ အသေးစိတ်အချက်များအား စီစဉ်ပြီးကာ သင့်တင့်သော လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲခအား သဘောတူညီပြီးသည်နှင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးသူသည် ယင်းတို့၏ service cable နှင့် cutout များကို လာရောက်တပ်ဆင်ပေမည်။ ယင်း service cable အားအမြဲလိုလို underground တပ်ဆင်ကြပြီး၊ အချို့သော နေရာများတွင် overhead တပ်ဆင်ကြသည်။ မည်သည့် အိမ်တွင်းပိုင်းဆိုင်ရာ လျှပ်စစ်သွယ်တန်းမှု များ စတင်မလုပ်ကိုင်မီတွင် service cable ဝင်ရောက်မည့် intake နေရာအား တိတိကျကျသတ်မှတ်ရန် အရေးကြီး ပါသည်။ ဗြိတိန်နိုင်ငံတွင် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးရာတွင် ၄၁၅/၂၄၀ ဗို့ အေစီ၊ ၅၀ဟတ်ဇ် ကိုပုံမှန်အားဖြင့် အသုံးပြုပါသည်။ သို့သော် ဒီစီ စံနစ်ဖြင့် ဓါတ်အားဖြန့်ဖြူးသော နိုင်ငံများတွင်မူ အမြဲလိုလို ဂါယာသုံးကြိုးပါဝင်သော ၂၀၀/၄၀၀ဗို့ အား အသုံးပြုကြကာ ဗို့အား အနိမ့်ကို အလိုရှိပါက အပြင်ဘက်ဆုံး conductor နှင့် အလယ်ဂါယာကြိုးအကြား ဗို့အားကို သုံးစွဲရမည်ဖြစ်ကာ ဗို့အား အမြင့်ကို အလိုရှိပါက အပြင်ဘက်ဆုံး conductor နှစ်ခုအကြားရှိဗို့အား ကို သုံးစွဲရပါမည်။

နေအိမ်များ အတွက်မူ 3 phase ဖြင့် သုံးစွဲရသည့် လျှပ်စစ် ပစ္စည်းများ သုံးစွဲမည့်အခြေအနေမရှိပါက phase တစ်ခု ထက်ပိုသော supply ကို မသုံးစွဲစေသင့်ပေ။ အကယ်၍ phase တစ်ခုထက်ပို၍ သုံးစွဲမည်ဆိုပါက ၂၅၀ဗို့ထက် ကျော်လွန်သော အခြေအနေတွင် electric shock ဖြစ်ခြင်းမှ တားဆီးနိုင်သော အထူးကြိုတင်ညွှန်ကြားချက်များကို လိုက်နာရန်လိုအပ်ပေသည်။ ယင်း ကြိုတင်ညွှန်ကြား ချက် များသည် IEE Regulation များတွင်ပါရှိပြီးဖြစ်ပါသည်။

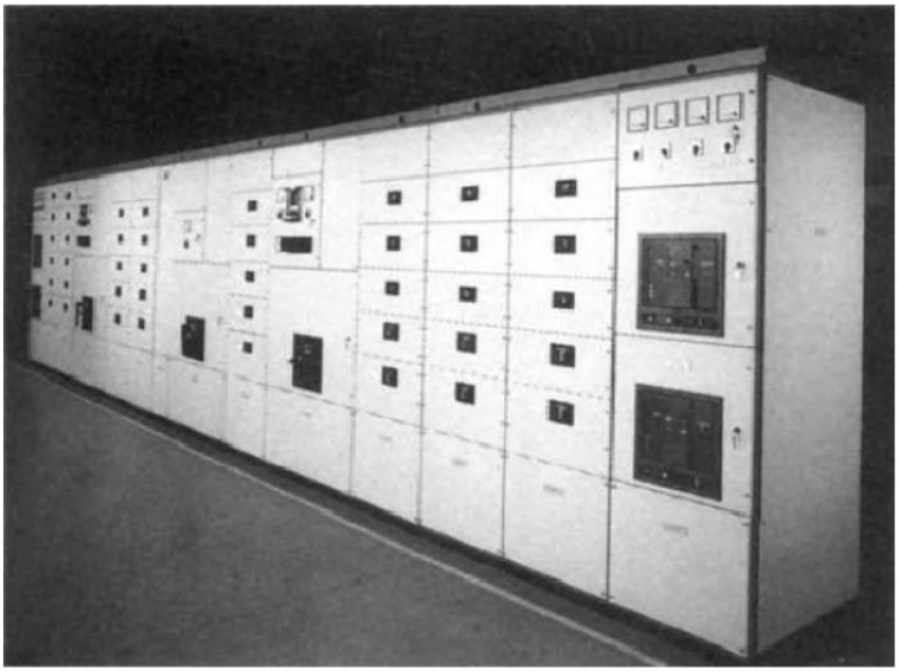
ပုံ ၄.၁ factory တစ်ခု၏ sub-station။ Incoming အား 11kV ring main မှ ရယူကာ 800kVA, 11kV မှ 415V transformer များသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးပို့သည်။ sub-station အတွင်းရှိ distribution board သည် 4pole 1600A Air Circuit Breaker များ (ACBs) အား 1200A တွင် set လုပ်ထားကာ 2000A rated ရှိသော 4pole bus coupler တစ်ခုတို့ ပါရှိပါသည်။ (W.T. Parker Ltd)



ပုံ ၄.၂ စံပြု အိမ်သုံး intake အပိုင်း စီစဉ်ထားမှု



ပုံ ၄.၃ ကြီးမားသော စီးပွားရေးနှင့် သက်ဆိုင်စသည့် အဆောက်အဦးများအတွက် စံပြု switchgear စီစဉ်ထားပုံ။ မှတ်သားရန်မှာ လက်ဝဲဖက် (ဘယ်) ဖက်ခြမ်းတွင် nominal နှင့် standby supply များ၊ အောက်ဖက်ပိုင်း subsection switch များ နှင့် ညာဘက်ခြမ်း distribution board များ



ပုံ ၄.၁ Mains နှင့် Generator circuit breaker များပါဝင်သော Main Switchboard နှင့် outgoing MCCB များပါရှိသော bus selection switch များ (Durham Switchgear Ltd)

Main Switchgear

အရွယ်အစား အမျိုးမျိုးသော လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုများ တွင် တစ်ခု သို့မဟုတ် တစ်ခုထက်ပိုသော main switch များကို တပ်ဆင်ကြပါသည်။ IEE Regulation 476-01 တွင် မည်သည့်လျှပ်စစ်သွယ်တန်းမှုမျိုးမဆို isolation လုပ်ရန် အတွက် တစ်ခုခု ပါရှိရမည်ဖြစ်ပါသည်။ မူလအစပြု နေရာရှိ link switch သို့မဟုတ် circuit breaker သည် အောက်ပါ incoming power supply ၏ conductor များအား အဖွင့်၊ အပိတ် လုပ်ပေးပေမည်။

(၁) အကယ်၍ supply သည် single phase a.c. ဖြစ်ပါက live conductor နှစ်ခုစလုံးအတွက်

(၂) d.c. supply ၏ pole အားလုံး

(၃) T.P., သို့မဟုတ် TP&N., TN-S သို့မဟုတ် TN-C-S စံနစ် supply ၏ phase conductor များ အားလုံး

(၄) T.P., သို့မဟုတ် TP&N., TT, သို့မဟုတ် IT စံနစ် supply အတွက် live conductor များ အားလုံး

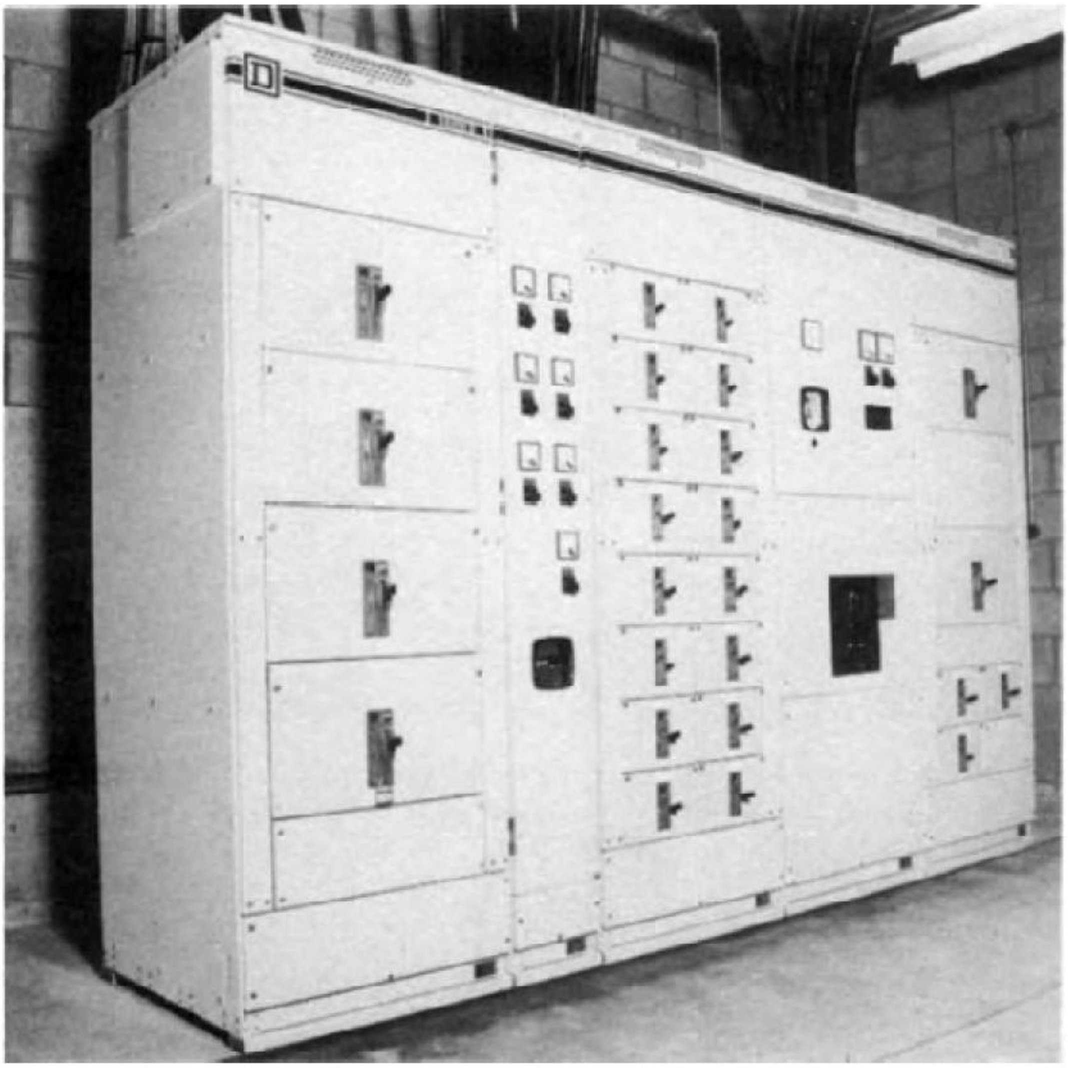
Link switch သို့မဟုတ် circuit breaker တို့အား လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသူမှ အလွယ်တစ်ကူ အပိတ်၊ အဖွင့်လုပ်နိုင်စေရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတို့အား ဖြစ်နိုင်သမျှ supply cutout များနှင့် နီးကပ်နိုင်သမျှ အနီးဆုံးထား သင့်ပါသည်။ The Electricity at Work Regulation 1989 တွင် မည်သည့်လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကို မဆိုအတွက် လျှပ်စစ် စွမ်းအင် ပေးသော supply ကို ဖြတ်တောက်နိုင်ရန် သင့်လျော်သော ဖြတ်တောက်ရန် ပစ္စည်း တစ်ခုခု ရှိရပေမည်။ main switchgear အမျိုးအစားနှင့်အရွယ်အစား တို့သည် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား တပ်ဆင်သည့်ပုံစံ၊ အရွယ်အစား နှင့် စုစုပေါင်း အမြင့်ဆုံး ဝန်အား တို့အပေါ်တွင် တည်မှီသည်။ detached building တိုင်းအတွက် သီးခြား isolation ပါရှိရပါမည်။

Supply cutout နှင့် မီတာ မှ သည် main switch ၏ incoming terminal သို့ ဆက်သွယ်သော ကေဘယ် ကိုလျှပ်စစ် ဓါတ်အား သုံးစွဲသူမှ ပေးရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းအား တိုနိုင်သမျှ တိုစေရမည်ဖြစ်ပြီး သုံးမီတာထက် မကျော်လွန်စေရဘဲ၊ mechanical damage မှလည်းသင့်လျော်အောင် ကာကွယ်ထားပေးရပေမည်။ ယင်းကေဘယ် များ၏ လျှပ်စီးသယ်ဆောင်နိုင်သော ပမာဏသည် service fuse အောက် မငယ်သင့်ပေ။

လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးသူသည် ဒေသ တစ်ခု နှင့် တစ်ခု မတူညီသော ယင်းတို့၏ လိုအပ်ချက်များ အား တိုင်ပင်ဆွေးနွေးသင့်ပေသည်။

Outgoing Circuit အတွက် switchgear အား မည်သည့်အရွယ်အစားပင် တပ်ဆင်သုံးစွဲသည်ဖြစ်စေ၊ လက်ရှိ အချိန်တွင်တပ်ဆင်ထားသော ကေဘယ်အား ကာကွယ်နိုင်ရန် fuse အရွယ်အစားနှင့် circuit breaker ၏ overload setting တို့ကို စံနစ်တကျ စီစဉ်ထားသင့်ပါသည်။ အကယ်၍ distribution circuit ကေဘယ်သည် အမြင့်ဆုံး ၁၀၀ အမ်ပီယာ ကို သယ်ဆောင်စီးဆင်းနိုင်သည်ဆိုပါစို့၊ excess-current device အတွက် setting သည် ၁၀၀ အမ်ပီယာထက် မကျော်လွန်သင့်ပေ။

IEE Regulation 130-03 တွင် circuit တိုင်းအား overcurrent ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်နိုင်ရန်အတွက် အလိုအလျောက်လုပ်ဆောင်ပြီး တိကျသည့် breaking capacity ရှိသော device တစ်ခု တပ်ဆင်ထား ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် protective device သည် လုပ်ဆောင်မှု ၂ ခု ရှိရမည်ဖြစ်ကာ ပထမအချက်အနေဖြင့် circuit ၏ overload ဖြစ်ခြင်းကို ကာကွယ်ရန်နှင့် ဒုတိယအချက်အနေဖြင့် short circuit ဖြစ်သည့်အချိန်တိုင်းတွင် အန္တရာယ်မကျရောက်စေရန် circuit အား အလျှင်အမြန် ဖြတ်တောက်ပေးနိုင်ရန်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၄.၅ စက်ရုံ အလုပ်ရုံများတွင် install လုပ်ထားသည့် main distribution board (Square D Ltd)

Protective device များအနေဖြင့်short circuit ဖြစ်ချိန်တွင် circuit အား အလျှင်အမြန် opening လုပ်နိုင်ရမည်ဖြစ်ကာ၊ လုံလောက်သော discrimination လုပ်နိုင်ခြင်းဖြင့် ယာယီဖြစ်သော overload အခြေအနေများအား operate မလုပ်တော့ပေ။

Rewirable fuses - BS3036 အရ rewirable fuse များအား domestic installation များ တွင်သာအဓိက အားဖြင့် တပ်ဆင်သုံးစွဲကြကာ၊ ယင်းသို့သုံးစွဲ ရခြင်းအကြောင်းအရင်းအား အခန်း (၂) တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

High breaking capacity fuses – HBC fuse များ အား အန္တရာယ်ဖြစ်နိုင်ခြေရှိသော short circuit များအား အချိန် ၀.၀၀၁၃ စက္ကန့် အတွင်း ရှင်းလင်းဖယ်ထုတ်နိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ အကယ်၍ ယင်းကဲ့သို့သော fuse များသည် ယာယီ overload ဖြစ်သော အချိန်တိုင်းတွင် တုန့်ပြီစွာ လုပ်ဆောင်ကြသည်ဆိုပါက ယင်းအတွက် fuselink ကို ပြန်လည်တပ်ဆင်မည်ဆိုလျှင် ငွေကြေးကုန်ကျမှုရှိပေမည်။

ယင်းအချက်ကြောင့် HBC Fuselink များအား ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီး၏ ၅ဆမျှသော လျှပ်စီးအား စက္ကန့် အနည်းငယ်မျှ တောင့်ခံနိုင်ရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားကာ ယင်းသို့သော အချိန်တွင် fault အား final circuit protective device (ပုံ ၄.၁၈) သို့မဟုတ် local control gear မှ ရှင်းလင်းပစ်လိုက်ပေမည်။ အကယ်၍ HBC Fuse များ အား ဂရုတစိုက် ရွေးချယ်ကာ အဆင့်သတ်မှတ်ခြင်းဖြင့် final circuit protective device သည် normal overload နှင့် short circuit ဖြစ်ချိန်များတွင် discrimination ကိုလုပ်ဆောင်နိုင်ပေမည်။ main HBC fuse သည် fuse ဖြင့်ကာကွယ်ထားသော feeder cable တွင် short circuit ဖြစ်သောအခါတွင်ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် final circuit များ ၏ စုစုပေါင်း ဝန်အားသည် main fuse များ၏ ခံနိုင်အားထက် ကျော်လွန်သော အခါတွင် ဖြစ်စေ main HBC fuse များသည် ပြတ်တောက်ပေးပေမည်။

Circuit Breakers - နောက်ဆုံးပေါ် circuit breakers များအား HBC fuse များကဲ့သို့ မြင့်မားသော short circuit လျှပ်စီးပမာဏ များအား လုံခြုံစိတ်ချရစွာ အသုံးပြုနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ ယင်းသို့သော circuit breaker များတွင် အခြားသော circuit protection devices များထက်သာလွန်ကောင်းမွန်သော အချက်များစွာ ရှိပါသည်။ သို့သော် Electricity at Work Regulation 1989 ၏ Regulation 5 နှင့် ကိုက်ညီမှုရှိစေရန် ဂရုတစိုက် ရွေးချယ် ပြုပြင်ထိမ်းသိမ်းသင့်ကာ overload ဖြစ်သော အခြေအနေတွင်ပင် အန္တရယ်မကျရောက်စေရန် တပ်ဆင်သုံးစွဲ သင့်ပါသည်။ အကယ်၍ moulded case circuit breaker တစ်ခု သည် ယင်း၏ full rated breaking capacity တွင် fault ကို clear လုပ်ခဲ့ပါက၊ ယင်းအား fault current ကို လုံခြုံစိတ်ချစွာ interrupt လုပ်နိုင်စေရန် အတွက် လိုအပ်ပါက အစားထိုးသင့်ပေသည်။

Circuit breaker များတွင် ကောင်းမွန်သော အချက်များ ရှိပါသည်။ faultတစ်ခု ဖြစ်ချိန် သို့မဟုတ် overload ဖြစ်ချိန်တွင် pole များ အားလုံးတို့သည် supply မှ တစ်ပြိုင်တည်း disconnect ဖြစ်သွားပါမည်။ အချို့သော အမျိုးအစားများ သည် ဥပမာအားဖြင့် emergency stop button အား အဝေးမှ ထိန်းချုပ်လုပ်ကိုင်နိုင်ပြီး၊ အချို့မှာမူ overload များအား မူလသတ်မှတ်ထားသော limit အတွင်းရှိနေစေရန် ချိန်ညှိနိုင်ကြပါသည်။

သင့်လျော်သော Switchgear အားရွေးချယ်ခြင်း

ဗြိတိန်နိုင်ငံတွင် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးသူသည် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲခအား ပြောင်းလည်း သတ်မှတ်ပေး တတ်ကြရာ တပ်ဆင်ဝန်အား ပမာဏ၊ ဝန်အား အမျိုးအစား၊ ခန်းမှန်း အမြင့်ဆုံး ဓါတ်အား သုံးစွဲရန်လိုအပ်မှု အစရှိသော အချက်များပေါ်မူတည်ကာ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားသုံးစွဲသူတို့အတွက် အကောင်းဆုံး တွက်ချေကိုက်နိုင်သည့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲခကို ပေးဆောင်နိုင်စေရန်အကြံပေးကြပါသည်။

ကြီးမားသော စက်ရုံအလုပ်ရုံကြီးများ အတွက် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား တပ်ဆင်သုံးစွဲရာတွင် h.v. switchgear နှင့် ထရန်စဖော်များ ကဲ့သို့သော တန်ဘိုးကြီးမားသည့် ပစ္စည်းများ အား အစဦး ရင်းနှီးမြှပ်နှံရန်လိုအပ်သော်လည်း လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသူအနေဖြင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို ဝယ်ယူသုံးစွဲရာတွင် high voltage လိုင်းမှ ရယူ သုံးစွဲနိုင်ပါသည်။

မည်ကဲ့သို့သော လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုအမျိုးအစား၊ အိမ်ယာ၊ စီးပွားရေးလုပ်ငန်းနှင်သက်ဆိုင်သော သို့မဟုတ် စက်မှုလုပ်ငန်း စသည်၊ မည်သည့် အဆောက်အဦးမဆို ယင်းလျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုလုပ်ငန်းများ အတွက် စတင်ဒီဇိုင်း ထုတ်သော အစဦး အခြေအနေမှစတင်ကာ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးသူနှင့် တိုင်ပင်ဆွေးနွေးရန် လိုအပ်ပါသည်။

ယခင်က ဆွေးနွေးခဲ့သကဲ့သို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား တပ်ဆင်သုံးစွဲမှုအားလုံး တို့ အတွက် အဓိက ကျသော ဥပဒေသမှာ "အမှန်တစ်ကယ်လုပ်ကိုင်မည့် လုပ်ငန်းအတွက် တပ်ဆင်သုံးစွဲမည့် ပစ္စည်း တိုင်းသည် လုံလောက်သော size နှင့် power ရှိရပါမည်။" ယင်းအချက်သည် အထူးသဖြင့် main switchgear များ အား ရွေးချယ်တပ်ဆင်ရာတွင် အသုံးပြုနိုင်ကာ overload ဖြစ်ခြင်းအန္တရာယ်လည်း မကျရောက်နိုင်တော့ပေ။

အရွယ်အစားဆုံးဖြတ်ရာတွင်လည်း တပ်ဆင်ထားသည့် lighting အရေအတွက်၊ အပူပေးပစ္စည်းများ၊ ဝန်အားသုံးပစ္စည်များ နှင့် အခြားသော ဝန်အားစသည်တို့အား စုပေါင်းကာ တွက်ချက်ခြင်းဖြင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား တပ်ဆင်မှုအတွက် စီးနိုင်ခြေရှိသော အမြင့်ဆုံးလျှပ်စီး ပမာဏ ကိုခန့်မှန်းနိုင်ပါသည်။ ယင်းအချက်သည် လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှု အမျိုးအစား alternative သို့မဟုတ် supplementary စသည်ဖြင့် သုံးစွဲမည့်နေရာပေါ်တွင် မူတည်သည့် အပူပေးခြင်း၊ ချက်ပြုတ်ခြင်း နှင့် အခြားသော အခန်း (၂) တွင်ဖော်ပြပြီးခဲ့သည့် diversity နှင့် အောက်ပါအချက်တို့ အပေါ်တွင် တည်မှီနေပါသည်။

IEE Regulation 311-01-01 တွင် လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုတစ်ခု သို့မဟုတ် အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုအတွက် အမြင့်ဆုံး လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲမှုအား diversity ကိုထည့်သွင်းစဉ်းစားဆုံးဖြတ်ပုံကို ဖော်ပြထားပါသည်။

ဇယား ၄.၁ တွင် diversity နှင့် ပတ်သက်သော ညွှန်ကြားမှုများ ကို မြင်နိုင်ပါသည်။ သို့သော် diversity ကို ထည့်သွင်းတွက်ချက်မှုသည် အဓိကအားဖြင့် အသိဉာဏ်နှင့် အတွေ့အကြုံပေါ်မူတည်ပေသည်။ အောက်ပါဇယားအား အသုံးပြုခြင်းဖြင့် အမြင့်ဆုံး ဝန်အား သည်မည်မျှဖြစ်နိုင်သည်ကို ခန့်မှန်း တွက်ချက်နိုင်သည်။ သို့သော် လျှပ်စစ် တပ်ဆင်မှုတိုင်းသည် မိမိ၏ ကိုယ်ပိုင်အတွေးအခေါ်ပေါ်တွင်မူတည်သည် ကို မမေ့အပ်ပေ။

လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲခ စံနစ်တစ်မျိုးတည်းသုံးသော နေအိမ်အဆောက်အဦးတစ်ခု အား ဥပမာပေး တွက်ချက်သော် ...

Item In Table 4.1	*Connected load*		*Expected maximum demand*	
1	Installed lighting	10 A	66% of installed load	= 6.6 A
2	Installed fixed heating	30 A	100% of first 10 A plus 50% of excess of 10 A	= 20 A
9	Installed general purpose socket outlets (Two ring circuits)	64 A	100% of current demand of largest circuit (32 A) plus 40% current demand of other circuits (12.8 A)	= 44.8 A
3	Installed cooker	45 A	10 A plus 30% f.l. of remaining connected appliances plus 5 A for socket in unit	= 22 A
	Total	149 A		93.4 A

Note: The load on socket-outlet circuits is taken as the rating of the protective device.

အထက်ပါဥပမာတွင် 100A main switch ကိုတပ်ဆင်သင့်သော်လည်း၊ အနာဂတ်တွင် ဝန်အားသည် အတိုင်းအတာတစ်ခု အထိ တိုးလာမည်ကို မခန့်မှန်းနိုင်ပါက ပိုမိုကြီးသော switchfuse ကိုတပ်ဆင်သင့်ပါသည်။

ဘုရားရှိခိုးကျောင်းတစ်ခုအတွက် lighting နှင့် heating စသော လျှပ်စစ်တပ်ဆင်လုပ်ငန်းများအား ဥပမာတစ်ခု အနေနှင့် စဉ်းစားမည်ဆိုပါက အသုံးပြုမည့် ဝန်အား အားလုံးတို့အား တစ်ကြိမ်တည်းဖြင့် switch on လုပ်မည်ဖြစ်သောကြောင့်၊ main switchgear ကိုရွေးချယ်ရာတွင် စုစုပေါင်း တပ်ဆင်ဝန်အား အတွက် ကိုက်ညီမည့် အရွယ်အစားကို သာ တပ်ဆင်သင့်ပါသည်။

Table 4.1 *Table of typical allowances for diversity (IEE On-site guide, Table 1B)*

Purpose of final circuit fed from conductors or switchgear to which diversity applies	*Individual household installations, including individual dwellings of a block*	*Type of premises*: *Small shops, stores, offices and business premises*	*Type of premises*: *Small hotels, boarding houses, guest houses, etc.*
1 Lighting	66% of total demand	90% of total current demand	75% of total current demand
2 Heating and power (but see 3–8 below)	100% of total current demand up to 10 A +50% of any current demand in excess of 10 A	100% f.l. of largest appliance +75% of remaining appliances	100% f.l. of largest appliance +80% f.l. of second largest appliance +60% of remaining appliances
3 Cooking appliances	10 A +30% f.l. of connected cooking appliances in excess of 10 A +5 A if socket-outlet incorporated in unit	100% f.l. of largest appliance +80% f.l. of second largest appliance +60% f.l. of remaining appliances	100% of largest appliance +80% f.l. of second largest appliance +60% f.l. of remaining appliances
4 Motors (other than lift motors which are subject to special consideration)		100% f.l. of largest motor +80% f.l. of second largest motor +60% f.l. of remaining motors	100% f.l. of largest motor +50% f.l. of remaining motors
5 Water heaters (instantaneous type)*	100% f.l. of largest appliance +100% of second largest appliance +25% f.l. of remaining appliance	100% f.l. of largest appliance +100% of second largest appliance +25% f.l. of remaining appliances	+100% f.l. of largest appliance +100% of second largest appliance +25% f.l. of remaining appliances

6 Water heaters (thermostatically controlled)	NO DIVERSITY ALLOWABLE†		
7 Floor warming installations	NO DIVERSITY ALLOWABLE†		
8 Thermal storage space heating installations	NO DIVERSITY ALLOWABLE†		
9 Standard arrangements of final circuits in accordance with IEE Appendix 5	100% of current demand of largest circuit +40% of current demand of every other circuit	100% of current demand of largest circuit +50% of current demand of every other circuit	
10 Socket outlets other than those included in 9 above and stationary equipment other than those listed above	100% of current demand of largest point of utilisation +40% of current demand of every other point of utilisation	100% of current demand of largest point of utilisation +75% of current demand of every other point of utilisation	100% of current demand of largest point of utilisation +75% of current demand of every point in main rooms (dining rooms, etc.) +40% of current demand of every other point of utilisation

* For the purpose of this table an instantaneous water heater is deemed to be a water heater of any loading which heats water only while the tap is turned on and therefore uses electricity intermittently.

† It is important to ensure that the distribution boards are of sufficient rating to take the total load connected to them without the application of any diversity.

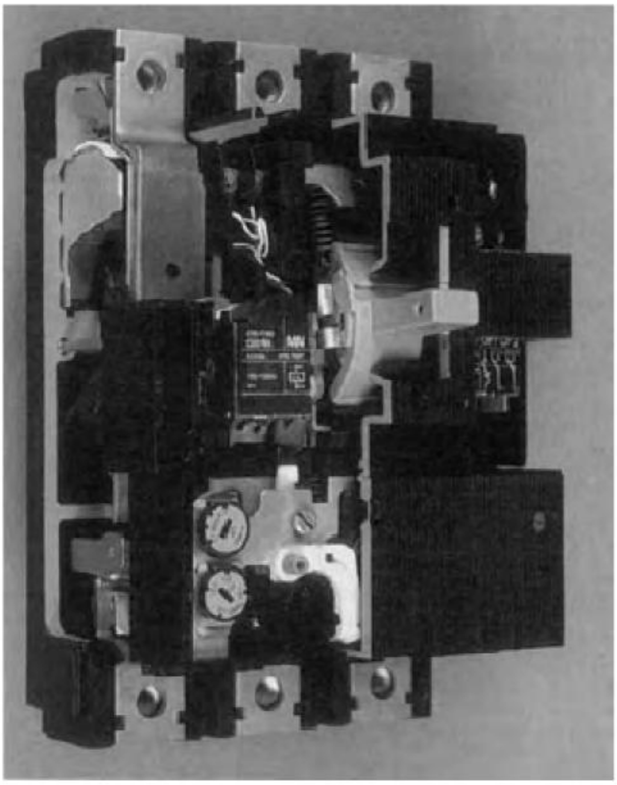
နေအိမ်များတွင် Installation လုပ်ရန်အတွက် Main Switchgear

လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသော နေအိမ်များတွင် အမြဲလိုလို main switchgear ကို တပ်ဆင်ကြကာ ယင်းအား အသေးစား သို့မဟုတ် နေအိမ်အတွက် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးရာ နေရာ အဖြစ်လည်း ယူဆကြပါသည်။ ထုတ်လုပ်သူများစွာထံမှ ပုံစံအမျိုးမျိုးသော consumer unit များ ကို ရရှိနိုင်ကာ အချို့ကို ပြသထားပါသည်။ ယင်းသို့သော unit များတွင် လျှပ်စီးပမာဏ 100A အထိမျှရှိသော main switch တစ်ခုနှင့်အတူ၊ သီးခြား လျှပ်စီးပတ်လမ်း တစ်ခုစီအတွက် overcurrent protection လုပ်နိုင်ရန် single-pole fuseway ၁၆ ခုခန့် မျှကိုလည်း တွဲဖက်တပ်ဆင်နိုင်ပါသေးသည်။ ပုံမှန်အား ဖြင့် ယင်းသို့သော unit များတွင် main fuse ကို သုံးလေ့သုံးထ မရှိဘဲ the supply undertaking's service fuse မှ ယင်းနှင့် ဆက်သွယ်ထားသော consumer unit သို့ လိုအပ်သော ကာကွယ်မှုကို ပြုပေးပေမည်။ ထိုအချက်အား ပိုမိုတိကျစေရန်၊ device တစ်ခုစီ၏ breaking capacity ကို အသုံးပြုရမည်ဖြစ်ကာ prospective short circuit current နှင့် သက်ဆိုင်သော အသိပညာ ရှိရန်လိုအပ်ပါသည်။ ယင်းအချက်အား ယခုစာအုပ်၏ အခန်း (၂) တွင်အသေးစိတ် ဖော်ပြထားပါသည်။

Unit အတွင်း တပ်ဆင်သုံးစွဲမည့် device များသည် semi enclosed fuse များ၊ HBC ဖြူစ်များ၊ သို့မဟုတ် miniature circuit breaker များလည်း ဖြစ်နိုင်ပါသည်။ ယင်းနှင့်သက်ဆိုင်သော ကောင်းကျိုး၊ ဆိုးပြစ် များ အား အခန်း (၂) တွင် ဆွေးနွေးထားကာ overload current များကို protect လုပ်လိုသော ပိုမိုကြီးမားသော ကေဘယ်များ အသုံးပြုသော circuit များတွင် semi-enclosed ဖြူစ်များ က အသုံးပြု၍ကောင်းမွန်သည်ကို လည်း ရှင်းပြထားပါသည်။

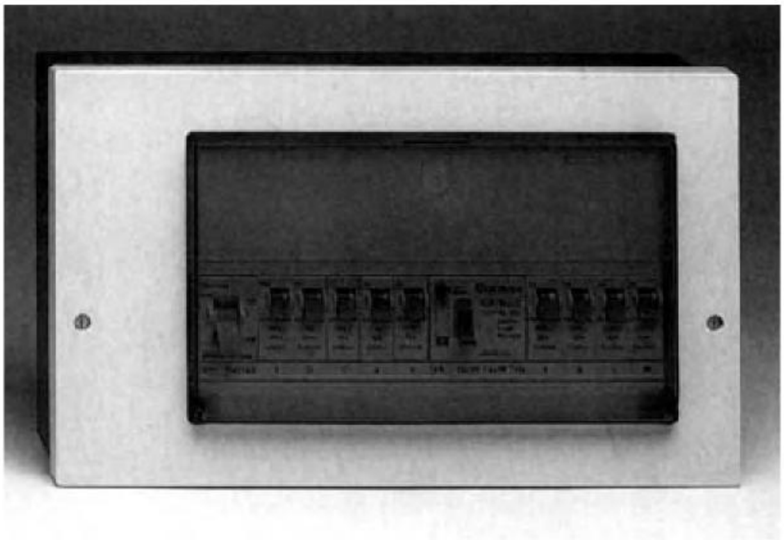
Consumer unit များတွင် ယင်း၏ အစိတ်အပိုင်း အနေဖြင့် residual circuit breaker ကိုလည်း တွဲဖက် အသုံးပြုကြပါသည်။ ယင်းအား unit အတွင်းရှိ သီးခြား လျှပ်စီးပတ်လမ်းများ အား ပေးနိုင်ရန်စီစဉ်နိုင်သကဲ့သို့ တစ်စိတ်တစ်ပိုင်းအတွက်လည်း လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးနိုင်ပါသည်။

အရှေ့ကပြောခဲ့ပြီးသော အချက်သည် အထူးသဖြင့် TT System တွင် အသုံးဝင်ကာ ယင်းသို့သော residual current protection သည် indirect contact ဖြစ်ခြင်းအား protect လုပ်ရန် သတ်မှတ်ထား သော regulation နှင့် ကိုက်ညီမှုဖြစ်စေပါသည်။ မဖြစ်မနေတပ်ဆင်သုံးစွဲရမည်ဟု မဆိုထားသော အခြေအနေတွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား residual current protection ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ခြင်းဖြင့် မည်သည့် အကျိုးရလဒ်ကိုမျှ မဖြစ်စေပါ။ လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုလုပ်ငန်းအတွက် ဒီဇိုင်းတွင် တိကျမှန်ကန်သည့် လျှပ်စီးဖြတ်တောက်မည့်အချိန်ကို ရရှိနိုင်ကာ ပုံမှန်သုံးလေ့သုံးထရှိသည့် overcurrent protection ဖြင့်ပင် လုံလောက်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် residual current device တစ်ခုသည် ပြင်ပနေရာတွင် အသုံးပြုမည့် ပစ္စည်းအတွက် socket များတွင်တပ်ဆင်သုံးစွဲရန် လိုအပ်ပါသည်။



ပုံ ၄.၆ moulded case circuit breaker (MCCB) တစ်လုံး၏ cut-away မြင်ကွင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်းတွင် bimetallic နှင့် magnetic trip mechanism များပါရှိကာ overload သို့မဟုတ် short circuit အခြေအနေများတွင် contact များအား open လုပ်နိုင်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ operating toggle တွင် position သုံးခုပါဝင်ကာ ပုံတွင် breaker tripped ဖြစ်နေသော အခြေအနေကိုဖော်ပြနေပါသည်။ undervoltage release များ သို့မဟုတ် control interlock များ အစရှိသည့် auxiliary component များကိုလည်း အတိုင်းအတာတစ်ခုအထိ တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။ ထိုကဲ့သို့သော MCCB များအား breaking capacity 150kA အထိ ရရှိနိုင်ပါသည်။ (Merlin Gerin Ltd)

အကယ်၍ consumer unit အတွင်း residual current device တစ်ခုတည်းအား လျှပ်စီးပတ်လမ်းအားလုံးအတွက် တပ်ဆင်ပါက လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုတွင် fault ဖြစ်ပါက ယင်းသည် residual current circuit breaker ကို trip ဖြစ်စေခြင်းကြောင့် လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုတစ်ခုလုံး သည် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပြတ်တောက်သွားပေမည်။ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသူများအား ထိုကဲ့သို့သော အခြေအနေများမှရှောင်ရှားနိုင်ရန် အမှန်တစ်ကယ် တပ်ဆင်သုံးစွဲရန်လိုအပ်သော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင်သာ residual current protection ကို ထည့်သွင်းတပ်ဆင်သင့်ပါသည်။

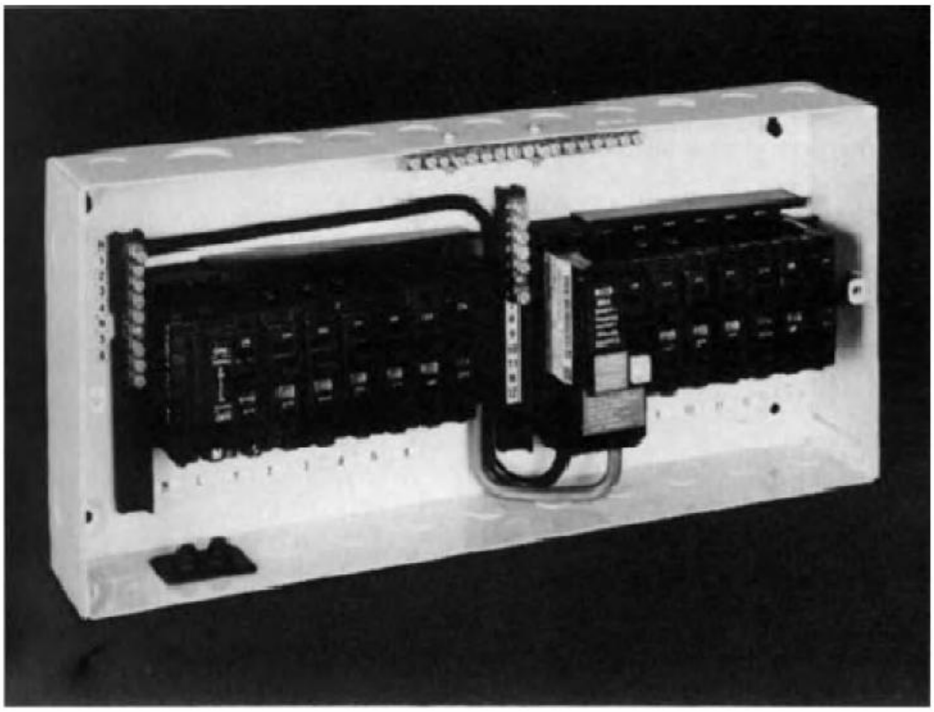


ပုံ ၄.၇ MCB နှင့် RCCD protection တို့ပါရှိသော အိမ်သုံး 9-way consumer unit (Crabtree Electrical Industries Ltd)

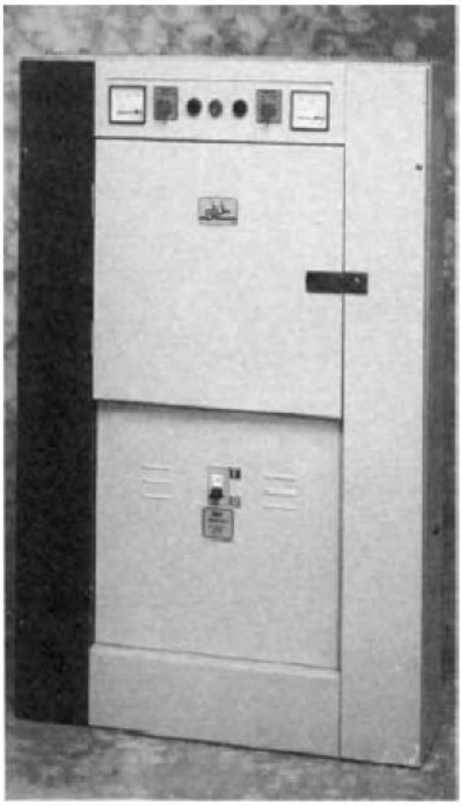
ပုံ ၄.၈ miniature circuit breaker protection နှင့် residual current circuit breaker တို့ပါဝင်သော seven-way metalclad consumer unit (MEM Ltd)

ပုံ ၄.၉ circuit breaker များနှင့် main residual current circuit breaker တို့ပါဝင်သော consumer unit တစ်ခု

(MK Ltd)

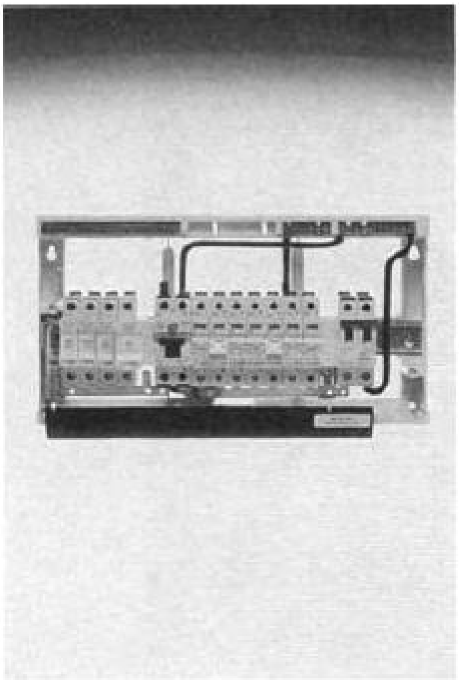


ပုံ ၄.၁၀ 100A main switch နှင့် twelve ways မှ ခြောက်ခုအား 30mA residual circuit breaker များဖြင့် အသုံးပြုထားသည့် အရှေ့ဖက် မျက်နှာစာအား တပ်ဆင်ထားခြင်းမရှိသော Twelve-way consumer unit (Square D Ltd)



ပုံ ၄.၁၁ MCCB Panellboard များတွင် 800A rating အထိအား outgoing MCCB ၁၈ ခုအထိ တပ်ဆင်လျှက်

ရရှိနိုင်ပါသည်။ ဖော်ပြပါပုံတွင် metering pack ကို အထက်ဖက်တွင် မြင်တွေ့နိုင်ပါသည်။ (Bill Switchgear Ltd)

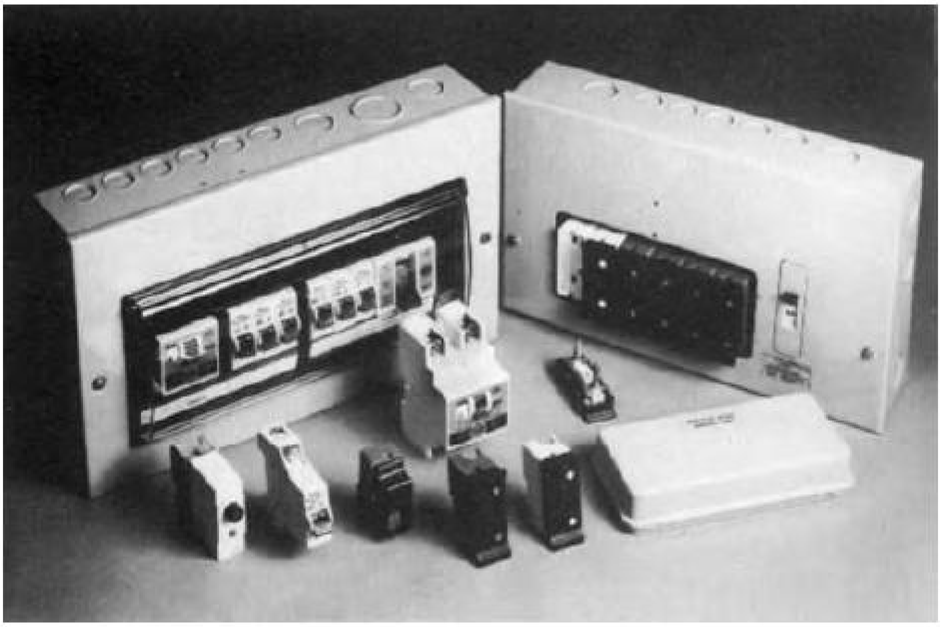


ပုံ ၄.၁၂ Main Switch, MCB များ၊ residual current device နှင့် fuse corners များ ပါဝင်သည့် အဖုံးဖွင့်ထားသော

domestic comsumer unit (MEM Ltd)

စက်ရုံ အလုပ်ရုံများ Installation အတွက် Main switchgear

စက်မှုလုပ်ငန်းများ နှင့် အခြား အလားတူလုပ်ငန်းများဥပမာအား ဖြင့် စီးပွားရေးနှင့် သက်ဆိုင်သော အဆောက်အဦးများ၊ ဆေးရုံများ နှင့် ကျောင်းများ ၏ လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုတွင် အသုံးပြုရန် main switchgear အား ဒီဇိုင်းထုတ်ရာတွင် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲမှုအမြင့်မားဆုံးအချိန်တွင် ရှိနိုင်သော အမြင့်ဆုံးလျှပ်စီးပမာဏ ပေါ်မူတည်ကာ ဒီဇိုင်းထုတ်ကြကာ အချို့ထူးခြားသော အခြေအနေများ (ဘုရားရှိခိုးကျောင်းများ) တွင် တပ်ဆင် ဝန်အား၏ ၁၀၀% အတွက် အသုံးပြုနိုင်ရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ကြပါသည်။ ယင်းကဲ့သို့သော လျှပ်စစ်လုပ်ငန်း တပ်ဆင်မှုအတွက် main switchgear ကိုရွေးချယ်ရာတွင် တပ်ဆင်ထားသော ဝန်အားအတွက် လုံလုံလောက် လောက် လျှပ်စီးသယ်ဆောင်နိုင်ရမည်ဖြစ်သကဲ့သို့ အနာဂတ်တွင် တိုးချဲ့တပ်ဆင်မည့် ဝန်အားများ အတွက်လည်း လျှပ်စီးပမာဏကို ခန့်မှန်း တိုးမြင့်ထားရပါမည်။

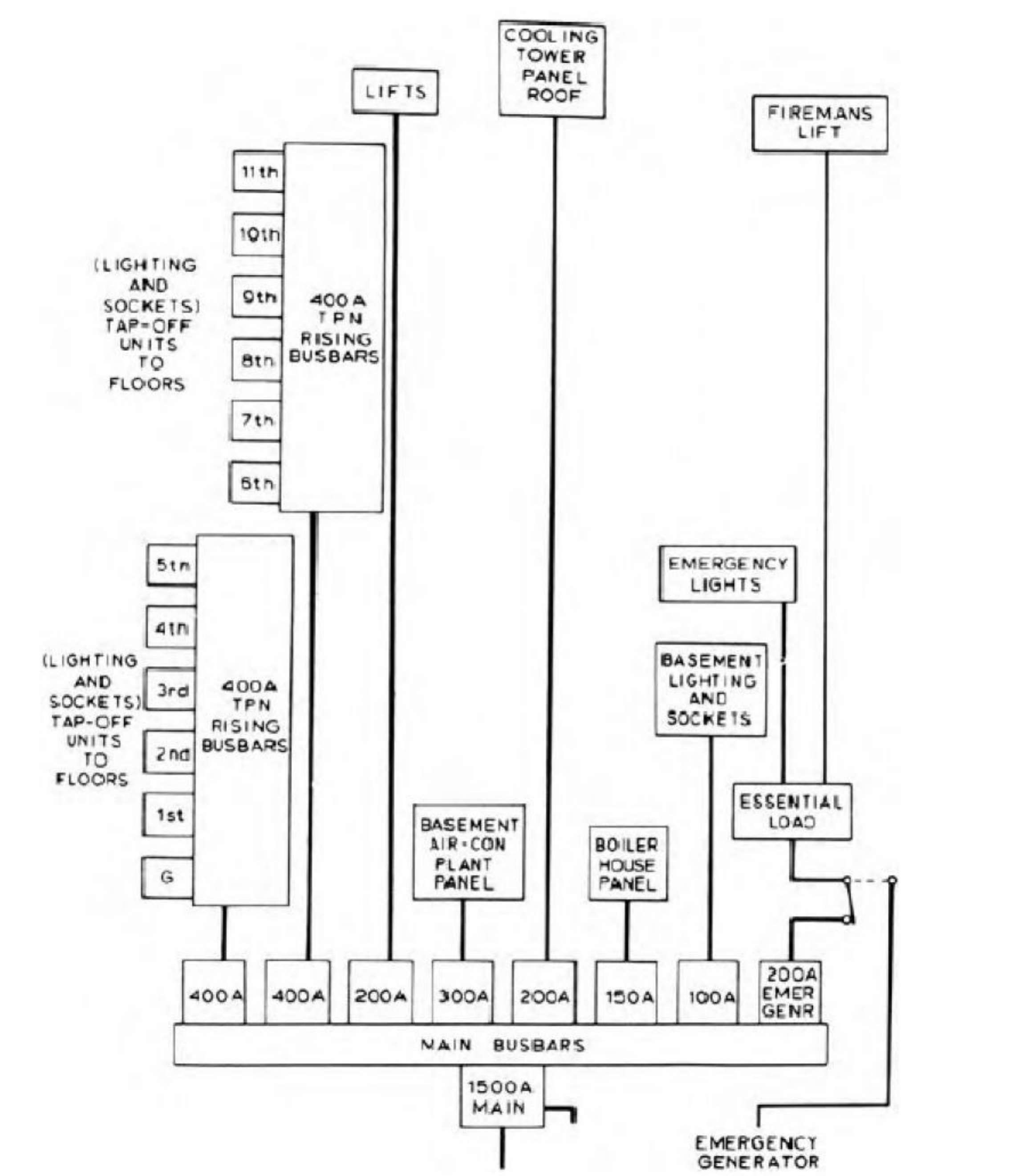


ပုံ ၄.၁၃ six-way consumer unit နှစ်ခုအား နှိုင်းယှဉ်ပြထားပြီး၊ တပ်ဆင်နိုင်သော protective device များအားလည်းပြသထားပါသည်။ consumer unit ၏ လက်ဝဲဖက်ခြမ်းတွင် miniature circuit breaker နှင့် residual current protection တို့ပါရှိကာ လက်ယာဖက်တွင်မူ semi-enclosed fuse များ တပ်ဆင်ထားပါသည်။ (George H. Scholes PLC)

ကြီးမားသော စက်မှုလုပ်ငန်းများနှင့် စီးပွားရေးလုပ်ငန်းများတွင် Installation လုပ်ခြင်း

ဂန်အား သည် ၂၀၀ ကေဗွီအေ ထက်ကျော်လွန်ပါက တစ်လုံးသို့မဟုတ် တစ်လုံးထက်ပိုသော ဗို့အားမြင့် ထရန်စဖော်မာများကို လျှပ်စစ်ဓါတ်အား အသုံးပြုလိုသူ၏ အဂန်းအဝိုင်းအတွင်း အမြဲလိုလို တပ်ဆင်ရန်လိုအပ်ပါသည်။ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးသူသည် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားခွဲရုံပြုလုပ်ရန် အတွက် နေရာ မည်မျှလိုအပ်ကာ မည်သို့ထားသိုတပ်ဆင်မည်ဆိုသည်ကို လုပ်ငန်းများ မစတင်မီ အစောကတည်းကပင် ကြိုတင်ဆွေးနွေးသင့်ပါသည်။ ယင်း လျှပ်စစ်ဓါတ်အားခွဲရုံအား ဂန်အား အမြင့်မားဆုံအသုံးပြုလိုသည့်နေရာနှင့် အနီးဆုံးတွင် ထားရှိခြင်းဖြင့် တန်ဘိုကြီးမားသော low voltage cable များအား ရှည်လျားစွာ သွယ်တန်းရခြင်းမှ ရှောင်ရှားနိုင်ပေမည်။

အကယ်၍ လျှပ်စီးပမာဏမြင့်မားစွာ အား ပေးကွာသော နေရာသို့ သယ်ဆောင်ရမည်ဆိုပါကလည်း ဗိုအား အလွန်ဆုံးရှုံးခြင်းမှ တားဆီးနိုင်စေရန် ကေဘယ်အရွယ်အစားကို ကြီးမားပေးရပါမည်။ ယင်းကြောင့် ကေဘယ် အတွက် ကုန်ကျစရိတ်ကိုတိုးစေသည်သာမက ကေဘယ်၏ power losses အတွက်လည်း လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသူမှ ကျခံပေးရပေမည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားခွဲရုံအား စက်ရုံအလုပ်ရုံ၏ အလယ်လောက်တွင် ထားရှိနိုင်စေရန် အကြံပြုလိုပါသည်။ “Package” တစ်ခုပမာ တပ်ဆင်ထားသော လျှပ်စစ်ဓါတ်အားခွဲရုံများအား ရရှိနိုင်နေပြီး ယင်းတို့အတွက် နေရာ အနည်းငယ်သာ လိုအပ်ပါသည်။ အကယ်၍ နေရာအခက်အခဲအလွန်ရှိပါက လုံလောက်သော နေရာ၊ အဂင်အထွက်နှင့် လုပ်ကိုင်ရလွယ်ကူသော အမြင့်ပိုင်းနေရာ တွင် တပ်ဆင်သင့်ပါသည်။



ပုံ ၄.၁၄ စံပြု အထပ်များစွာပါဝင်သော စီးပွားရေးနှင့် သက်ဆိုင်သော အဆောက်အဦးအတွက် distribution diagram။ လိုအပ်ပါက အထပ်တစ်ခုစီတွင် meter များ တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။

လုပ်ငန်းပမာဏ ကြီးမားသော လျှပ်စစ်လုပ်ငန်းတပ်ဆင်မှုများတွင် Low voltage switchboards များ တပ်ဆင်ရာ၌ supply ကို အနီးအနားတွင်ရှိသော high voltage transformer မှသွယ်တန်းရယူမည်ဆိုပါလျှင် ယင်း switchboard သို့မဟုတ် ယင်း၏အနီးတွင် short circuit ဖြစ်ချိန်တွင် စီးဆင်းလာနိုင်ခြေရှိသော fault current အား ထည့်သွင်းစဉ်းစား ထားပေးရပါမည်။ ဥပမာအားဖြင့် ၁ဂဂဂကေဗွီအေ၊ ၁၁ကေဗွီ/ ၄၁၅ဗို့ 3 phase transformer တွင် reactance သည် ၅% မျှရှိရာ switchboard ရှိ short-circuit power သည် ၂ဂ အမ်ဗွီအေမျှ ရှိပေမည်။

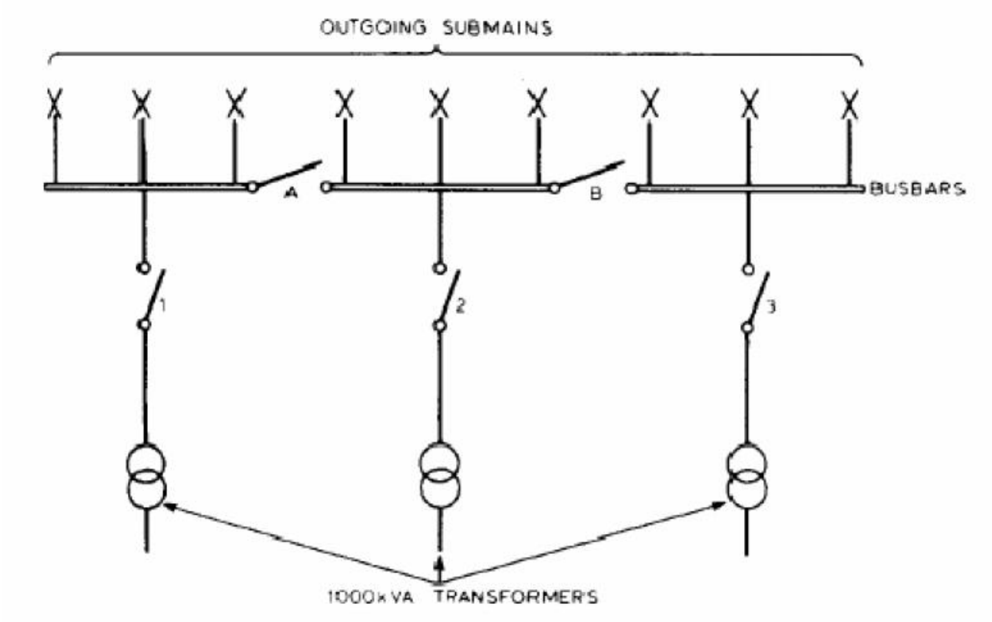
ကေဘယ်၏ impedance တိုးလာသည်နှင့်အမျှ short circuit current ဖြစ်လာနိုင်ချေလည်း နည်းသွားမည်ဖြစ်ကာ ထိုသို့ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ယင်းကေဘယ်များသည် လိုအပ်သည်ထက် ပိုမိုမကြီးသင့်ပေ။ low voltage switchboard များအား ဒီဇိုင်းထုတ်ရာတွင် ၃၂ အမ်ပီအေ အထိရှိသော fault များအား clear လုပ်နိုင်ရန်အထိ ဒီဇိုင်းထုတ်ထားလေ့ရှိရာ ၁၀၀၀ကေဗွီအေ ထရန်စဖော်မာတွင် ဖြစ်လာနိုင်ချေရှိသော မည်သည့် short circuit current ကိုမဆိုအား clear လုပ်နိုင်ပေမည်။

ပုံ ၄.၁၅ စီးပွားရေးလုပ်ငန်းများနှင့်သက်ဆိုင်သော နေရာများတွင်သုံးစွဲသော switchboard တစ်ခု။ ယင်း board တွင် outgoing switch ၁၂ခု ပါရှိသကဲ့သို့ main Air Circuit Breaker များလည်းပါရှိပါသည်။ (Pandelco Ltd)

အကယ်၍ ၁၀၀၀ ကေဗွီအေ ထရန်စဖော်မာ ၂လုံးအား အပြိုင်ချိတ်ဆက်မည်ဆိုပါက ဖြစ်လာနိုင်ချေရှိသော fault current သည် ၄၀ အမ်ပီအေထက်ကျော်လွန်သွားပေမည်။ ထိုသို့ကျော်လွန်သွားသည့်အတွက် standard switchboard များ၏ rupturing capacity ထက်ကျော်လွန်သည့်အတွက် ပိုမိုတန်ဘိုးကြီးသော switchboard ကိုတပ်ဆင်ခြင်း သို့မဟုတ် အထူးထုတ်လုပ်ထားသော reactance မြင့်မားသည့် ထရန်စဖော်မာများကိုတပ်ဆင်သင့်ပါသည်။ စုစုပေါင်း ထရန်စဖော်မာ တပ်ဆင်မှု ၁၅၀၀ ကေဗွီအေ ထက်ကျော်လွန်ပါက fault rating ၃၂ အမ်ပီအေရှိသော standard medium voltage switchboard တွင် အမြဲလိုလိုတပ်ဆင်လေ့မရှိပေ။

တပ်ဆင်ထားမည့် ထရန်စဖော်မာ တို့၏ စုစုပေါင်း rating သည် မြင့်မားပါက low voltage switchboard အား နှစ်ခု သို့မဟုတ် နှစ်ခုထက်ပိုသော အစိတ်အပိုင်းများ အဖြစ်ခွဲထုတ်ပေးရမည်ဖြစ်ကာ အပိုင်းတစ်ခုစီအားလည်း ၁၅၀၀ ကေဗွီအေထက်မကျော်သော ထရန်စဖော်မာမှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို ပေးရပေမည်။

Interlock လုပ်နိုင်သော bus section swtch များကို တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြင့် ထရန်စဖော်မာတစ်လုံး ချို့ယွင်းမှုဖြစ်ပေါ်ချိန်တွင် အခြား သင့်တော်ရာ ထရန်စဖော်မာ တစ်လုံးမှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ကို တစ်ခု သို့မဟုတ် တစ်ခုထက်ပိုသော switchboard အပိုင်းများ ဆီသို့ ဆက်သွယ်ကာ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးနိုင်ခြင်း သို့မဟုတ် ထိုသို့သော အခြေအနေတွင် switchboard အပိုင်းနှစ်ခုရှိဝန်အားသည် ထရန်စဖော်မာ တစ်လုံးတည်းမှပေးနိုင်သော စွမ်းအားပမာဏ အတွင်းရှိနေစေရပါမည်။ ပုံ ၄.၁၆ တွင် အထက်တွင်ဖော်ပြခဲ့သော အစီအစဉ်မျိုးကို ပြထားပါသည်။ အမြဲသတိပြုထားရမည်မှာ အသုံးပြုမည့် နောက်ဆုံးလက်ကျန် ထရန်စဖော်မာသည် အသုံးပြုလိုသော ဝန်အားကို ခံနိုင်ရည်ရှိရမည်ဖြစ်ကာ ထိုသို့ မဟုတ်ပါက overload ဖြစ်သွားပေမည်။ ထို့ကြောင့် မလိုအပ်သော ဝန်အားများကို bus section switch အား closing မလုပ်မီကတည်းကပင် switch off လုပ်ထားရပေမည်။



ပုံ ၄.၁၆ low-voltage switchboard တွင်တပ်ဆင်ထားသော bus-section switch များ (Single Line Diagram)။ 1, 2 နှင့် 3 တို့သည် main switch များဖြစ်ကာ A နှင့် B တို့သည် bus-section switch များဖြစ်ကြပါသည်။ bus-section switch များသည် normally open ဖြစ်ကြကာ ယင်းတို့သည် main switch များဖြစ်ကြသော 1, 2 နှင့် 3 တို့နှင့် interlocked ဖြစ်နေကြပါသည်။ A သည် 1 သို့မဟုတ် 2 တို့ Off ဖြစ်နေစဉ်တွင်သာ close လုပ်နိုင်ပါသည်။ B သည် 2 သို့မဟုတ် 3 တို့ Off ဖြစ်နေစဉ်တွင်သာ close လုပ်နိုင်ပါသည်။ ထိုသို့ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြင့် transformer တစ်လုံးသည် လိုအပ်ပါက low voltage switchboard အပိုင်းနှစ်ခုမှ load သာ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။

Open-type switchboards open-type switchboard တစ်ခုဆိုသည်မှာ လျှပ်စီးသယ်ဆောင်မည့်အစိတ်အပိုင်းများအား switchboard ၏ အရှေ့ဘက်မျက်နှာစာတွင် ထားရှိသော switchboard မျိုးဖြစ်ပါသည်။ ယခုအချိန်တွင် ယင်းကဲ့သို့သော switchboard များအား အသုံးပြုမှုနည်းပါးသွားပြီဖြစ်ကာ ရှိခဲ့ပါကလည်း လက်ကိုင်တန်း သို့မဟုတ် အတား အဆီး ကို တပ်ဆင်ထားခြင်း ဖြင့် exposed conductive part များအား မထင်မှတ်၍ဖြစ်စေ၊ မတော်တဆဖြစ်စေ ထိမိစေခြင်းမှ ကာကွယ်ပေးနိုင်ပါသည်။ ယင်းတို့အား special switchroom သို့မဟုတ် enclosure အတွင်း ထားရှိကာ ယင်း switchboard များအား အတွေ့အကြုံရှိသော တာဝန်ရှိသူမှသာ ဝင်ရောက်လုပ်ကိုင်စေပါမည်။

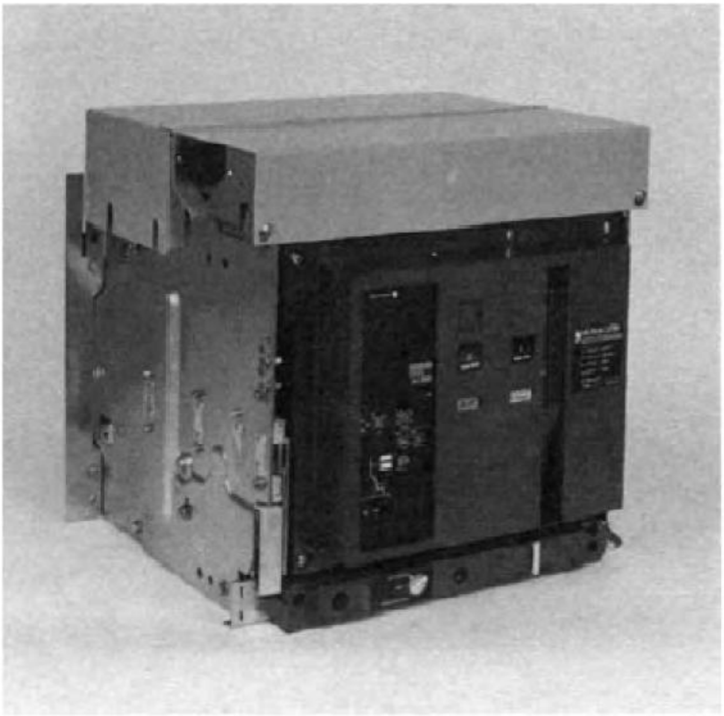
Protected-type switchboards protected type switchboard (ပုံ ၄.၁၇) တွင် conductor များအား metal သို့မဟုတ် အခြားသော enclosure များအတွင်းတွင် ထားရှိပါသည်။ ယင်းတွင် metal cubicle panel သို့မဟုတ် iron frame ပါရှိကာ metal clad switchgear ကို တပ်ဆင်ထားသည်။ ယင်းတွင် main switch တစ်ခု၊ busbar များနှင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားဖြန့်ဝေပေးမည့် circuit များအား control လုပ်ရန် ဖြူစ်များ သို့မဟုတ် circuit breaker များ ပါဝင်ကြပါသည်။ Circuit များနှင့် conductor များအား switchboard အတွင်း ပုံမှန်အားဖြင့် ခွဲထားလေ့ရှိကာ ယင်းကဲ့သို့ အဆင့်လိုက်ခွဲခြားခြင်းများကို အသုံးပြုကြပေလိမ့်မည်။
Electricity at Work Regulation 15 တွင် open type နှင့် protected type switchboard များအတွက် အသုံးပြုနိုင်သော တူညီသော အခြား လိုအပ်ချက်များကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ယင်းတွင် switchboard များ၏ အရှေ့ဘက်နှင့် အနောက်ဘက်ခြမ်းတို့အတွက် တိကျသော နေရာအကျယ်အဝန်းလိုအပ်ချက်နှင့် သက်ဆိုင်သည်တို့ကို ဖော်ပြထားကာ ကြမ်းခင်းပေါ်တွင်လည်းအတားအဆီးများ ကင်းစင်ရမည်ဖြစ်ပြီး၊ ကိုင်တွင်လုပ်ကိုင်မည့် အစိတ်အပိုင်းအားလုံးတို့အား အလွယ်တကူလုပ်ကိုင်နိုင်ရမည်ဖြစ်သည်။ system တစ်ခုချင်းစီအား လည်း ခွဲထုတ်ရန်လွယ်ကူသကဲ့သို့ conductor များအား ကောက်ကြောင်းလိုက်မည်ဆိုပါကလည်း လွယ်ကူနေစေရမည်ဖြစ်ပါသည်။ bare conductor အားလုံးတို့အားလည်း အကာအကွယ်ဖြင့်ထားရှိခြင်းဖြင့် ရုတ်တရက် short circuit ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်တားဆီးပေးနိုင်ပါသည်။

ပုံ ၄.၁၇ incoming နှင့် outgoing cabling အတွက် သီးခြား lock လုပ်နိုင်သည့် compartment များပါဝင်သော protected switchboard တစ်ခု။ ယင်းအား panel ၏ အရှေ့ဘက်ခြမ်းမှ access လုပ်နိုင်သော်လည်း အနောက်ဖက်ခြမ်းတွင် နေရာချန်ထားခြင်းဖြင့် maintenance လုပ်ငန်းများအား လိုအပ်သလိုလုပ်ကိုင်နိုင်ပါသည်။ (Pandelco Ltd)

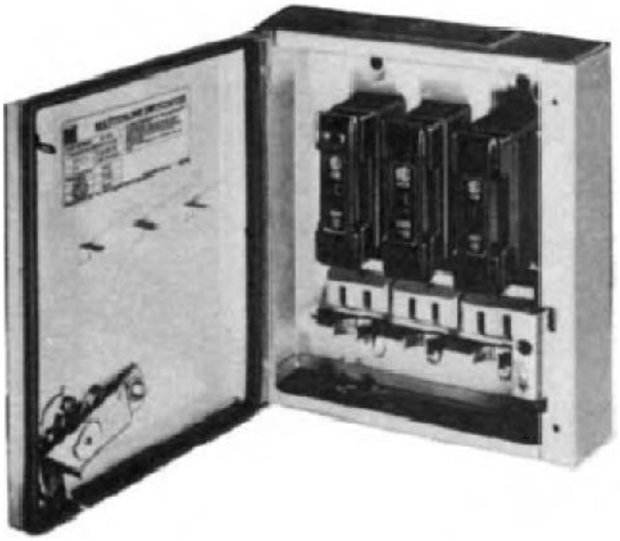
Busbar chambers busbar chamber များသည် နှစ်ခု သို့မဟုတ် ယင်းထက်ပိုသော circuit များ ကို IEE Regulation 131-14-01 (ပုံ ၄.၂၁) နှင့် လိုက်လျောညီထွေမှုရှိစေပြီး switch တစ်ခု၊ circuit breaker ၊ link များ သို့မဟုတ် ဖြူစ်များ အားအသုံးပြုကာ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား supply အား ဖြတ်တောက်ပေးပါသည်။

Earthed neutrals IEE Regulation 131-13-02 နှင့် Electricity at Work Regulations 1989, Regulation 9 တို့နှင့် ကိုက်ညီစေရန် မြေချထားသော neutral conductor တွင် ဖြူစ်၊ သို့မဟုတ် link လုပ်ထားသည့် circuit breaker မဟုတ်သော circuit breaker တို့အား တပ်ဆင်ထားလေ့မရှိပေ။ မြေချထားသော neutral conductor တစ်ခုတွင် တပ်ဆင်ထားသော link circuit breaker အား ယင်းနှင့် ဆက်သွယ်ထားသည့် phase

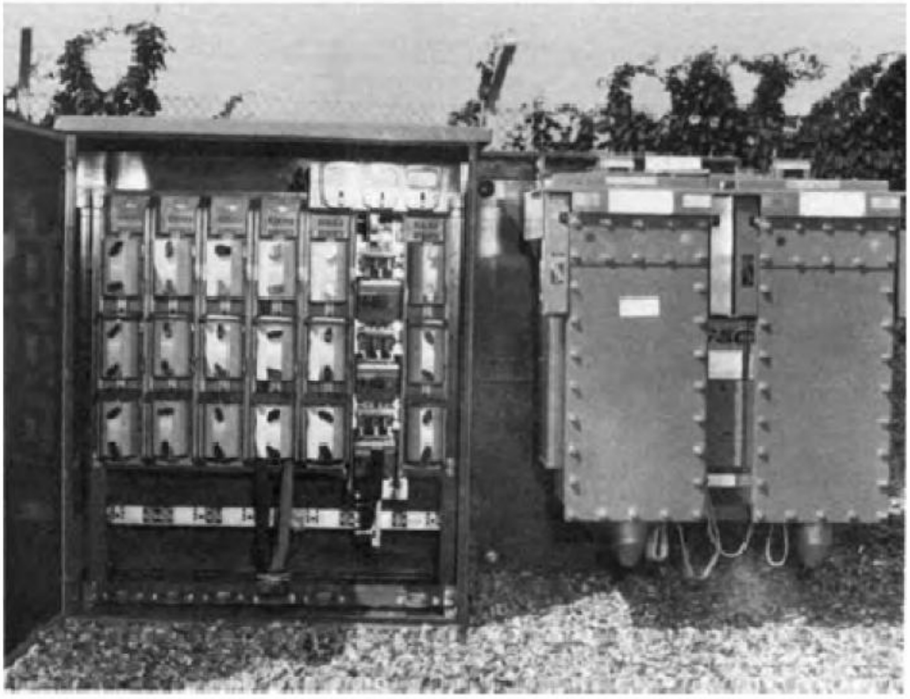
conductor များအား break လုပ်နိုင်စေရန် စီစဉ်ထားရပေမည်။ ယင်း regulation များသည် PME supply များအားလည်း အကျိုးသက်ရောက်မှုရှိစေကာ အထက်ပါ rule များအား ဝါယာကြိုး ၂ ပင်တည်းသာ အသုံးပြုသည့် final circuit များ အပါအဝင် လျှပ်စစ် တပ်ဆင်မှုလုပ်ငန်းစဉ် တလျှောက် အသုံးချနိုင်ပေသည်။ neutral သို့မဟုတ် common return wire တွင် ဖြုတ်မတပ်ဆင်ခြင်းမပြုဘဲ၊ neutral တွင် bolted solid link ထားရှိခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် system တစ်ခုလုံးအား လျှပ်စစ် supply မှ လုံးဝ ဖြတ်တောက်ပေးနိုင်သည့် link switch ၏ အစိတ်အပိုင်းအဖြစ် ထားရှိသင့်ပါသည်။ link switch ထားရှိခြင်းအားဖြင့် phase များ break မဖြစ်မီကပင် neutral သည် make လုပ်ပြီးဖြစ်နေစေရန် စီစဉ်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

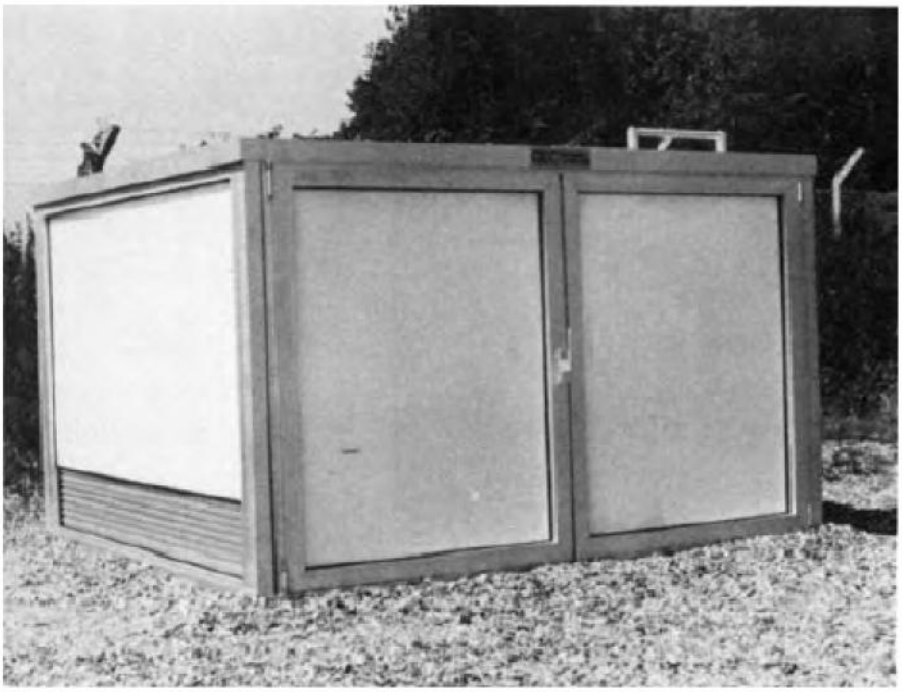


ပုံ ၄.၁၈ data communication နှင့် inter-tripping အစရှိသော ရွေးချယ်စရာ အချက်အလက်များစွာပါဝင်သည့် electronic control unit ပါဝင်သော heavy current air circuit breaker (Merlin Gerin Ltd)

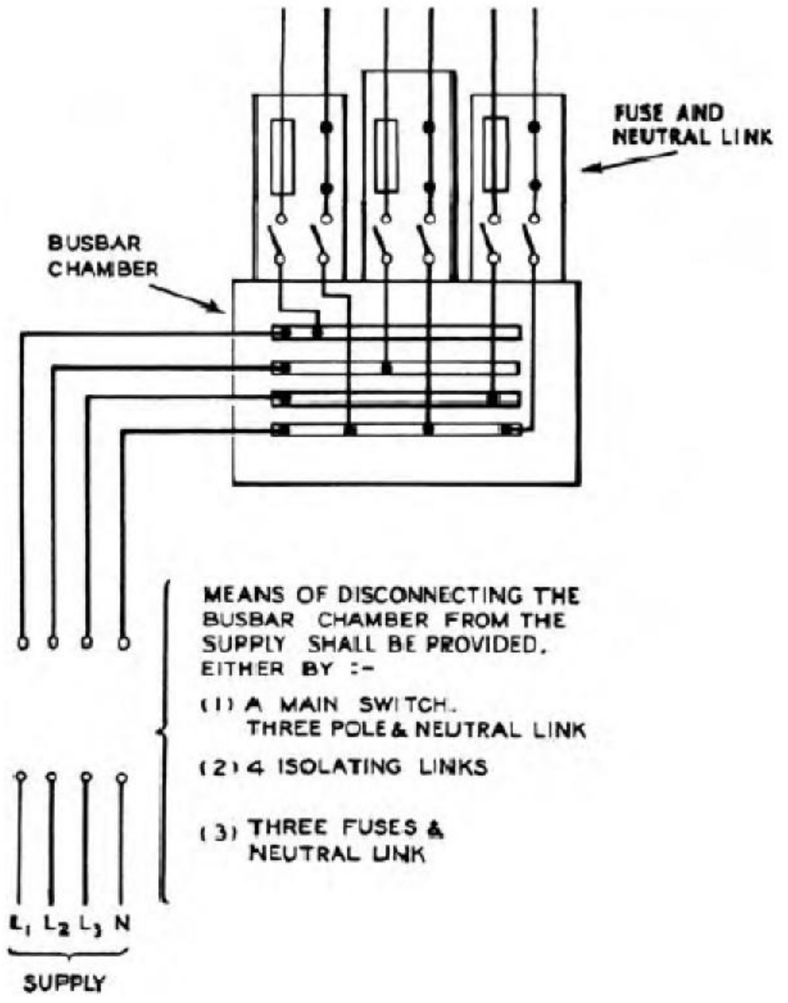


ပုံ ၄.၁၉ fuse အိမ်တွင် HRC fuse များ တပ်ဆင်ထားသော triple-pole switch (Bill Switchgear Ltd)





ပုံ ၄.၂၈ site တွင် installation လုပ်ရာတွင် တပ်ဆင်လုပ်ကိုင်ရမြန်ဆန်စေသော sub-station package များအား ရရှိနိုင်ပါသည်။ wiring လုပ်ရန် အသင့်ဖြစ်နေသော 1000kVA, 11kV မှ 433V sub-station အား အထက်တွင်ပြသထားပါသည်။ အောက်ဖက်မှ ပုံတွင်မူ တပ်ဆင်ထားသော cladding ကိုပြသထားပါသည်။ (GEC Transformer Ltd)



ပုံ ၄.၂၁ busbar chamber အတွက် isolation။ Busbar chamber တို့တွင် supply အား disconnection လုပ်ရန် means တစ်ခု ရှိရပေမည်။

Distribution Boards

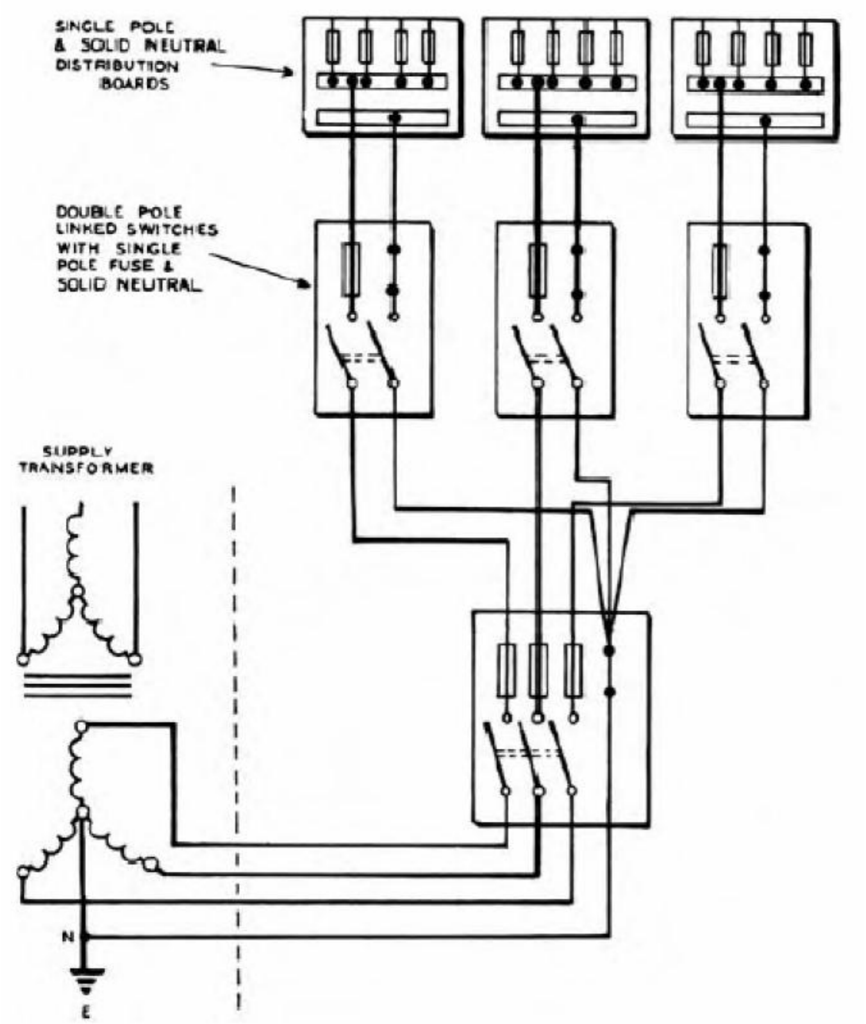
Distribution board တစ်ခုဆိုသည်မှာ ယင်းတွင် တစ်ခု သို့မဟုတ် ယင်းထက်ပိုသော protective device များ ပါရှိကာ overcurrent ဖြစ်ခြင်းကို တားဆီးပေးပြီး၊ circuit များသို့ လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ဖြန့်ဖြူးခြင်းအား ကောင်းမွန်စေပါသည်။ distribution board အရွယ်အစားများစွာ ကိုရွေးချယ်နိုင်ကာ ယင်းတို့တွင် ဂါယာသွယ်တန်းရန် နေရာများစွာပါရှိပြီး၊ ယင်းနှင့်ဆက်သွယ်မည့် cable များ တပ်ဆင်ရန်အတွက် တိတိကျကျသတ်မှတ်ထားသော terminal များ ပါရှိပါသည်။

ကေဘယ်တစ်ခုကို install လုပ်ရာတွင် ဗို့အား ဆုံးရှုံးခြင်းအား ကန့်သတ်နိုင်ရန် အမှတ်တကယ်လိုအပ်သော အရွယ်အစားထက် ပိုကြီးသော အရွယ်အစားကို မကြာခဏ ဆိုသလို install လုပ်ကြပါသည်။ ထိုသို့သော အခြေအနေတွင် main terminal များ သည် ယင်းကဲ့သို့သော ကြီးမားသော ကေဘယ်များအား ထည့်သွင်းတပ်ဆင်

ရန်လုံလောက်သော အရွယ်အစားတွင် မရှိကြပါ။ ထို့ကြောင့် distribution board များအား ရွေးချယ်ရာတွင် ပိုမိုကြီးသော ကေဘယ်များ တပ်ဆင်နိုင်ရန် လုံလောက်သော main terminal အရွယ်အစား ရှိသော distribution board များ ကို ရွေးချယ်သင့်ပါသည်။

Distribution boards အမျိုးအစားများ

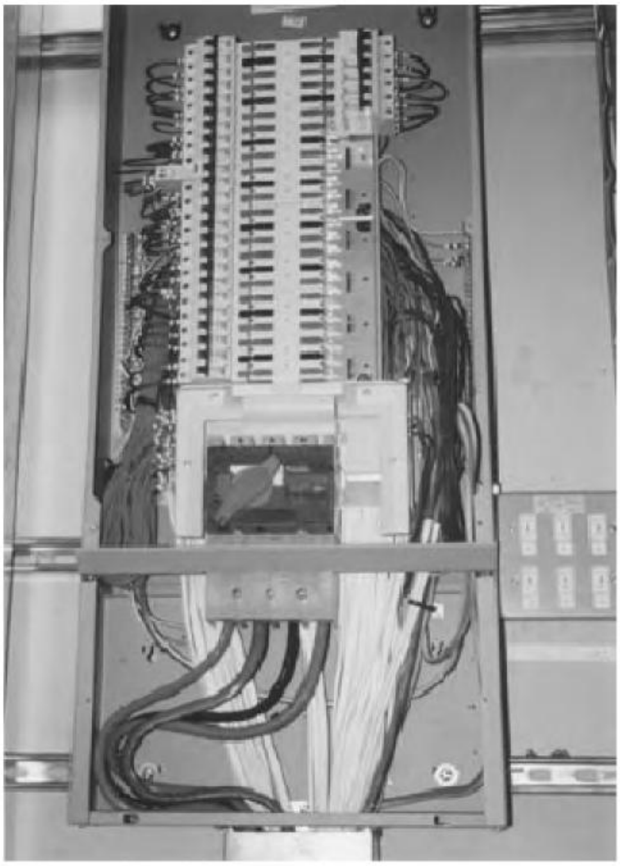
Distribution board သုံးမျိုးရှိပါသည်။ (၁) rewirable fuselink များတပ်ဆင်ပြီးသော၊ (၂) HBC fuselink များ တပ်ဆင်ပြီးဖြစ်သော၊ (၃) circuit breaker များ တပ်ဆင်ပြီးဖြစ်သော distribution board များဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၄.၂၂ Single-pole သာပါသော fuse။ earth လုပ်ထားသော neutral conductor တွင် switch သို့မဟုတ် circuit breaker သို့မဟုတ် fuse မပါရှိပေ။ earth လုပ်ထားသော neutral conductor တွင် link switch သို့မဟုတ် circuit breaker ကို တပ်ဆင်ထားပါက ယင်းနှင့် သက်ဆိုင်သော phase conductor များကိုလည်း တပြိုင်တည်း disconnect လုပ်နိုင်ရန် စီစဉ်ထားရပေမည်။ (IEE Regulations 131-13-02)

ရှင်းပြပြီးသကဲ့သို့ rewirable fuse များအား အသုံးမပြုရန် ကန့်ကွက်မှုများစွာတွင် လျှပ်စစ်တပ်ဆင်ခြင်းလုပ်ငန်း လုပ်ကိုင်နေစဉ်အချိန်တွင်ရွေးချယ်ထားသော fuselink အား ပိုမိုကြီးသော fuselink ဖြင့် အစားထိုးလဲလှယ်ခြင်း အတွက် အလွန်နည်းပါးသော အာမခံချက်သာရှိသော အကြောင်းလည်းပါဝင်သည်။ MCB များ သို့မဟုတ် HRC fuselink များ တပ်ဆင်ထားသည့် distribution boardများအား ရွေးချယ်သုံးစွဲရသည့် အကြောင်းများစွာလည်း ရှိပေသည်။ miniature circuit breaker များ တပ်ဆင်ထားသော distribution board များသည် အစဦးတပ်ဆင်စဉ် ကုန်ကျစရိတ်မြင့်မားသော်လည်း၊ ယင်းတို့အား သုံးစွဲရန် အားပေးညွှန်ကြားရခြင်းမှာ အထူးသဖြင့် ယင်းတို့တွင် earthleakage trip ကို တပ်ဆင်နိုင်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ miniature circuit breaker များသည် ၅ အမ်ပီယာမှ ၆၀ အမ်ပီယာအထိရရှိနိုင်ကာ ယင်းတို့အားလုံးသည်လည်း အရွယ်အစား တူညီကြခြင်းကြောင့် ယင်းတို့အား အလွယ်တကူ အပြောင်းအလဲလုပ်နိုင်ပေသည်။ (ယင်းတို့အား ပြောင်းလည်းတပ်ဆင်ရာတွင် ယင်းတို့ protect လုပ်ထားသော ကေဘယ်အတွက် မှန်ကန်သော rating အား သေချာစွာ မစစ်ဆေးဘဲ၊ မလဲလှယ်သင့်ပေ။)

Distribution board တိုင်းအား main switch fuse သို့မဟုတ် main distribution board တစ်ခုရှိ သီးခြား လမ်းကြောင်းတစ်ခုနှင့် တစ်ခုမဟုတ် တစ်ခု ဆက်သွယ်ထားရပေမည်။ final circuit တိုင်းသည် switch fuse တစ်ခု သို့မဟုတ် distribution board တစ်ခု၏ လမ်းကြောင်း တစ်ခုနှင့် တစ်ခုမဟုတ်တစ်ခု ဆက်သွယ်ထားရပေမည်။



ပုံ ၄.၂၃ supplies များအား distribution လုပ်ရန်စီစဉ်မှုပြုရာတွင် သက်သာလွယ်ကူစေသော MCB Distribution Board။ ယင်းတို့အား အရွယ်အစားအမျိုးမျိုး ရရှိနိုင်ကာ ပုံတွင် အဖုံးအားတပ်ဆင်မထားပဲ ပြသထားပါသည်။ (W.T Parker Ltd)

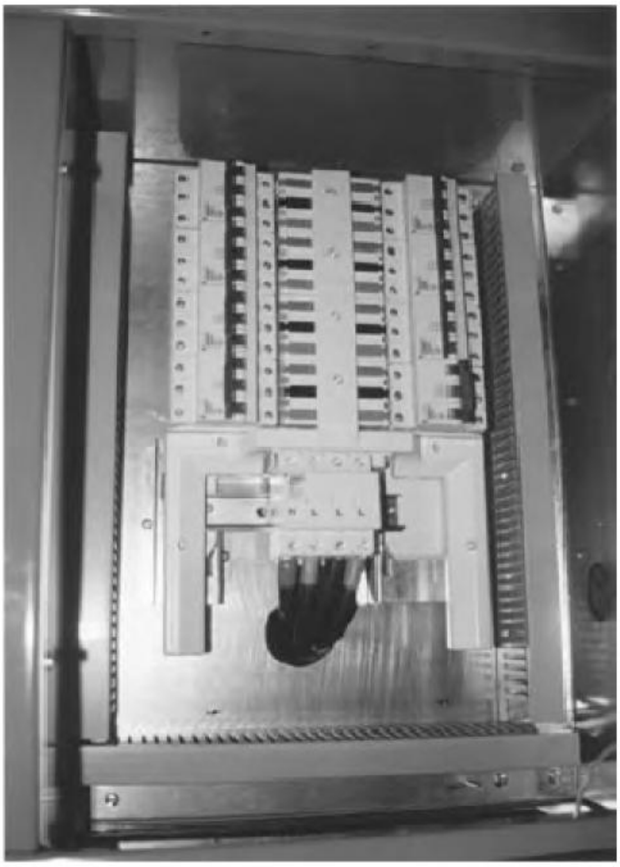
Positions of distribution boards

Distribution board များအား တပ်ဆင်ရန်အတွက် နေရာချထားသော နေရာသည် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသူတို့မှ အလွယ်တကူ control လုပ်နိုင်စေရန်ရည်ရွယ်ထားသော၊ ဝန်အား များ၏ ဗဟိုကျသော နေရာနှင့် နီးစေရပါမည်။ ယင်းသို့နေရာချခြင်းဖြင့် final circuit ကေဘယ်များသွယ်တန်းရန်အတွက် အလျားနှင့် ငွေကြေးကုန်ကျမှုအား နည်းပါစေသည်။ သို့သော် submain ကေဘယ်များ အတွက် ကုန်ကျစရိတ်နှင့်လည်း မျှမျှတတဖြစ်ရပါမည်။

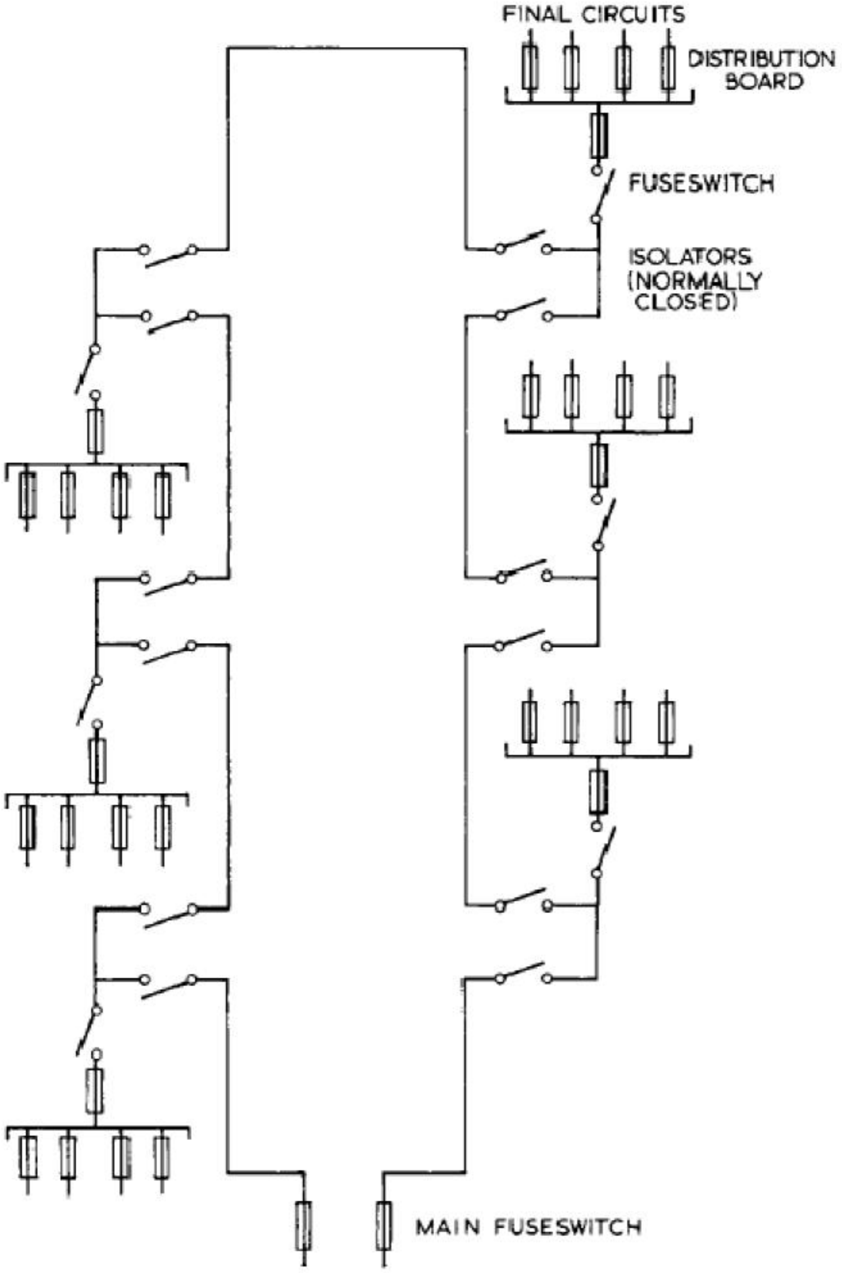
Distribution board များ တပ်ဆင်ရန် အကောင်းဆုံးသောနေရာ အတွက် အထောက်အကူပြုစေမည့် အခြားသော အချက်မှာ သင့်တော်သော နံရံ သို့မဟုတ် အမိုးပြုရန်နေရာ ရှိမှုဖြစ်ကာ circuit wiring များ သွယ်တန်းတပ်ဆင်ရာတွင်လည်း လွယ်ကူစေပြီး၊ fuselink များ အစားထိုးတပ်ဆင်ရာတွင်လည်း လွယ်ကူစေကာ စိုစွတ်မှုနှင့် အခြားသော မလိုလားအပ်သော အခြေအနေများမှ လွတ်ကင်းရပေမည်။ (အကယ်၍ distribution board အား စိုစွတ်သော အခြေအနေ သို့မဟုတ် ရာသီဥတုဒဏ်ခံရ နိုင်သော အခြေအနေများ ဖြစ်နိုင်သော နေရာတွင် တပ်ဆင်မည်ဆိုပါက weather proof အမျိုးအစား ဖြစ်ရပါမည်။

အကယ်၍ distribution board ကို နံရံအတွင်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်မည်ဆိုပါက ယင်းအား သစ်သားကဲ့သို့သော မီးလောင်လွယ်သော ပစ္စည်းများဖြင့် တည်ဆောက်ကြကာ၊ case အား metal သို့မဟုတ် အခြားသော မီးလောက်ရန် မလွယ်သော ပစ္စည်းများဖြင့် တည်ဆောက်ကြပါသည်။

ပုံ ၄.၂၄ MCB distribution board များအားတပ်ဆင်နေစဉ်။ incoming cable သည် cable tray အပေါ်မှ သွယ်တန်းကာ outgoing cable များထည့်သွင်းရန်အတွက် trunking ကို တပ်ဆင်ထားပါသည်။ MCB များအားတပ်ဆင်မှု မပြုရသေးပါ။ (William Steward& Co. Ltd)



ပုံ ၄.၂၅ MCB distribution board ပုံစံနောက်တစ်မျိုး။ ပုံရှိ board တွင် link လုပ်ထားသော 3-phase MCB ရှစ်ခုအား တပ်ဆင်ထားကာ သီးခြား compartment အတွင်းရှိ isolator တစ်ခုမှ 3-phas နှင့် neutral cable circuit breaker မှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို ရယူပါသည်။ (Pandelco Ltd)



ပုံ ၄.၂၆ distribution board ခြောက်ခုအား feeding ပေးရန် အတွက် စံပြု ring main တစ်ခု၏ single line diagram ကိုပြထားပါသည်။ ring အား feed လုပ်သော cable များသည် load ကို မျှဝေယူကြမည်ဖြစ်ခြင်းကြောင့် reduce ဖြစ်သွားပေမည်။ ယင်းသို့သော arrangement တွင် ring ၏ အခြားတစ်ဖက်အဆုံးပိုင်းတွင် fault တစ်ခုဖြစ်ပေါ်ခဲ့ပါက isolator တစ်ခုမှ ring ကို broken ဖြစ်စေနိုင်သောကြောင့် load ကို reduce လုပ်ပေးရပါမည်။

230 Vac ထက်ကျော်လွန်သော supply များ

၂၃၀ ဗို့ထက်ကျော်လွန်သော power supply မှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို ရယူကာ ၂၃၀ ဗို့အားထက်မကျော်သော circuit များသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးရန် အသုံးပြုသော distribution borard များတွင် lower voltage board နှစ်ခုရှိ terminal များ အကြား ရှိသည့် high voltage ကြောင့် accidental shock ဖြစ်ခြင်းအား တားဆီးနိုင်ရန် ကြိုတင်စီစဉ်မှု များ ပြုလုပ်ထားရပေမည်။

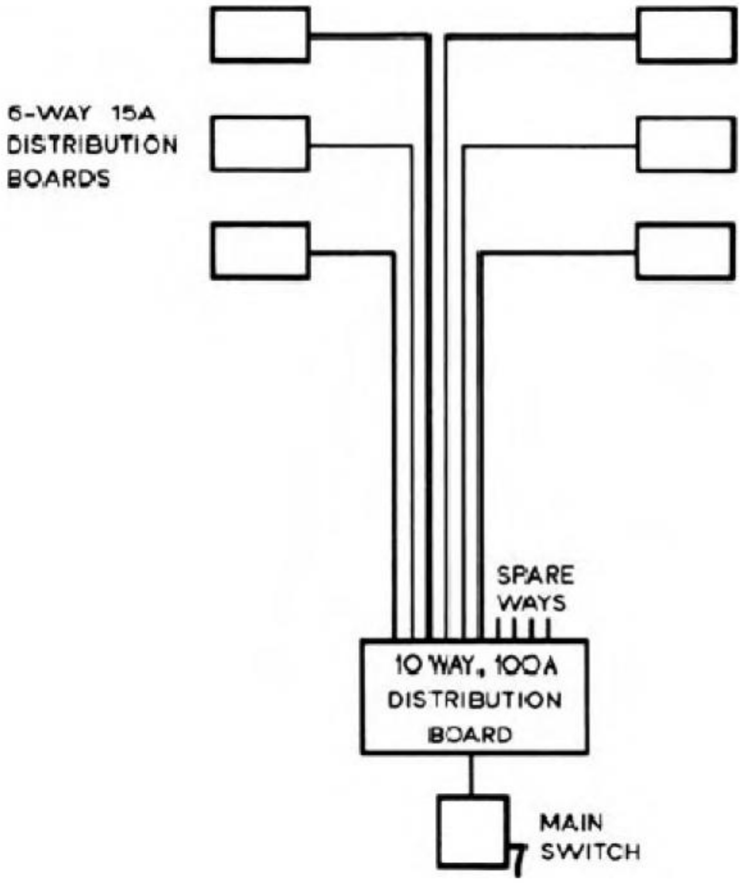
ဥပမာအားဖြင့် အကယ်၍ distribution board တစ်ခု သည် ၄၁၅/၂၄၀ ဓါတ်အားစံနစ်၏ brown phase မှရယူကာ နောက်ထပ် distribution board တစ်ခုသည် grey phase မှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ကို ရယူသည်ဆိုပါက အကယ်၍ လူတစ်ဦးသည် ယင်း board နှစ်ခု၏ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားရှိသော အစိတ်အပိုင်းအား တပြိုင်နက်ထိမိသည်ဆိုပါက ထိုသူသည် ၄၁၅ဗို့ schock ကို ရရှိပေမည်။

IEE Regulation 514-10 တွင် အကယ်၍ ဗို့အားသည် ၂၃၀ဗို့ထက်ကျော်လွန်ပါက ရှင်းလင်းပြတ်သားစွာမြင်နိုင်သော သတိပေးဆိုင်းဘုတ်ကို တပ်ဆင်ထားရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတွင်ရှိနေမည့် အမြင့်ဆုံး ဗို့အားကိုလည်း သတိပေး ဖော်ပြထားရပေမည်။ ယင်း သတိပေးဆိုင်းဘုတ်အား ဗို့အားသည် ၂၃၀ဗို့ထက် ကျော်လွန်ပါက busbar chamber များ၊ distribution board များ သို့မဟုတ်၊ switchgear တို့၏ အပြင်ဘက်တွင် တပ်ဆင်ထားသင့်ပါသည်။

Distribution board များသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးပို့ခြင်း

Distribution circuit တစ်ခုတည်းမှ တစ်ခုထက်ပိုသော distribution board များမှ သို့မဟုတ် rising busbar trunking မှ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ရယူသုံးစွဲပါက distribution board တစ်ခုစီအနီးတွင် local isolation ကို ထားရှိရန် လိုအပ်ပါသည်။ IEE Regulation 131-14-01 နှင့် 476-01-01 တို့တွင် installation နှင့် circuit တိုင်းတို့တွင် isolation နှင့် switching ပါရှိရမည်ဟု သတ်မှတ်ထားရာ distribution board များသည် main switchboard နှင့် ဝေးကွာပါက local isolator ကို တပ်ဆင်ရန်လိုအပ်ပါသည်။

အကယ်၍ bare သို့မဟုတ် insulation ပါသော conductor များအား main သို့မဟုတ် submain ကေဘယ်များအဖြစ် metal trunking အတွင်း သွယ်တန်းမည်ဆိုပါက distribution board ကို rising trunking ၏ ဘေးတွင်အမြဲလိုလို တပ်ဆင်လေ့ရှိပြီး board တစ်ခုစီအား fusible cutout များ သို့မဟုတ် switchfuse တစ်ခုဖြင့် control လုပ်ရန်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၄.၂၇ main distribution board တစ်ခု၏ radial distribution circuit များမှ final distribution board ခြောက်ခုသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးဝေမှု။ main switchgear မှ ဝေးကွာသော distribution board များတွင် ယင်းနှင့်သက်ဆိုင်သော local isolator များ တပ်ဆင်ရန် recommend လုပ်ပါသည်။

Circuit charts and labeling

IEE Regulation 514-09-01 အရ circuit တစ်ခုစီကို ဖော်ပြရန်အတွက် diagram များ၊ chart များ သို့မဟုတ် table များကို ထည့်သွင်းဖော်ပြပေးရန် လိုအပ်ပါသည်။

(၁) circuit တစ်ခုစီ၏ အမျိုးအစားနှင့် ဖွဲ့စည်းပုံ

(၂) indirect contact ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန်နည်းလမ်း

(၃) အမျိုးအစားသတ်မှတ်ခွဲခြားခြင်း၊ isolator များထားရှိသည့်နေရာ၊ နှင့် protection လုပ်မည့် ပစ္စည်းများ၊ ယင်းတို့အား distribution board တွင်ဖြစ်စေ၊ ပတ်ဝန်းကျင်တွင်ဖြစ်စေ၊ တပ်ဆင်ပြီးဖြစ်ရမည်ဖြစ်ကာ၊ glazed frame များ ဖြင့်ဖြစ်စေ၊ ပလပ်စတစ်အိပ်ဖြင့်ဖြစ်စေ ကာကွယ်ထားရပါမည်။

Marking distribution boards

Distribution board များအား စာဖြင့် ဖြစ်စေ၊ ဂဏန်းဖြင့်ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် နှစ်ခုစလုံးတွဲ၍ ဖြစ်စေမှတ်သား ဖော်ပြထားကြကာ အစဦးစာလုံးအား lighting အတွက် L ၊ socket များအတွက် S နှင့် power အတွက် P စသည်ဖြင့် သတ်မှတ်ကြသည်။

ယင်းသို့ သတ်မှတ်ရာတွင် ဗို့အား နှင့် supply အမျိုးအစားကိုလည်း မှတ်သားဖော်ပြသင့်ကာ၊ အကယ်၍ ဗို့အား သည် ၂၅၀ ဗို့ထက်ကျော်လွန်ပါက "အန္တရာယ်ရှိသည်" ဆိုသော သတိပေးချက်ကို တပ်ဆင်ပေးထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုလုပ်ငန်းအား စီစဉ်လုပ်ကိုင်ရာတွင် fustway အပိုများအတွက် နေရာကို ထားရှိပေးရမည်ဖြစ်ကာ အမြဲတမ်းလိုလိုစုစုပေါင်း၏ ၂၀% ခန့်မျှရှိရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းသည် distribution cable များ ၏ တိုးလာမည့် လျှပ်စီးသယ်ဆောင်နိုင်သော ပမာဏနှင့်လိုက်လျောညီထွေမှု ရှိရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Metal distribution board များတွင် plugged hole များပါဝင် ပေးရမည်ဖြစ်ကာ အနာဂတ်တွင် additional conduit များ သို့မဟုတ် multicore cable များအား အလွယ်တကူ နေရာချထားပေးနိုင်ပေမည်။

Color Identification of cables and conductors

IEE Regulation 514 တွင် conductor များအား အမျိုးအစာ ခွဲခြားသတ်မှတ်ရန် လိုအပ်သည်များကို ဖော်ပြထားသည်။ 2004 ခုနှစ် တွင်နောက်ဆက်တွဲဖော်ပြထားသော IEE Wiring Regulation (BS 7671) တွင် wire များတပ်ဆင်ရန်အတွက် စံသတ်မှတ်ထားသော wire အရောင်သတ်မှတ်မှု အား မိတ်ဆက်ထားကာ ဥရောပတစ်ခွင် တွင် အကျုံးတဝင်အသုံးပြုနိုင်စေသည်။ ထိုသို့သော ပြောင်းလဲမှုသည် UK တွင်အသိသာအထင်ရှားဆုံးဖြစ်ကာ စံနှစ်ဟောင်း အရောင် သတ်မှတ်မှုမှ စံနှစ်သစ် သို့ ကူးပြောင်းရမည့် အချိန်အတိုင်းအတာ သတ်မှတ်ချက်အား Regulation ၏ အစပိုင်းတွင်ဖော်ပြထားပါသည်။ ၂၀၀၆ ခုနှစ် မတ်ချ်လ ၃၁ ရက်နောက်ပိုင်း အစပြုသည့် installation များ သည် section 514 ၏ နောက်ဆက်တွဲတွင်ဖော်ပြထားသော လိုအပ်ချက်များ နှင့် ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်ကာ wire core များ အား အရောင်သတ်မှတ်ရာတွင်လည်း Regulation အသစ်နှင့် ကိုက်ညီသော အရောင်များသာဖြစ်ရပါမည်။ ယင်း ရက်စွဲမတိုင်မီ စတင်သော installation တို့သည် section 514 ၏ နောက်ဆက်တွဲအား လိုက်နာသည်ဖြစ်စေ၊ သို့မဟုတ် ယခင်အသုံးပြုခဲ့သော standard ကို အသုံးပြုသည်ဖြစ်စေ၊ မည်သည့် standard ကိုအသုံးပြုသည်ကို ဖော်ပြရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတို့ နှစ်ခုစလုံးကို တပြိုင်နက် အသုံးမပြုသင့်ပေ။ အဓိပါယ်နှစ်မျိုးသက်ရောက်စေသော marking လုပ်ခြင်းလည်းလိုအပ်ကာ ယင်းသို့သော အချက်အား IEE Regulation ၏ Appendix 7 တွင်ဖော်ပြထား ပါသည်။

IEE Regulation 514-03-02 တွင် cable တစ်ခု၏ core တိုင်း၏ termination များ နှင့် cable အလျား တလျောက်တွင် အမျိုးအစား ခွဲခြားသတ်မှတ်မှု ထားရှိရမည်ဖြစ်ကာ IEE ဇယား 51 တွင် ယင်းကဲ့သို့သော

ဖော်ပြမှုသည် စကားလုံးနှင့် ကိန်ဂဏန်း တွဲဖက်ပါဝင်သော alphasnumeric ဖော်ပြမှုနှင့် အရောင်သတ်မှတ်ဖော်ပြမှု တို့ကို အသုံးပြုရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော သတ်မှတ်မှုများတွင် ချွင်းချက်အချို့ရှိကာ ယင်းတို့တွင် concentric conductor များ၊ metal sheath များ သို့မဟုတ် protective conductor အဖြစ်အသုံးပြုသော armour ကေဘယ်များ နှင့် သတ်သတ်မှတ်မှတ် အမျိုးအစားခွဲခြားထားရန် လက်တွေ့အားဖြင့် မလွယ်ကူသော bare conductor များ ပါဝင်ပါသည်။

ဇယား ၄.၂ တွင် IEE ဇယား 51 မှ ထုတ်နှုတ်ထားသော အရောင်သတ်မှတ်ချက်များကို စုစည်းတင်ပြထားပါသည်။ brown နှင့် blue အရောင်တို့အား တစ်ခါတရံတွင် flexible cable အဖြစ်အသုံးပြုသော အရောင်သတ်မှတ်ချက် အသစ်သည် အကျွမ်းတဝင်ရှိနေဦးမည်မဟုတ်ပေ။ သို့သော် three phase circuit များအား fixed wiring သွယ်တန်းရာတွင် phase conductor များအား အရောင်သတ်မှတ်ချက် အသစ်ဖြင့် အသုံးပြုစေခြင်းဖြင့် မှားယွင်းမှတ်သားမိခြင်းကို တားဆီးနိုင်ပြီး ရှင်းလင်းပြတ်သားသော အရောင်သတ်မှတ်ခွဲခြားမှုကို ရရှိစေပါသည်။ ယင်းသို့အသော အခြေအနေမျိုးအား လက်ရှိတပ်ဆင်ပြီးသော installation များအား ဂါယာသွယ်တန်းမှုပြောင်း လဲလိုခြင်း သို့မဟုတ် အသစ်တိုးချဲ့သွယ်တန်းခြင်း စသော လုပ်ငန်းများ အတွက် ဂါယာများအား interface လုပ်ရာ တွင် အဓိက ကြုံတွေ့ရကြပါသည်။

သတိပြုရန်

ယခုလျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုလုပ်ငန်းတွင် ဂါယာ အရောင်များအား BS7671 version ၂ မျိုးကိုအသုံးပြုထားသည်။ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား တိုးချဲ့တပ်ဆင်ခြင်း၊ ပြောင်းလည်းခြင်း သို့မဟုတ် ပြုပြင်ခြင်း စသည့်လုပ်ငန်းများ မလုပ်ကိုင်မီကပင် conductor အားလုံးတို့အား မှန်မှန်ကန်ကန် ခွဲခြားထားရန် အထူးဂရုပြုရပါမည်။

Switch Wires

Brown နှင့် blue အရောင်သတ်မှတ်ထားသော core နှစ်ခုနှင့် cpc (circuit protective conductor) တို့အား conductor နှစ်ခုစလုံးသည် phase conductor များဖြစ်နေသည့် switch တစ်ခု ရှိရာသို့ သွယ်တန်းကြပါသည်။ ထိုသို့သွယ်တန်းရာတွင် termination နေရာတွင် blue conductor အား brown အရောင်အစွပ်စွပ်ကာ “L” ဟုအမှတ်အသားပြုရပါမည်။ core သုံးခုပါသော ကေဘယ်များ အား intermediate သို့မဟုတ် two-way switched circuit အဖြစ်အသုံးပြုမည်ဆိုပါက black နှင့် grey ဂါယာ core များအား အထက်ပါအတိုင်း ပြုလုပ်ပေးရပါမည်။

Table 4.2 *Colour identification of conductors and cables (includes extracts from IEE Table 51)*

Function	*Alpha-numeric*	*Colour (IEE Table 51)*	*Old Fixed Wiring Colour (see text)*
Protective conductors		Green and yellow	Green and yellow
Functional earthing conductor		Cream	Cream
a.c. power circuit (including lighting)			
Phase of single phase circuit	L	Brown	Red
Phase 1 of three phase circuit	L1	Brown	Red
Phase 2 of three phase circuit	L2	Black	Yellow
Phase 3 of three phase circuit	L3	Grey	Blue
Neutral for single or three phase circuit	N	Blue	Black
Two wire unearthed d.c. circuits			
Positive	L+	Brown	Red
Negative	L−	Grey	Black
Two wire earthed d.c. circuit			
Positive (of negative earthed) circuit	L+	Brown	Red
Negative (of negative earthed) circuit	M	Blue	Black
Positive (of positive earthed) circuit	M	Blue	Black
Negative (of positive earthed) circuit	L−	Grey	Blue
Three wire d.c. circuit			
Outer positive of two wire circuit derived from three wire system	L+	Brown	Red
Outer negative of two wire circuit derived from three wire system	L−	Grey	Red
Positive of three wire circuit	L+	Brown	Red
Mid wire of three wire circuit	M	Blue	Black
Negative of three wire circuit	L−	Grey	Blue
Control circuits, extra low voltage etc.			
Phase conductor	L	Brown, Black, Red, Orange, Yellow, Violet, Grey, White, Pink or Turquoise	
Neutral or mid wire	N or M	Blue	

MI Cables

ယင်းကဲ့သို့သောကေဘယ်များ၏ termination တွင် အစွတ် သို့မဟုတ် အမှတ်အသားများ အား တပ်ဆင်ခြင်းဖြင့် IEE table 51 တွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း core များအား ခွဲခြားနိုင်ပါသည်။

Bare Conductors

လက်တွေ့အားဖြင့် busbar များအား တပ်ဆင်ရာတွင် IEE Table 51 နှင့်ကိုက်ညီမှုရှိစေရန် sleeve များ၊ disc များ၊ tape များ သို့မဟုတ်၊ ဆေးသုတ်ခြင်းများ လုပ်ကြပါသည်။ ချွင်းချက်အနေဖြင့် gantry crane များတွင် အသုံးပြုသော sliding contact conductor များတွင် ယင်းလက်တွေ့ကျသော အချက်အား အသုံးမပြုသော်လည်း termination များတွင်မှု identification လုပ်နိုင်ပေသည်။

PEN Conductor

PEN (protective နှင့် neutral ကို တွဲထားသော) conductor ကို အရောင်သတ်မှတ်သုံးစွဲရာတွင် green နှင့် yellow အရောင်အား အလျား တလျောက်နှင့် blue အမှတ်အသားအား termination များတွင်သတ်မှတ်ခြင်း သို့မဟုတ် blue အရောင်အား conductor အလျား တလျောက်နှင့် termination များတွင် green နှင့် yellow အရောင်ဖြင့် အမှတ်အသားပြုခြင်း တို့ကို ပြုကြပါသည်။

Motor Circuit များ

Motor များအား wire သွယ်တန်းရာတွင် အရောင်သတ်မှတ်ချက်အား IEE Table51 တွင်ဖော်ပြထား သည့်အတိုင်းသတ်မှတ်ကာ terminal box တွင် မှန်ကန်စွာရှိရပါမည်။ slip-ring motor များတွင် rotor cable များသည် phase cable များနှင့် အရောင်တူကြသည်ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် blue၊ green သို့မဟုတ် green နှင့် yellow အရောင်များမဟုတ်သော တစ်ခုတည်းသော အရောင် ဖြစ်ရပေမည်။ star – delta connection တွင် starter နှင့် motor အား ဆက်သွယ်ရာ၌ A1 နှင့် A0 အတွက် brown အရောင်၊ B1 နှင့် B0 အတွက် black၊ နှင့် C1 နှင့် C0 တို့ ဆက်သွယ်ရာတွင် Grey အရောင်ကို အသုံးပြုကြပါသည်။ 1 cable များအား 0 cable များ နှင့် အမျိုးအစား ခွဲခြားရန် အမှတ်အသား ပြုသင့်ပါသည်။

Conduit

Conduit အား အရောင်သတ်မှတ်ရာတွင်လိမ္မော်ရောင် ဖြင့်သတ်မှတ်ထားသင့်ကာ electrical services များအား အခြားသော gas၊ oil သို့မဟုတ် pipe များမှခွဲခြားထုတ်နိုင်ရန် ဖြစ်ပါသည်။

Distribution Circuits

Distribution circuit များ (တစ်ခါတစ်ရံ Submain များအဖြစ် ရည်ညွှန်း) သည် main switchboard တစ်ခုနှင့် switch fuse တစ်ခုအကြား ဆက်သွယ်သည်ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် main distribution board မှ subdistribution board များသို့ ဆက်သွယ်ထားကြပါသည်။ ယင်း cable များ၏ အရွယ်အစားအား သတ်မှတ်ရာတွင် ယင်းတို့မှ supply လုပ်မည့် စုစုပေါင်း တပ်ဆင်ထားသည့် diversity နှင့် ဗို့အား ဆုံးရှုံးမှုတို့နှင့် အခြားသော အခန်း (၂) တွင် ဖော်ပြထားပြီးသည့် အခြားသော အချက်များပေါ်မူတည် သတ်မှတ်ထားသော ဝန်အား တို့ပေါ်တွင်မူတည်ကာ အရွယ်အစား သတ်မှတ်ကြပါသည်။

Distribution circuit များအား စီစဉ်ရာတွင် တစ်ခုထက်ပိုသော distribution board များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပို့လွှတ်နိုင်ရန် စီစဉ်ကြပါသည်။ ယင်းတို့အား စီစဉ်ရာတွင် ring circuit တစ်ခု ပုံစံ သို့မဟုတ်၊ distribution board တစ်ခု မှ နောက်တစ်ခုသို့ radial circuit loop ပုံစံဖြင့်စီစဉ်ကြပါသည်။ distribution circuit တစ်ခုသည် တစ်ခုထက်ပိုသော distribution board များသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပို့လွှတ်ရမည်ဆိုပါက ဒုတိယ သို့မဟုတ် ထပ်မံဆက်သွယ်လိုသည့် board များအားလျှပ်စစ်ဓါတ်အားဖြန့်ဖြူးရာတွင် ယင်း၏ အရွယ်အစားကို မလျော့ချသင့်ပေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် cable ၏ လျှပ်စီးသယ်ဆောင်နိုင်မှုသည် fuse သို့မဟုတ် submain (IEE Regulation 433-02-01) အား protect လုပ်ထားသည့် circuit breaker အောက် မငယ်သင့်ပေ။

အကယ်၍ fuse သို့မဟုတ် circuit breaker ကို cable အရွယ်အစား လျော့ချမည့် နေရာတွင် ထည့်သွင်းတပ်ဆင်မည်ဆိုပါက အရွယ်အစားလျော့ချပြီးသော cable ကို အသုံးပြုကာ ယင်းနှင့် လိုက်ဖက်သော protective cable ကိုသုံးကာ ယင်း cable အား ကာကွယ်ပါမည်။

Protective Multiple Earthing (PME)

PME တွင် protective conductor ကို ပူးပေါင်းထားသော earth/neutral conductor အဖြစ်အသုံးပြုသည်။ ယင်းကို တစ်ခါတစ်ရံတွင် overhead distribution လိုင်းများနှင့် supply transformer မှ consumer ဘက်ခြမ်း terminal တွင် လုံလောက်သော earth resistance နိမ့်ပါးသည့်အခြေအနေမျိုး ရရှိရန်ခက်ခဲသော အခြေအနေတွင် အသုံးပြုပါသည်။ ယင်းအခြေအနေတွင် neutral conductor သည်လည်း earth conductor ဖြစ်နေရာ ယင်းအား transformer position တွင်သာမက consumer terminal position တွင်ပါ earth နှင့် တွဲထားပါသည်။ ယင်းသို့သော စံနစ်များအတွက် The Conditions of Approval ရရှိရန်အတွက် လိုအပ်ချက်များ တင်း ကျပ်စွာထား ရှိပါသည်။

Consumer တို့၏ installation များတွင် wire သွယ်တန်းရာတွင် distribution နှင့် circuit wiring အတွက် (ခွင့်ပြုချက် ရရှိပြီးပါက) PME စံနစ်အားဖြင့် လုပ်ဆောင်ကြမည်ဖြစ်ပါသည်။

(၁) လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဖြူးသူသည် အထူးလိုအပ်ချက်ဖြစ်သော protective conductor များ၏ အရွယ်အစားအား ဆုံးဖြတ်နိုင်ရန် အတွက် ဆွေးနွေးထားရပါမည်။

(၂) neutral conductor တွင် open circuit တစ်ခု ဖြစ်လာနိုင်ချေအား တားဆီးရန် ကြိုတင်စီစဉ်မှုများအားလုံးအား ပြုလုပ်ထားရပါမည်။

(၃) bonding lead များအား metal structure များ၊ metal pipe များနှင့် အခြားသော metal service များ၏ earthing terminal များတွင် ချိတ်ဆက်ထားခြင်းဖြင့် earth နှင့် လျှပ်စစ်သဘာဝအားဖြင့် ထိမိနေကာ၊ လူများမှ structure များ၊ pipe များသို့မဟုတ် အခြားသော metalwork များအား လက်ဖြင့် ရုတ်တရက် တပြိုင်နက် ထိမိနိုင်ခြေရှိသော သို့မဟုတ် အခြားတစ်ဖက်တွင်လည်း consumer installation ၏ exposed non current carrying metal work သို့မဟုတ် အခြားသော electrical contact ဖြစ်နိုင်သော အပိုင်းများပါဝင်ပါသည်။

(၄) earth electrode များအား ထားရှိရာတွင် transformer ထက်မနီး၊ အဝေးဆုံး service line သို့မဟုတ် connection point တို့တွင်ထားရှိရမည်ဖြစ်ကာ အခြားသော point များတွင်လည်း neutral conductor ရှိ resistance to earth တန်ဘိုးသည် protection system operate လုပ်နိုင်ရန် လုံလောက်မှု ရှိစေရပါမည်။ စုစုပေါင်း ခုခံမှုသည် ၂၀ အုမ်းထက်ကျော်လွန်မှု မရှိစေရ။

Petro filling station များတွင် အသုံးပြုမည့် PME supply တစ်ခုအတွက် တိတိကျကျ သတ်မှတ်ထားသော regulation ရှိနေပြီဖြစ်သည်။ အသေးစိတ်အား Health and Safety booklet HS(G)41 "Petro Filling Stations: Construction and Operation" တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။ ယင်းသို့ regulation တိတိကျကျ သတ်မှတ်ရခြင်းမှာ electrical return current များသည် မြေအောက်ရှိ storage tank များ နှင့် supply pipe များရှိ metallic part များမှ တစ်ဆင့် earth သို့ ပြောင်းပြန်စီးခြင်းကို တားဆီးနိုင်ရန်ဖြစ်ပါသည်။

Cable ထုတ်လုပ်သူများသည် special armour ပါရှိသော multicore cable များ ကို PME Supply များ အတွက် ထုတ်လုပ်ကြပါသည်။ ယင်းတို့အား XLPE (Cross-linked polyethylene) insulation နှင့် တွဲကာ ရရှိနိုင်ပါသည်။ Aluminium Conductor များနှင့် sheath အား အသုံးပြုထားပြီး ယင်းသို့သော cable များတွင် PVC ကို အပေါ်မှ ထပ်တင်အုပ်ကြပါသည်။ armour ကို ထိုသို့ ကာကွယ်ထားခြင်းဖြင့် phase conductor များ အား join သောအခါတွင် ဖြတ်ထုတ်ရန်မလိုဘဲ အလွယ်တကူ cable မှ ဖယ်ထုတ်နိုင်ပါမည်။ ယင်းသို့သော special cable များအား ထုတ်လုပ်ရာတွင် အလျား ၂၀၀ မီတာခန့်မျှသာ ထုတ်လုပ်ကြပြီး၊ တိုသော distribution cable များတွင် PME supply များအား အသုံးပြုခြင်းသည် စီးပွားရေးအရ တွက်ချေ မကိုက်လှချေ။ supply တွင် neutral ကို protective

conductor အဖြစ် အသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် installation လုပ်ထားသော စံနစ်သည် TN-C ဖြစ်သွားမည်ဖြစ်ကာ ယင်းသို့သော TN-C system ကို install မလုပ်မီက ပင် ခွင့်ပြုချက်တောင်းခံ ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၂.၃ တွင်ကြည့်ပါ။

Power Factor

Power Factor သည် installation တွင် induction motor များ တပ်ဆင်ခြင်းနှင့် ဆက်စပ်နေသည့် အကျိုးရလဒ် တစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ induction motor တစ်ခု၏ power factor သည် ၀.၆ မျှလောက်အထိနိမ့်သွားနိုင်ကာ ယင်းမှာ အသုံးဝင်သော လျှပ်စီး၏ ၆၀% မျှသည်သာ useful work ကို လုပ်ဆောင်မည်ဟု ဆိုလိုပါသည်။ ပျမ်းမျှအားဖြင့် machine များတွင် ယေဘုယျအားဖြင့် power factor သည် ၀.၈ lagging ဖြစ်သည်ဟု လက်ခံထားကြပါသည်။

ထို့ကြောင့် power factor ဆိုသည်မှာ မည်သို့ဆိုလိုသည်၊ ယင်းအား မည်သို့ တိုင်းတာပြီး မည်သို့ တိုးတက်ကောင်းမွန်အောင် လုပ်မည်ဆိုသည်ကို အကြံပြုလိုပါသည်။ ယခုကဲ့သို့သော လက်တွေ့ဆန်သည့် စာအုပ်မျိုးတွင် power factor ကို သီအိုရီ ဆန်သော technical terms များဖြင့်ဖော်ပြမည်မဟုတ်ဘဲ ရိုးရှင်းသော အတွေးများဖြင့်သာ ရှင်းပြသွားပေမည်။

Induction motor တစ်လုံးပါဝင်သော inductive circuit တွင် ယင်း circuit ၏ power သည် instantaneous value များ ဖြစ်ကြသော voltage နှင့် ampere ဖြင့်ဖော်ပြသော current တို့၏ မြှောက်လဒ်ဖြစ်သော watt ဖြင့်ဖော်ပြသော တန်ဘိုးဖြစ်ပါသည်။ wattmeter တစ်လုံး၊ kilowattmeter သို့မဟုတ် kilowatt-hour meter ကို circuit အတွင်း ထားရှိကာ ယင်း instantaneous တန်ဘိုးများအား မှတ်သားစေပြီး ယင်းတို့အား မြှောက်ခြင်းဖြင့် watt၊ kilowatt သို့မဟုတ် kilowatt-hour တန်ဘိုးများ ကို ဖတ်ရှုရရှိစေသည်။ အမှတ်တကယ်အားဖြင့် a.c circuit တစ်ခုတွင် voltage နှင့် current တို့သည် ပြောင်းလဲတန်ဘိုးများ အဖြစ် သုညမှသည် အမြင့်ဆုံး၊ နှင့် အမြင့်ဆုံးတန်ဘိုးမှသည် သုည သို့ cycle တိုင်းတွင် တန်ဘိုးများ ပြောင်းလဲ နေပေမည်။

Inductive a.c circuit တစ်ခုတွင် current သည် voltae နောက်သို့ နောက်ကျနေပေသည်။ ဥပမာအားဖြင့် ပုံမှန် volt အား သည် ၄၀၀ နှင့် current သည် ၅၀ ampere ဖြစ်ပါက၊ voltage တန်ဘိုးသည် ၄၀၀ ဗို့ ရောက်ချိန်တွင် current တန်ဘိုးသည် ၃၀ ampere မျှသာ ရှိမည်ဖြစ်ကာ current သည် ၅၀ ampere သို့ရောက်ချိန်တွင် voltage သည် ၂၄၀သို့ ကျဆင်းသွားပေမည်။ အချက်တစ်ခုစီတွင် စုစုပေါင်း watt အရေအတွက်သည် ၁၂ ၀၀၀ ဖြစ်ကာ non-inductive circuit မှာကဲ့သို့ ၂၀ ၀၀၀ မဟုတ်ပေ။ အကယ်၍ voltemeter တစ်လုံးနှင့် ammeter တစ်လုံး တို့အား circuit အတွင်းထားရှိခဲ့ပါက voltmeter မှ တစ်သမတ်တည်းဖြစ်သော nominal ဗို့အား ၄၀၀ ဗို့ကို ပြနေမည်ဖြစ်ကာ ammeter မှာမူ nominal ၅၀ အမ်ပီယာကို ဖတ်ရှုရရှိနိုင်ကာ ယင်းတို့၏ မြှောက်လဒ်သည် ၂၀၀၀၀ ဗို့အမ့်ဖြစ်ပါသည်။

ရှင်းပြပြီးခဲ့သကဲ့သို့ ယင်းကဲ့သို့သော circuit တွင် watt-meter ကိုအသုံးပြုပါက voltage နှင့် current တို့၏ instantaneous တန်ဘိုးများ အား မြှောက်ခြင်းဖြင့် ၁၂ ၀၀၀ watt ကို ရရှိပေမည်။

ယင်း circuit ၏ power factor ကို အလိုရှိပါက watt ကို volt-amperes ဖြင့်စားခြင်းဖြင့် ရရှိပေမည်။

$$\frac{12\,000}{20\,000} = 0.6 \text{ power factor}$$

Wattless Current

Current ၏ အစိတ်အပိုင်း တစ်ခုသည် အသုံးဝင်သော အလုပ်ကို မလုပ်ပါက ယင်းကို wattles current သို့မဟုတ် reactive power ဟု ခေါ်ကြပါသည်။ ယင်းသို့သော current သည် အသုံးဝင်သော အလုပ်ကို မလုပ်သော်လည်း distributor ၏ cable များ အတွင်းသို့ စီးဝင်ပြီး၊ installation တစ်ခုလုံးအတွင်းရှိ cable များ အတွင်းသို့ပါစီး ဝင်ပါသည်။

ရှင်းပြခဲ့သလိုပင် kilowatt-hour meter သည် wattles current ကိုမဖော်ပြခြင်းကြောင့် အသုံးဝင်သော current အတွက် ငွေကြေးကောက်ခံရာတွင် အမှန်တကယ် အသုံးပြုသော unit များ အတွက်သာ ကောက်ခံခြင်းကြောင့် distributor အား wattless current အတွက် ငွေကြေးပေးရန်မလိုပေ။

ထို့ကြောင့် distributor သည် power factor ကို မြှင့်တင်ပေးစေခြင်း သို့မဟုတ် အမြင့်ဆုံး kilovolt-ampere များအား မှတ်သားနိုင်သည့် မီတာ ကို တပ်ဆင်ခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ တို့အား လုပ်စေပြီး၊ အသုံးပြုသော ကာလတစ်ခု အတွက် ယင်း maximum figure များ အပေါ်တွင် အခြေခံကာ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲခ ငွေကြေး ကို စုပေါင်း ကောက်ခံပါသည်။

လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသူများအားလည်း အချိန်တိုအတွင်း very heavy load များအား switch on လုပ်ခြင်းများအား ကန့်သတ်စေခြင်းဖြင့် ယင်းတို့၏ maximum demand အား လက်ခံနိုင်လောက်သော အခြေအနေထိရောက်စေရန် အားထုတ်သင့်ပါသည်။

ယင်းသို့သော အခြေအနေများတွင် power factor ကို improve ဖြစ်စေရန်အတွက် အဆင့်ဆင့်ကြိုးပမ်းသင့်ကာ ထိုသို့လုပ်ဆောင်ခြင်းဖြင့် maximum kilovolt-ampere demend ကို အဆင့်တစ်ခုအထိ လျှော့ချစေနိုင်သည် သာမက မော်တာသို့လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးသော feeder cable များအားလည်း ဝန်အား လျှော့ချနိုင်ပေသည်။

Power Factor အား တိုးတက်ကောင်းမွန်စေခြင်း

ထိုသို့သော power factor improve လုပ်ခြင်းအား synchronous motor ဖြင့် လုပ်ဆောင်ပါသည်။ သို့သော် ယေဘုယျအားဖြင့် capacitor များအား တပ်ဆင်လေ့ရှိကာ ယင်းသို့ circuit အတွင်း capacitor ကို တပ်ဆင်ခြင်းအားဖြင့် induction ကြောင့်ဖြစ်သော power factor lagging ဖြစ်ခြင်းအား ချေဖျက်ပေးပါသည်။

Capacitor အနေဖြင့် ယင်းတပ်ဆင်ထားသည့်နေရာအတွက်သာ power factor ကို မြှင့်တင်ကြသည်ဖြစ်ရာ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား supply ကို generating plant မှ ရယူကြသည်ဖြစ်ခြင်းကြောင့် စီးပွားရေးအရ တွက်ခြေကိုက်သည့် အခြေအနေမျိုးကို မျှော်ကိုးပါက kilovolt-ampere meter တပ်ဆင်သည့်ဘက်ခြမ်းတွင် capacitor ကို တပ်ဆင်ကြပါသည်။ consumer’s cable များအတွင်းစီးသော current ကိုလျော့ချရန် ရည်ရွယ်ချက်ဖြစ်ပါက capacitor ကို မော်တာ နှင့် နီးနိုင်သမျှနီးနီး တပ်ဆင်ရပါမည်။

Capacitor အနေဖြင့် current သည် voltage နှင့်အတူ တက်လာစေနိုင်သော်လည်း၊ capacitor တပ်ဆင်မထားသော အပိုင်းသည် out of step ဖြစ်လာနိုင်ပေသည်။ ထို့ကြောင့် မော်တာ ကိုယ်တိုင်သည် power factor နိမ့်သည်ဖြစ်ရာ ယင်း၏ သာရည်သည် capacitor တပ်သော်လည်း တိုးတက်လာမည် မဟုတ်ပေ။

အကယ်၍ maximum demand (MD) သည် kilowatt အပေါ်တွင် အခြေခံသည်ဖြစ်ရာ power factor မည်သို့ပင် မြှင့်တင်သည်ဖြစ်စေ၊ MD charges များ လျော့ကျအောင် မလုပ်ဆောင်နိုင်ပေ။ အကယ်၍ kilovolt-amp (kVA) ပေါ်တွင် အခြေခံပါက တစ်စုံတစ်ရာသော MD charges များ အား တစ်ခါတစ်ရံတွင် တစ်စုံတစ်ရာသော အတိုင်းအတာ အထိ လျော့ချနိုင်ပေသည်။

Capacitor များအား install လုပ်ကာ power factor မြှင့်တင်ခြင်းဖြင့်ငွေကြေးပိုင်းဆိုင်ရာအရ လျော့ကျသက်သာခြင်း အပြင် switchgear နှင့် cable များ အတွင်းစီးသော current ကိုလျော့ချနိုင်ခြင်းဖြင့် ယင်းတို့၏ ခံနိုင်အားထက်လွန်၍ အသုံးပြုနိုင်သည့် အကျိုးကျေးဇူးကိုဖြစ်စေပါသည်။

အခန်း ၅

Final Circuit များအား ဒီဇိုင်းပြုခြင်းနှင့် စီစဉ်ခြင်း

ပြီးခဲ့သည့် အခန်းတွင် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဝေမှုနှင့် ထိန်းသိမ်းမှု တို့အတွက် supply cutout များမှ သည် final distribution board များအထိ လိုအပ်သော ပစ္စည်းများ အား ဖော်ပြထားပါသည်။ final circuit များ အတွက် circuit တစ်ခုစီအတွက် outlet အရေအတွက်၊ overload protection၊ cable များ၏ အရွယ်အစားကို မှန်ကန်မှုရှိစေရန် ဆုံးဖြတ်မှု စံနစ် နှင့် အခြားလိုအပ်သော အချက်များအား စီစဉ် ပြင်ဆင်ထားရမည် တို့သည် ယင်းအခန်းတွင် ပါဝင်မည်ဖြစ်ကာ ယင်းအချက်တို့သည် လက်တွေ့ လျှပ်စစ်နှင့်သက်ဆိုင်သော တပ်ဆင်မှုလုပ်ငန်းများ စတင်မ လုပ်ကိုင်မီမှပင် ကြိုတင်သိရှိနားလည်ထားရမည့်အချက်များ ဖြစ်ပါသည်။

"Final Circuit" ဆိုသည်မှာ

Final circuit တစ်ခုသည် distribution board နှင့်ဆက်သွယ်ထားသော လမ်းကြောင်းတစ်ခု သို့မဟုတ် နောက်ထပ်ကြားခံ distribution board များ မပါဝင်သည့် တစ်ခု သို့မဟုတ် တစ်ခုထက်ပိုသော outlet များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးနိုင်မည့် switch fuse တစ်ခုပင်ဖြစ်ပါသည်။

Outlet တစ်ခုဆိုသည်မှာ မီးသီး၊ မီးချောင်းစသော အလင်းရောင်ပေးသည့်ပစ္စည်းများ၊ socket သို့မဟုတ် အခြားသော လျှပ်စစ်ဓါတ်အား သုံးစွဲသည့် ပစ္စည်းများ အား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးနိုင်မည့် fixed wiring ၏ termination ကို ဆိုလိုပါသည်။ ယင်းသို့သော final circuit တွင် မီးသီး၊ မီးချောင်းစသည်တို့အား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးမည့် 1mm^2 အရွယ် ကေဘယ်စုံတွဲမှသည် ကြီးမားသော မော်တာများ အား circuit breaker သို့မဟုတ် main switch board နှင့် ဆက်သွယ် သည့် 3 core cable များအထိ ပါဝင်ပါသည်။

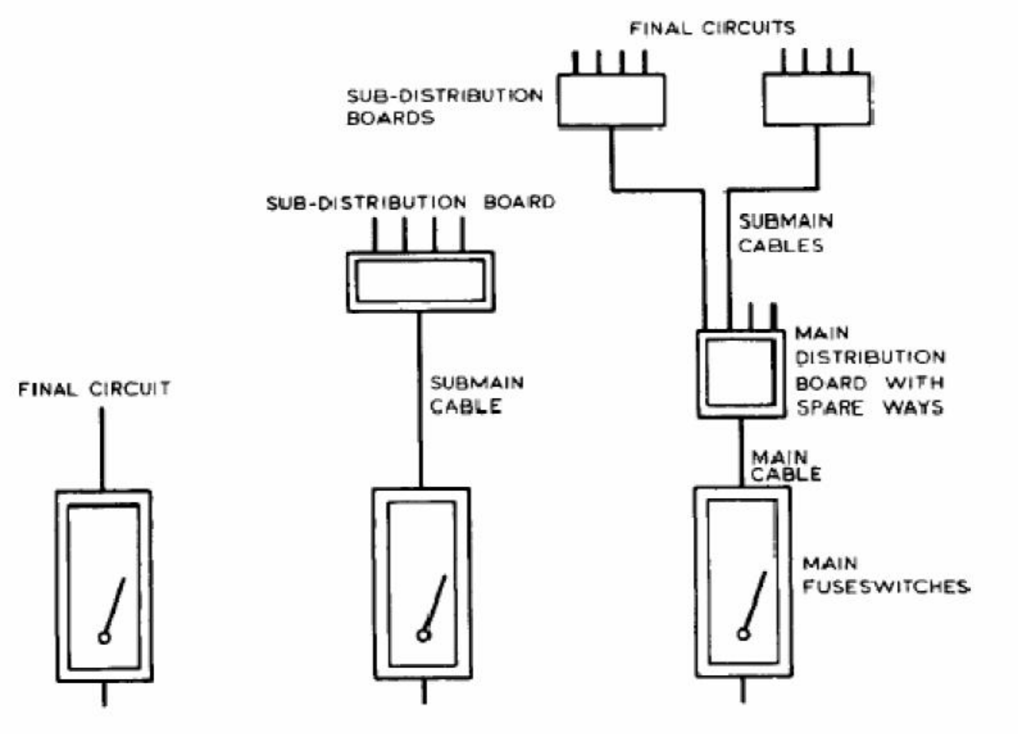
Final Circuits နှင့်သက်ဆိုင်သော Regulations များ

IEE Regulation 314- 01-04 တွင် installation တစ်ခုတွင် တစ်ခုထက်ပိုသော final circuit ပါရှိသည်ဆိုပါက ယင်းတို့ တစ်ခုစီအတွက် final board တွင် သီးခြားစီသွယ်တန်းထားပေးရမည် ဟု ဖော်ပြထားကာ final circuit တစ်ခုစီအတွက် ဝါယာသွယ်တန်းရာတွင် အခြားသော final circuit များနှင့် လျှပ်စစ်သဘောသဘာဝအရ သီးခြားဖြစ်စေရပါမည်။

Fuse သို့မဟုတ် circuit breaker (overcurrent device) ၏ ပုံမှန်လျှပ်စစ်ပမာဏ နှင့် cable တို့သည် final circuit အမျိုးအစားပေါ်တွင် တည်မှီသည်။ Final circuit အမျိုးအစားများအား အောက်ပါအတိုင်း ခွဲခြားနိုင်ကာ

ယင်းတို့အားလုံးလိုလိုအတွက် conductor အရွယ်အစား စီစဉ် သတ်မှတ်ခြင်းနှင့် overcurrent device ၏ rating ကို သတ်မှတ်ခြင်းတို့အတွက် သီးခြား treatment များ လိုအပ်ပေသည်။

- Fixed equipment သို့မဟုတ် 2A socket များ အားလျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးနိုင်သည့် final circuit
- BS1363 နှင့် သက်ဆိုင်သော 13A socket များအတွက် final circuit
- BS 196 အရ socket များ (5A, 15A နှင့် 30A) တို့အတွက် final circuit
- BS EN 60309-2 (Industrial types 16 A မှ 125A) socket များ အတွက် final circuit
- Fluorescent သို့မဟုတ် အခြားသော discharge lighting များအတွက် final circuit
- Motor များအတွက် final circuit
- Cooker များအတွက် final circuit



ပုံ ၅.၁ distribution board များ connecting လုပ်ရန် သီးခြား နည်းကိုပြသော Single Line Diagram

Table 5.1 *Overcurrent protection of lampholders (IEE Table 55B)*

Type of lampholder as designated in BS EN 60238 and BS EN 61184		*Maximum rating of overcurrent protective device protecting the circuit (A)*
Bayonet (BS EN 61184)	B15	6
	B22	16
Edison screw (BS EN 60238)	E14	6
	E27	16
	E40	16

Fixed equipment သို့မဟုတ် 2A socket များ အားလျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးနိုင်သည့် final circuit

ယင်းသို့သော final circuit လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးပို့နိုင်မည့် point အရေအတွက်ကို ယင်းတို့ အတွက် aggregate demand ဖြင့် ကန့်သတ်ထားကာ ဇယား ၅.၂ တွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း ဆုံးဖြတ်ပါသည်။ Diversity ကို အသုံးပြုမည်မဟုတ်ပေ။ ဥပမာအားဖြင့် 230V supply ဖြင့် သွယ်တန်းသုံးစွဲမည့် လျှပ်စစ်မီးသီး၊ မီးချောင်းများ ပါဝင်သော final circuit တစ်ခုတွင် တစ်ခုတစ်ခုစီလျှင် 100W ရှိ တန်စတင်ပွိုင့်အရေအတွက် ၃၆ ပွိုင့်မျှ တပ်ဆင်နိုင်ပေသည်။ ယင်းဥပမာအရ Regulation မှ ယင်းသို့ တပ်ဆင်နိုင်ရန် ခွင့်ပြုသော်လည်း ယင်းတို့တပ်ဆင်မှုအတွက် overloading သို့မဟုတ် အန္တရာယ်ကျရောက်နိုင်မည်လား ဆိုသည့် မေးခွန်းများ မရှိသော်လည်း အသုံးပြုသူအတွက် စိတ်အနှောက်အယှက်ဖြစ်စေသည့် ဆိုးရွားသော လျှပ်စစ်တပ်ဆင် မှုကို ဖြစ်စေနိုင်ပါသည်။ နေအိမ်အတွက် အသေးစား လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှုတစ်ခုတွင်ပင် lighting point များ ပါဝင်သော circuit များ အား နှစ်ခုထက်မနည်း တပ်ဆင်ကြပါသည်။

Regulation အတော်များများသည် စီစဉ်သူအား လွတ်လွတ်လပ်လပ်စီစဉ်လုပ်ကိုင်နိုင်စေရန်ခွင့်ပြုထားကာ ထိုသို့ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြင့် ထူးခြားသော အခြေအနေများနှင့် ကြုံတွေ့သောအခါတွင် မလိုလားအပ်သော ကန့်သတ်မှု များ မဖြစ်ပေါ်နိုင်တော့ပေ။ စီစဉ်သူသည် မည်သို့သော အကြောင်းကြောင့် ယင်းကဲ့သို့လျှပ်စစ်တပ်ဆင်သည်၊ တစ်ခုခုဖြေရှင်းစရာ ဆုံးဖြတ်စရာ ရှိလာလျှင်လည်း အဆုံးအဖြတ်ပေးနိုင်ရန် လုံလောက်သော အတွေ့အကြုံရှိရ မည်ဖြစ်သည်။

နေအိမ်များတွင် lighting circuit များအား တပ်ဆင်ရာတွင် ယေဘုယျအားဖြင့် အမြင့်ဆုံးလျှပ်စီး 6A မျှသာရှိစေသည်။ ယင်းသို့သော circuit များတွင် 6A fuse သို့မဟုတ် circuit breaker ကိုသုံးစွဲပြီး၊ derating factor ပေါ်မူတည်ကာ 1.00mm^2 cable များ အသုံးပြုကာ ဝါယာသွယ်တန်းပြီး၊ တွဲလောင်းချမည့် မီးသီး၊ မီးချောင်းများအတွက် 0.75mm^2 flexible cord များ အား သုံးစွဲကြပါသည်။ Rewirable fuse များအနေဖြင့် 6A fuse

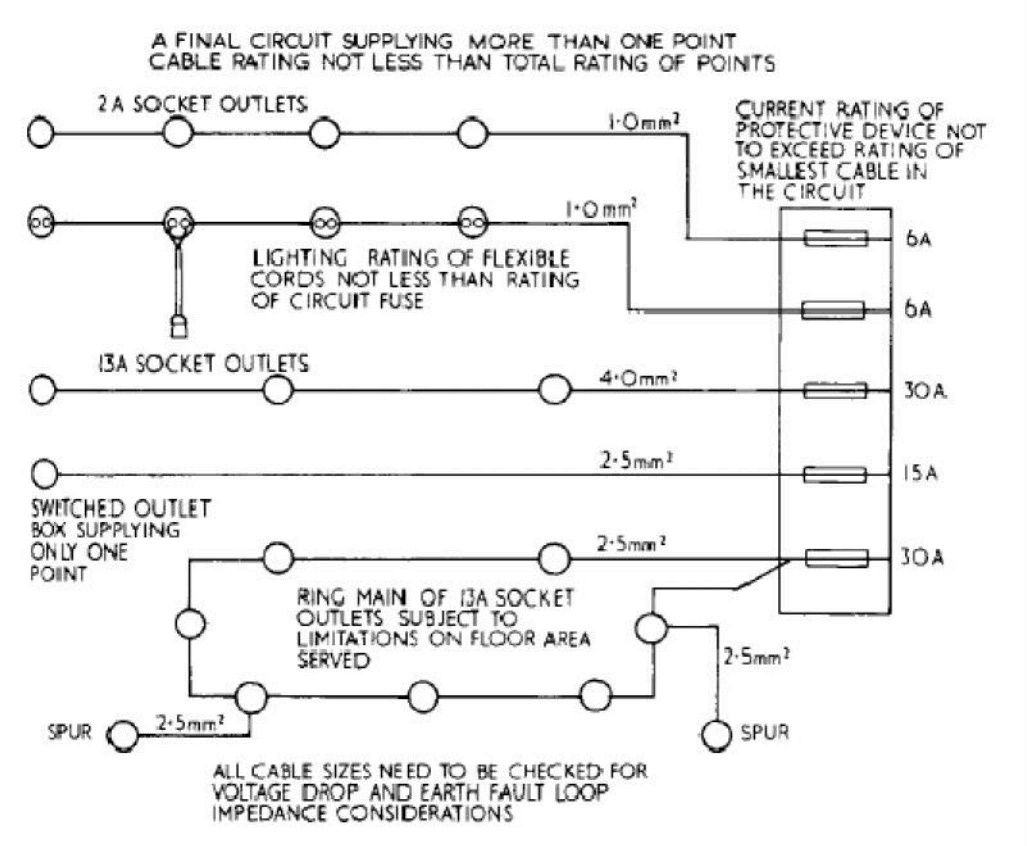
အား ယင်းထက်ကြီးသော fuse wire ဖြင့် အစားမထိုးသုံးစွဲခြင်း မပြုပါဟု အာမ မခံနိုင်ပေ။ ယင်းသို့ ဖြစ်ခဲ့ပါက မှန်ကန်သော overcurrent protection အဖြစ် သေချာစေရန် ကြိုတင်ပြင်ဆင်မှုများ ပြုထားရပါမည်။

အကယ်၍ 2A socket outlet တစ်ခုသည် အနည်းဆုံး 0.5A demand ရှိနေသည်ဟု ယူဆပါက BS546 အရ 2A socket outlet များ တပ်ဆင်ထားသော circuit သည် 6A ထက် မပိုသော လျှပ်စီး စီးနေစေခြင်းကြောင့် အများဆုံး 2A socket outlet ဆယ်ခုမျှ ယင်း circuit တွင် တပ်ဆင်သုံးစွဲနိုင်ပေသည်။

Table 5.2 *Suggested assumptions for current demand of equipment*

Point of utilisation of current-using equipment	*Current demand to be assumed*
(a) Socket outlets other than 2 A socket outlets	Rated current
(b) 2 A socket outlets	At least 0.5 A
(c) Lighting outlet*	Current equivalent to the connected load, with a minimum of 100 W per lampholder
(d) Electric clock, electric shaver supply unit, shaver socket outlet (complying with BS 4573), bell transformer, and current-using equipment of a rating not greater than 5 VA	May be neglected
(e) Household cooking appliance	The first 10 A of the rated current plus 30% of the remainder of the rated current plus 5 A if a socket outlet is incorporated in the control unit
(f) All other stationary equipment	British Standard rated current, or normal current

* For discharge lighting a multiplication factor of 1.8 should be applied to allow for control gear currents.



ပုံ ၅.၂ Final Circuits။ point အရေအတွက်၊ loading နှင့် cable များနှင့် flexible များ တို့၏ အရွယ်အစားများအား ပုံဖြင့်ပြသမှု

အဘယ်ကြောင့် flexible cord များ၏ အရွယ်အစားသည် ယင်း circuit ၏ fuse သို့မဟုတ်overcurrent device နှင့် ဆက်စပ်နေပါသနည်း။

မီးသီး၊ မီးချောင်း စသည်တို့နှင့် သို့မဟုတ် plug များသို့ ဆက်သွယ်ထားသော ဆက်သွယ်ထားသော flexible cord များ တို့သည် ကောင်းမွန်စွာ အရွယ်အစား သတ်မှတ်ထားခြင်းဖြင့် ယင်း circuit အား protect လုပ်ထားမည့် fuse ၏ rating နှင့် တူမျှသွားပေမည်။ (IEE Regulation 433-02)

Lighting circuit တစ်ခုအား 16A HBC fuse သို့မဟုတ် circuit breaker ဖြင့် protect လုပ်မည်ဆိုပါက pendant တစ်ခုစီတွင် အသုံးပြုသော flexible cord သည် လုံလောက်သော အရွယ်အစား ဖြစ်နေစေရန် အရေးကြီးပါသည်။ အကယ်၍ 0.50mm^2 ရှိ flexible cord များ ကို circuit ရှိ pendant တွင် တပ်ဆင်သုံးစွဲပြီး ယင်း flexible cord ကို 3A မျှသော လျှပ်စီးသာ စီးဆင်းစေနိုင်ရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားခဲ့ပါက over load ဖြစ်ချိန်၌ circuit protection မလုပ်မီတွင်ပင် အန္တရာယ် ရှိလောက်အောင် ပူနေနိုင်ပေသည်။ ထို့ကြောင့် ယင်းသို့သော flexible cord များအား အမြဲတမ်းစေနေမည့် လျှပ်စီး 16A အတွက် (1.5mm^2) သင့်လျော်နေစေရပါမည်။

Industrial Installation များတွင် final lighting circuit များအား 16A အထိ အသုံးပြုနိုင်ရန် မကြာခဏ လိုအပ်တတ်ပါသည်။ ထိုသို့ အသုံးပြု ရခြင်းမှာ 300W, 500W သို့မဟုတ် 1000W ရှိ lamp များ သည် circuit တစ်ခုတည်းတွင် သွယ်တန်းထားခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ commercial နှင့် industrial lighting installation များ တွင် light များအားလုံးလိုလို ကို ကာလရှည်ကြာ ဖွင့်ထားရသည့်အတွက် diversity factor ကို အမြဲ အသုံးပြုရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ ယင်းအချက်က planning stage မှာ ပင် အသိသညာနှင့် အတွေ့အကြုံ မည်မျှ လိုအပ်သည်ကို ပြနေပေသည်။

Point တစ်ခုထက်ပိုသော နေရာများသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပို့လွတ်ရန် အတွက် cable များ၏ အရွယ်အစား သို့မဟုတ် circuit များအား တွက်ချက်ရာတွင် ဆက်သွယ်ထားသော စုစုပေါင်း load အပေါ်တွင် တွက်ချက်ရမည်ဖြစ်ကာ အသုံးပြုမည့် wiring system ပေါ်မူတည်ကာ ambient temperature၊ grouping နှင့် voltage drop စသည်တို့အား IEE Regulation ၏ Appendix 4 မှ သက်ဆိုင်ရာ ဇယားများကို အသုံးပြုကာ လိုအပ်သလို ညှိနှိုင်းချိန်ညှိနိုင်ပါသည်။ ယင်း circuit များအား controlling လုပ်ရန်အတွက် protective device များ၏ rating သည် circuit conductor တွင် အမြဲ တသမတ်တည်း သယ်ဆောင် စီးဆင်းမည့် current ပမာဏထက် မကျော်လွန်စေရပေ။

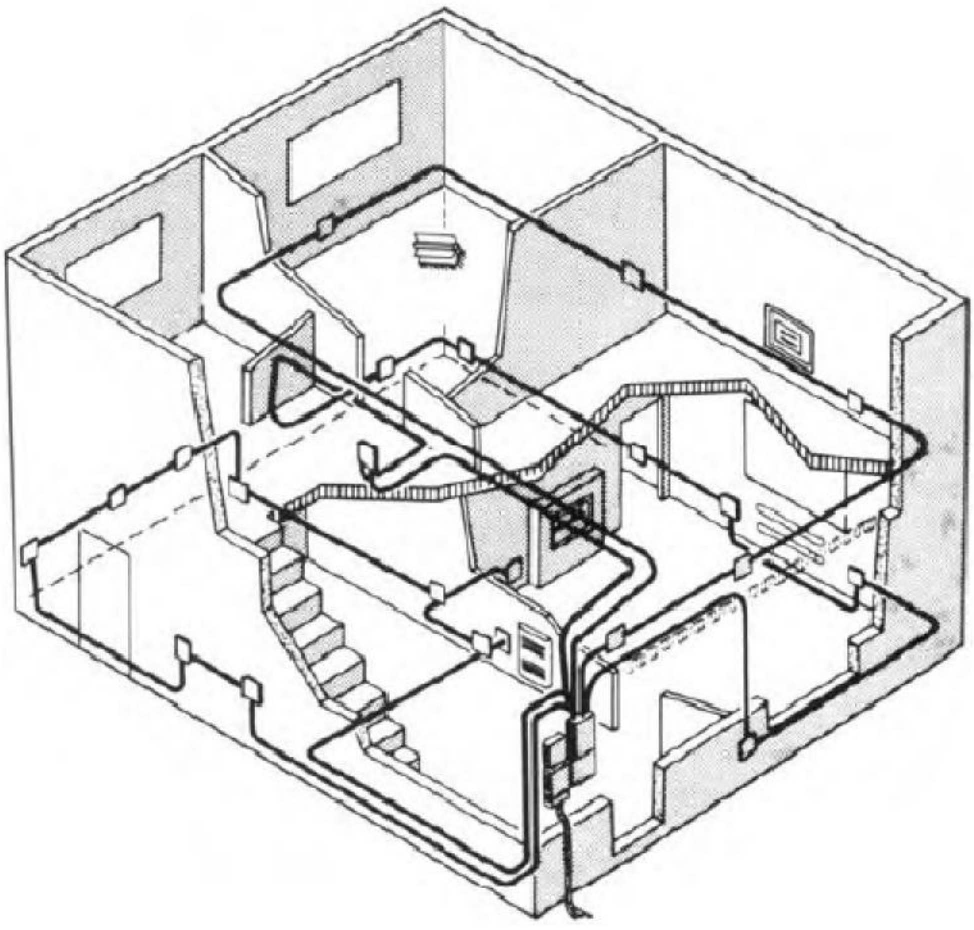
Conductor ၏ လျှပ်စီးသယ်ဆောင်နိုင်သော ပမာဏ သည် table များတွင် ဖော်ပြထားသလို ပုံမှန် လျှပ်စီး ဖြစ်ရန်မလိုအပ်ပေ။ ambient temperature၊ grouping သို့မဟုတ် voltage drop တို့ကြောင့် ပိုမိုကြီးမားသော cable ကို အသုံးပြုရပါက၊ ယင်း cable ၏ rating သည် ယင်း circuit အတွက် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားသော လျှပ်စီးပမာဏဖြစ်ရပေမည်။ ဥပမာအားဖြင့် ယင်း circuit အား 15A သယ်ဆောင်နိုင်အောင် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားခဲ့ပါက derating factor ကြောင့် 2.5mm^2 cable ကို အသုံးပြုကာ wire သွယ်တန်းရမည်ဖြစ်ကာ ယင်း cable ၏ rating သည် I_{tab} x G ဖြစ်ကာ ဇယားများတွင် ဖော်ပြထားသကဲ့သို့ ပုံမှန် 24A မဟုတ်ပေ။ IEE Regulation 433-02 တွင် ယင်းသို့သော ဒီဇိုင်းများအတွက် မည်သို့ ယူဆ စဉ်းစား ရမည့် လိုအပ်ချက်များကို ဖော်ပြထားကာ ယင်းနှင့် သက်ဆိုင်သော ဥပမာများအား အခန်း ၂ တွင် ပါရှိပါသည်။

BS EN 60589 နှင့်သက်ဆိုင်သော Luminaire track system များအား point တစ်ခုတည်းအဖြစ် ယူဆကာ luminary တစ်ခုချင်းစီအတွက် protection fuse များ ပါရှိရပါမည်။ အသုံးပြုရန်အတွက် မှန်ကန်သော cable size ကို တွက်ချက်ရာတွင် protective device ၏ rating ကို ယင်းနှင့် ဆက်သွယ် သုံးစွဲမည့် load အဖြစ် မှတ်ယူရပါမည်။

BS1363 နှင့် သက်ဆိုင်သော 13A socket များအတွက် final circuit

Fuse ပါရှိသော plug နှင့် နေအိမ်သုံး socket outlet အတွက်လိုအပ်သော Standard ကို လေ့လာနိုင်စေရန် ၁၉၄၄ ခုနှစ်တွင် Institution of Electrical Engineers ၏ ဦးစီးကော်မတီမှ မှတ်ချက်ပြုကာ Electrical Installations in post war buildings (Post War Building Study No. 11) တွင် အစီရင်ခံထားပါသည်။

နေအိမ်အတွင်းရှိ ပုံစံနှင့် အရွယ်အစားမျိုးစုံ ရှိကြသော socket outlet များ နှင့် plug များသည် ယင်းအိမ်တွင်နေထိုင်သူတို့အား စိတ်အနှောင့်အယှက်ဖြစ်စေပါသည်။ ယင်းပြဿနာအား ပြေရှင်းစေရန် ရှိရှိသမျှသော socket များ နှင့် plug များအား အခါအခွင့်သင့်သည်နှင့် standard ပြုထားသည့် socket outlet ဖြင့် အစားထိုးရန် ကော်မတီမှ အကြံပြုပါသည်။



ပုံ ၅.၃ 13A socket outlet များအား ring circuit များအနေဖြင့် 100mm^2 ကြမ်းခင်းဧရိယာရှိ အိမ်ငယ်တစ်ခုတွင် စီစဉ်ထားပုံ

Fuse plug နှင့် 13A socket တို့ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် အဓိက အကျိုးမှာ 3kW (13A at 230V) ထက်မကျော်သော load ရှိ မည်သည့် ပစ္စည်း အား မည်သည့် 13A socket တွင်မဆို လုံခြုံစိတ်ချစွာ တပ်ဆင်သုံးစွဲနိုင်ကာ တစ်စုံစရာသော အခြေအနေတွင် ကြိုက်နှစ်သက်ရာ circuit တွင်လည်း socket အရေအတွက် အကန့်အသတ်မရှိ တပ်ဆင်သုံးစွဲနိုင်ပါသည်။

ဒီဇိုင်းပြုစုသူအတွက် အမြဲရင်ထဲတွင် မှတ်သားထားရမည့်အချက်မှာ outdoor equipment များ ကို မည်သို့ အသုံးပြုမည်ဆိုခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ IEE Regulation 471-16-01 တွင် outdoor နေရာများတွင် portable equipment များကို socket out တစ်ခုဖြင့် အသုံးပြုမည်ဆိုပါက 30mA ထက် မပိုသော residual current ကို အသုံးပြုနိုင်သော Residual Current Device ကို အသုံးပြုကာ protection လုပ်ထားရပေမည်။ ယင်းသို့လုပ်ဆောင်နိုင်မည့် နည်းလမ်းများစွာအနက် တစ်ခုကို ပုံ ၅.၄ တွင် ပြထားပါသည်။

ပုံ၅.၄ 13A socket outlet များအား 30mA residual current device နှင့်တွဲလျှက် ရရှိနိုင်ပါသည်။ ယင်းသည် IEE Regulations မှ RCD protect လုပ်ထားသည့် socket များလိုအပ်မှု နှင့် တစ်ခုသို့မဟုတ် နှစ်ခုမျှသော protected socket များသာလိုအပ်သော အခြေအနေများ စသည့် လိုအပ်ချက်များအား ပြေလည်စေနိုင်ပါသည်။ (Ashley and Rock Ltd)

Circuit Arrangements 13A socket များ အတွက် standard circuit arrangement များအတွက် recommendation များ အား IEE On-Side Guide တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။ 13A socket များအား final circuit များတွင် အောက်ပါအတိုင်း wire သွယ်တန်း တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။ (ambient temperature၊ grouping သို့မဟုတ် voltage drop တို့အပေါ်တွင် မူတည်ကာ အပြောင်းအလည်း ရှိနိုင်ပါသည်။)

(က) ကြမ်းပြင်ဧရိယာ 100mm^2 ထက်မကျော်လွန်သော နေရာ ရှိ final circuit တွင် အရေအတွက် အကန့်အသတ်မရှိသော socket outlet များကို 2.5mm^2 အရွယ်ရှိ PVC Insulated Cable များ (သို့မဟုတ် 1.5mm^2 အရွယ် ရှိသော MI cable များ) အား ring ပုံသဏ္ဍာန် သွယ်တန်းကာ 30A သို့မဟုတ် 32A overcurrent protection device အသုံးပြုကာ ကာကွယ်ထားခြင်း။

(ခ) ကြမ်းပြင်ဧရိယာ 50mm^2 ထက်မကျော်လွန်သော နေရာ ရှိ final circuit တွင် အရေအတွက် အကန့်အသတ်မရှိသော socket outlet များကို 4mm^2 အရွယ်ရှိ PVC Insulated Cable များ (သို့မဟုတ် 2.5mm^2 အရွယ် ရှိသော MI cable များ) အား radial circuit ပုံသဏ္ဍာန် သွယ်တန်းကာ 30A သို့မဟုတ် 32A overcurrent protection device အသုံးပြု ကာ ကာကွယ်ထားခြင်း။

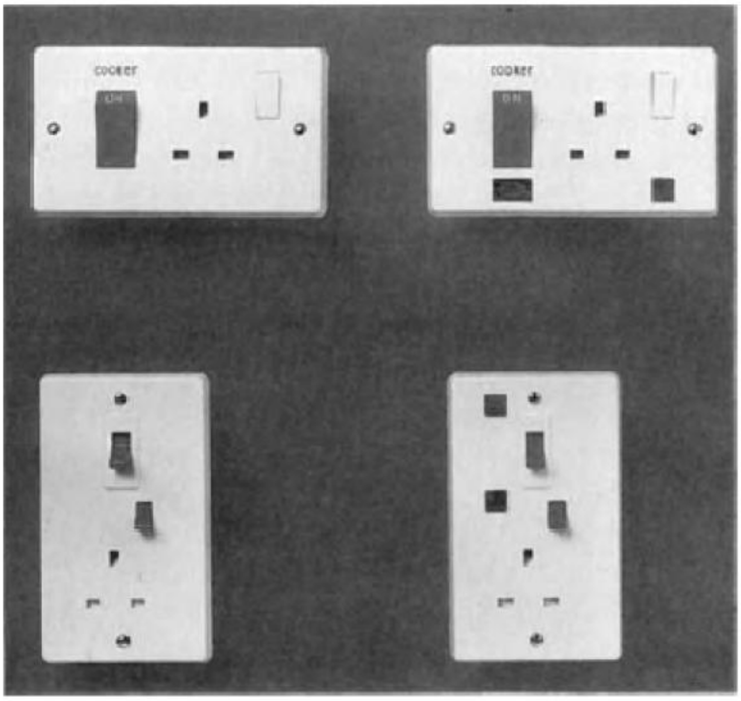
(ဂ) ကြမ်းပြင်ဧရိယာ 20mm^2 ထက်မကျော်လွန်သော နေရာ ရှိ final circuit တွင် အရေအတွက် အကန့်အသတ်မရှိသော socket outlet များကို 2.5mm^2 အရွယ်ရှိ PVC Insulated Cable များ (သို့မဟုတ် 1.5mm^2 အရွယ် ရှိသော MI cable များ) အား radial circuit ပုံသဏ္ဍာန် သွယ်တန်းကာ 20A ထက်မပိုသော overcurrent protection device အသုံးပြု ကာ ကာကွယ်ထားခြင်း။

ယင်းကဲ့သို့သော circuit များတွင် Spur များကိုလည်း တပ်ဆင်ထားကြပေမည်။

မှတ်သားရန်မှာ - ဒီဇိုင်းပြုစုသူသည် ယင်းသို့သော standard circuit များအား အသုံးပြုသော်လည်း ယင်း circuit သည် expected load အတွက် သင့်လျော်သေချာနေစေရန် တာဝန်ရှိပေသည်။ ထို့အတူ voltage drop နှင့် earth fault loop impedance တန်ဘိုးများသည် သင့်လျော်သော ပမာဏများ ရှိနေစေကာ overload protection device ၏ breaking capacity သည် လုံလောက်သော မြင့်မားမှု ရှိနေစေရပါမည်။

အကယ်၍ ကြမ်းပြင်ဧရိယာ တစ်ခုအတွက် estimated load သည် အထက်က ဖော်ပြထားခဲ့သော protective device ထက်ကျော်လွန်နေပါက ယင်းနေရာအတွက် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးပို့မည့် circuit အရေအတွက်ကိုလည်း အလိုက်သင့် တိုးပေးရပါမည်။

ဥပမာအားဖြင့် kitchen တစ်ခု သည် ကြမ်းပြင်ဧရိယာ 20mm^2 ထက်မကျော်သော်လည်း ယင်းအတွက် estimated load (cooker မှ လွဲ၍) သည် 20A ထက်ကျော်လွန်ပေမည်။ ယင်းသို့သော အခြေအနေတွင် သတ်မှတ် ပြီးသော သို့မဟုတ် ခန့်မှန်း load တို့ အတွက် 13A socket circuit များအား လုံလောက် စွာ wire သွယ်တန်းပေးထားရပါမည်။ အသေးဆုံးသော နေအိမ်ပင်ဖြစ်နေစေကာမူ socket outlet များအတွက် အနည်း ဆုံး circuit နှစ်ခု ရှိနေစေ သင့်ပါသည်။

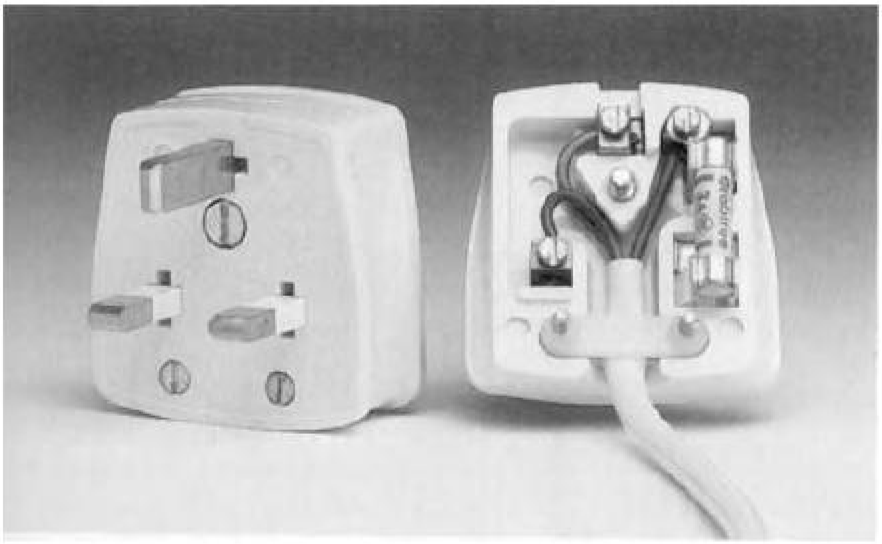


ပုံ ၅.၅ indicator light ပါသော cooker control unit နှင့် မပါသော control unit များ

Spurs

Fuse မပါသော spurs - Spur တစ်ခုသည် 13A circuit တစ်ခုနှင့် ဆက်သွယ်ထားသော cable branch တစ်ခုပင်ဖြစ်ပါသည်။ 13A circuit သို့ ဆက်သွယ်ထားသော Fuse တပ်မထားသော spur အရေအတွက်သည် ယင်း circuit သို့ တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်ထားသော socket အရေအတွက် စုစုပေါင်းထက် မကျော်လွန်ရပေ။ spur တစ်ခုတွင် socket outlet တစ်ခုတည်း သို့မဟုတ် socket outlet နှစ်ခုတွဲ သို့မဟုတ် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော appliance တစ်ခုထက်မပိုသင့်ပေ။ Fused မပါသော spur များအား အနီးဆုံးသော socket ၏ terminal များမှ ဖြစ်စေ circuit တွင် ရှိသော joint box မှ ဖြစ်စေ တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။ Fuse မပါသော spur အတွက် cable အရွယ်အစားသည် circuit cable အရွယ်အစားနှင့် တူညီရပါမည်။

Fuse ပါသော spur များ - Fused spur ကဲ့သို့ဖြစ်နေသော cable တစ်ခုအား ring circuit သို့ ဆက်သွယ်ရာတွင် fuse connection unit သို့မဟုတ် spurbox အားဖြင့် ဆက်သွယ်ပါသည်။



ပုံ ၅.၆ အသုံးပြုမည့် appiliance တွင် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော 13A plug ဖြစ်ကာ ယင်းတွင် ထို appliance အား သီးခြား protect လုပ်ရန်အတွက် အမြင့်ဆုံး 13A အထိရှိသော သင့်လျော်သော ပမာဏရှိသည့် fuse တစ်ခုကို တပ်ဆင်ထားသည်။ (crabtree Electrical Industries Ltd)

ယင်း unit တွင် အသုံးပြုသော fuse ၏ rating သည် spur အဖြစ်အသုံးပြုသော cable ၏ rating ထက် မကျော်လွန်သင့်ပဲ 13A ထက်လည်း မပိုသင့်ပါ။

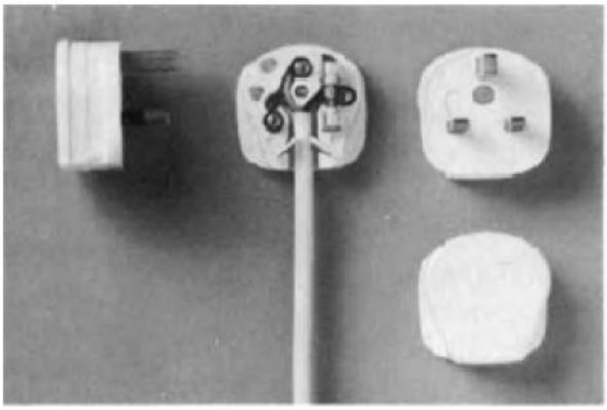
Ring သို့ ဆက်သွယ်သော fuse တပ်ထားသော spur အရေအတွက် ကို မကန့်သတ်ထားပါ။ fuse တပ်ထားသော spur အတွက် အသုံးပြုမည့် cable ၏ အသေးဆုံးအရွယ်အစားသည် copper conductor များကို အသုံးပြုထားသော 1.5mm^2 PVC cable သို့မဟုတ် copper conductor များ အသုံးပြုထားသော 1.0mm^2 MI cable များ ဖြစ်ရပါမည်။

13A circuit များတွင် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော (plug နှင့် socket တစ်ခုဖြင့် ဆက်သွယ်မထားသော) ပစ္စည်းများ အား 13A ထက်မကျော်သော fuse နှင့် d.p (double pole) switch တစ်ခု သို့မဟုတ် fuse တပ်ထားသော connection ယူနစ် တစ်ခု ဖြင့် protect လုပ်ထားရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းသည် appliance နှင့် သီးခြားဖြစ်နေ စေရမည်ဖြစ်ပြီး accessible position တွင် ရှိရပါမည်။

13A circuit များကဲ့သို့သော socket များ အား planning လုပ်ရာတွင် ယင်းတို့သည် general purpose သုံးရန်အတွက်သာ စီစဉ်တပ်ဆင်ရန်ဖြစ်ကာ floor warming အပါအဝင် heating installation များအား အသုံးပြုမည့် load ပေါ်မူတည်ကာ circuit ထားရှိသင့်ပြီး 13A socket များကို အသုံးမပြုသင့်ပေ။

Electrical Installation Industry Liaison Committee မှ domestic premies အတွင်း တပ်ဆင်အသုံးပြုရန် သတ်မှတ်ပေးထားသော 13A socket outlet အနည်းဆုံးအရေအတွက် ကို အောက်တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

kitchen	4 twin
living room	6 twin
dining room	3 twin
double bedroom	4 twin
single bed/sitter	4 twin



ပုံ ၅.၇ အတွင်းပိုင်းတွင် fuse နှင့် cable grip တို့ပါဝင်သော 13A plug တစ်ခုကိုမြင်ရပုံ။ BS 1363 ၏ နောက်ဆက်တွဲ ၂ အရ 13A plug တို့တွင် sleeved pins များ ပါရှိရပါမည်။ (MK Ltd)

single bedroom/study	3 twin
teenager's room	1 twin
landing/stairs	1 twin
garage	2 twin
hall	1 twin
store/workroom	1 twin
central heating boiler	1 twin.

13A pulg များအတွက် Fuselink များ - 13A plug များ အတွက် special fuselink များကို BS 1362 အရ 3A နှင့် 13A တို့အဖြစ် standard ဒီဇိုင်းပြုထားသော်လည်း၊ အခြားသော rating များ လည်း ရရှိနိုင်ပါသေးသည်။

Fuse တပ်ဆင်ထားသော plug များအတွက် Flexible Cord များ

3A fuse အတွက် 0.50mm^2

13A fuse အတွက် 1.25mm^2

Portable apparatus များနှင့် အသုံးပြုသော flexible cord များ အားလုံးသည် circular sheathed type ဖြစ်ရမည်ဖြစ်ပြီး twin twisted သို့မဟုတ် parallel type မဖြစ်သင့်ပေ။ plug များတွင် fuse ပါရှိသည့်အတွက် short

circuit ဖြစ်ခြင်း သို့မဟုတ် overload ဖြစ်ခြင်းတို့ကဲ့သို့သော fault များဖြစ်ပေါ်လာသောအခါတွင် plug အတွင်းရှိ local fuse သည် ပြတ်တောက်ပေးရမည်ဖြစ်ခြင်းကြောင့် circuit သို့ ဆက်သွယ်ထားသော အခြား socket outlet များအား သက်ရောက်မှု ရှိမည် မဟုတ်ပေ။ fault အား ရှာဖွေတွေ့ရှိကာ ပြင်ဆင်မှုပြုပြီးနောက်တွင် plug အတွင်းရှိ fuse ကို အစားထိုး တပ်ဆင်ပေးရန်သာ လိုအပ်ပါသည်။

Non-domestic premises များအတွက် 13A circuit - Industrial၊ commercial နှင့် အလားသဏ္ဍာန်တူသော နေရာများတွင် domestic premises များတွင် အသုံးပြုသော rule များကိုပင် အသုံးပြုကာ final circuit cable များအား သင့်လျော်သော overcurrent devices များဖြင့် protect လုပ်ရပါမည်။

တစ်ခါတစ်ရံတွင် domestic premises များနှင့် နှိုင်းယှဉ်သည်ထက်ပိုသော အလွန်များပြားသည့် socket များကို circuit တစ်ခုတည်းတွင် တပ်ဆင်ကြပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် ဓါတ်ခွဲခန်းကဲ့သို့သော နေရာများတွင် socket များအား သုံးစွဲရ လွယ်ကူစေရန် bench များတွင် တစ်ခုနှင့် တစ်ခု အနည်းငယ်စီခြားကာ တပ်ဆင်သုံးစွဲရန်လိုအပ်ပါသည်။ တစ်ကြိမ်အတွက်လိုအပ်သော စုစုပေါင်း current ပမာဏသည် အတော်အတန် နည်းသည်ဖြစ်ရာ 20A radial သို့မဟုတ် ring circuit တွင် 20A fuse သို့မဟုတ် circuit breaker ကို အသုံးပြုကာ protection လုပ်ကြပြီး 2.5mm^2 PVC cable များဖြင့် wire သွယ်တန်းလိုက်သည်နှင့် socket အတော်များများ အတွက် အသုံးပြုနိုင်ပေသည်။ ယင်းတွင် အသုံးပြုလိုသော ဇရိယာသည် IEE On-site guide တွင် ဖော်ပြထားသော standard circuit arrangement နှင့် သက်ဆိုင်မှု ရှိရပေမည်။

BS 196 နှင့် သက်ဆိုင်သော socket outlet များအတွက် final circuit

Industrial type socket နှင့် plug များအား အမြင့်ဆုံး 250V ဖြင့် အသုံးပြုနိုင်သည့် 5A၊ 15A နှင့် 30A အရွယ်အစားများ အဖြစ် ပြုလုပ်ထားပါသည်။ ယင်း socket များအား 250V အများဆုံးအောက် မည်သည့် ဗို့အားတွင်မဆို အသုံးပြုနိုင်ကာ ယင်းတို့၏ voltage နှင့် current အား အမှတ်အသား ပြုပေးထားရမည်။ keyway ပါသော system တစ်ခုတွင် သတ်မှတ် ဗို့အားတစ်ခုအတွက် plug များအား အခြားသော ဗို့အား ရှိနေသည့် socket များအတွင်းသို့ ထည့်သွင်း၍ မရပေ။ 6V မှ 250V အတွင်း supply voltage အတော်များများ အား keyway များပါသော system အဖြစ်အသုံးပြုကြပါသည်။

Plug များအား BS 1361 အတိုင်း single-pole သို့မဟုတ် double-pole ပုံစံ fuse များအား plug ကိုယ်ထည်အတွင်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ခြင်း သို့မဟုတ် BS 196 အရ plug အတွင်း fuse pin များ ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ကြပါသည်။

Main နှင့် ဆက်သွယ်ထားသော ပုံမှန် supply တစ်ခုတွင် earth ချထားသော neutral ပါရှိပါက live conductor တွင် single pole fuse များကိုသာ အသုံးပြုပါမည်။ Double-pole fuse များကိုမူ secondary ၏ အလယ်မှတ်အား

earth ချထားသော double wound transformer၊ မည်သည့် pole ကိုမျှ earth ချမထားသော generator သို့မဟုတ် battery တစ်ခုနှင့် ဆက်သွယ်သောအခါတွင်သာ အသုံးပြုကြသည်။

Standard fuselink များအား အောက်ပါအတိုင်း ရရှိနိုင်ပါသည်။

5A plug များအတွက်   2A နှင့် 5A

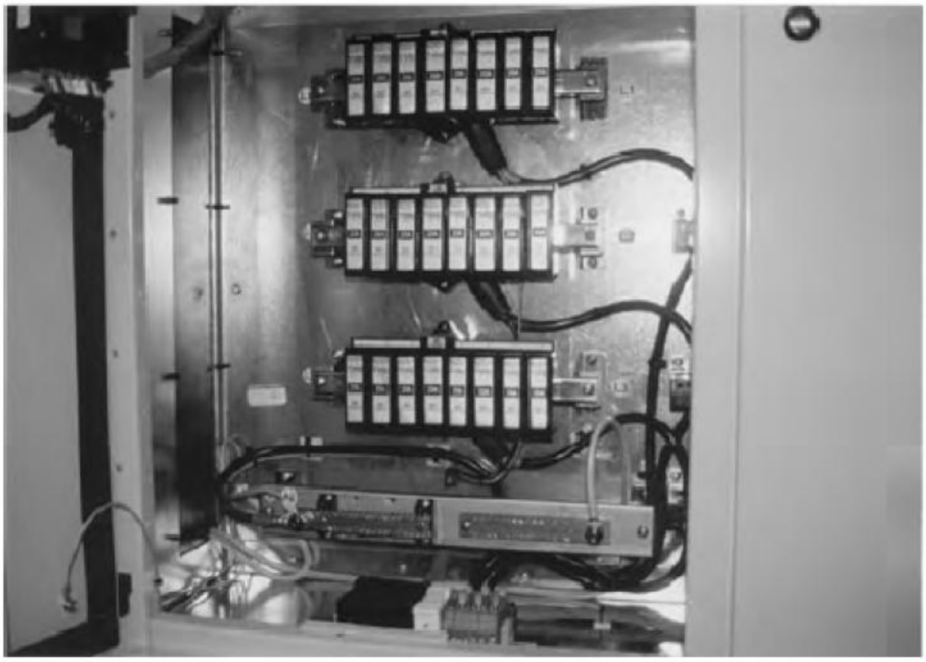
15A plug များအတွက်   2A, 5A 10A နှင့် 15A

30A plug များအတွက်   10A, 15A, 20A နှင့် 30A

Double-pole fuse များ ပါရှိသော plug များအား single-pole သို့မဟုတ် fuse မပါသော plug များအဖြစ် မပြောင်းလည်းနိုင်ပေ။

Socket များအား BS 196 အတိုင်း ring သို့မဟုတ် radial circuit များ အဖြစ် wire သွယ်တန်းကြကာ circuit တစ်ခုတွင် မရေမတွက်နိုင်သော socket များကိုတပ်ဆင်ကာ 30A ထက်မပိုသော overcurrent device ကို တပ်ဆင်သုံးစွဲကြကာ conductor ၏ အရွယ်အစားမှာလည်း overcurrent device (radial circuit) ၏ rating ထက်မနည်းပဲ သို့မဟုတ် ring circuit ဆိုပါက overcurrent device ၏ rating ထက် 0.67 အဆ အောက် မနည်းစေရပါ။

Ring circuit တွင် socket များအား wire သွယ်တန်းရာတွင် ယင်း ring တွင် spur တစ်ခုကို ဆက်သွယ်မည်ဆိုပါက 15A ထက်မကျော်သော fuselink ပါရှိသော fuse connection box ကိုသုံးကာ ဆက်သွယ်သင့်ပါသည်။ fuse မပါသော spur များအား အသုံးမပြုသင့်ပါ။



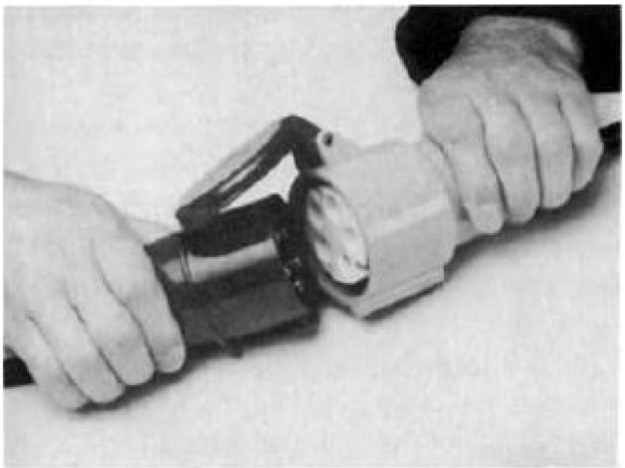
ပုံ ၅.၈ BS88 HBC Catridge Fuse များ တပ်ဆင်ထားသည့် 8-way 3-phase distribution board တစ်ခု။ panel ၏ အောက်ခြေရှိ common busbar များသည် outgoing neutral နှင့် circuit protective conductor များအတွက်ဖြစ်ပါသည်။ (Pandelco Ltd)

Circuit တစ်ခုစီတွင် တပ်ဆင်ထားသော socket အရေအတွက် သည် estimated maximum demand ပေါ်တွင်မူတည်သည်။ ဥပမာအားဖြင့် 30A socket များအား workshop တစ်ခုတွင် portable welder အသုံးပြုရန် install လုပ်ထားကြပေမည်။ ယင်းအား 30A circuit တွင် ဆက်သွယ်ထားခြင်းကြောင့် တစ်ကြိမ်တွင် welder တစ်လုံးသာ အသုံးပြုမည်ဟု သိနေစေသည်။ ယင်းသို့သော စီစဉ်မှုမျိုးသည် အလွန်စိတ်ချမ်းသာစေသည်။ ယင်းသို့သော workshop မျိုးတွင်ပင် 200W မျှစီအသုံးပြုမည့် portable drill အတော်များများကိုလည်း အသုံးပြုဦးမည်ဖြစ်ရာ ယင်းတို့အတွက် 5A socket များကိုလည်း လိုအပ်နေပေမည်။ အခုရေ ၂၀ ခန့်မျှသော socket များကို 20A circuit တွင် တပ်ဆင်သုံးစွဲကြပေမည်။ ယင်းအချက် တစ်ခုစီတွင် ယင်းတို့နှင့် သင့်လျော်သော rating ရှိ overcurrent device များအား တပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။

BS EN 60309 နှင့် သက်ဆိုင်သော socket outlet များအတွက် final circuit

ယင်းကဲ့သို့သော socket outlet များသည် heavy industrial type ဖြစ်ကာ ယင်းတို့သည် single phase သို့မဟုတ် three phase အတွက် သင့်လျော်ကာ scraping earth ပါရှိပါသည်။ socket များ သို့မဟုတ် plug များတွင် fuse များ မတပ်ဆင်ကြပေ။ current rating အနေဖြင့် 16A မှ 125A အထိရှိကြပါသည်။

Single- သို့မဟုတ် three-phase အတွက် 16A socket များအား radial circuit များတွင်သာ wire သွယ်တန်းကြပါသည်။ ယင်း circuit တစ်ခုတွင် socket အရေအတွက် အကန့်အသတ်မရှိတပ်ဆင်နိုင်သော်လည်း protective လုပ်မည့် overcurrent device သည် 20A ထက် မကျော်လွန်သင့်ပေ။ အကယ်၍ ယင်း 16A socket များအား fully loaded လုပ်မည်ဆိုပါက ကြိုက်ရာ circuit တွင် တစ်ခုသာ တပ်ဆင်သုံးစွဲသင့်ပါသည်။



ပုံ ၅.၉ BS EN 60309-2 ဖြစ်သော industrial plug နှင့် socket (MK Ltd)

Rating မြင့်မားစွာ သုံးစွဲလိုပါက သီးခြား circuit တစ်ခုစီဖြင့်သာ wire သွယ်တန်း တပ်ဆင်သင့်ပါသည်။ အခြားတဖက်တွင်လည်း ပြီးခဲ့သည့် ဥပမာတွင် ဆိုခဲ့သကဲ့သို့ သုံးရလွယ်ကူစေရန် socket များအား များစွာ install လုပ်ခဲ့ပါက ခွင့်ပြုနိုင်လောက်သော flexibility အတွင်းသာ သုံးစွဲသင့်ပါသည်။

ယင်းသို့သော socket များကို ပေါပေါများများ ရရှိနိုင်သောကြောင့် industrial installation များတွင် အသေးစား 3-phase motor များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးရန် အသုံးပြုကြကာ မော်တာများ၏ စုစုပေါင်း estimated load သည် 20A ထက်မကျော်ပါက ယင်းသို့သော circuit တွင် တစ်စုံတစ်ရာသော အရေအတွက် ရှိ မော်တာများ တပ်ဆင်မရနိုင်ဟု ဆို၍မရပေ။

ယခင်က ရှင်းပြခဲ့သကဲ့သို့ conductor များနှင့် protective devices များတို့ကို သင့်လျော်အောင် သတ်မှတ်သုံးစွဲရမည်ဖြစ်ကာ final circuit များ အားလုံးအတွက် တူညီသော rule များကို သာ အသုံးပြုရပါမည်။

Fluorescent နှင့် အခြားသော discharge lighting များအတွက် Final Circuit များ

Electric discharge lighting ကို အုပ်စုနှစ်စု ခွဲခြားနိုင်ပါသည်။ 200V/250V range အတွင်း operate လုပ်မည့်အုပ်စုနှင့် ဗို့အား 5000V (Phase Voltage) အထိ အသုံးပြုမည့် high-voltage အုပ်စုဟူ၍ ဖြစ်ပါသည်။ ပထမအုပ်စုတွင် 8W မှ 125W အတွင်း ရှိနိုင်မည့် tube ပုံသဏ္ဍာန် fluorescent lamp များ၊ 35W မှ 400W အတွင်း

ရှိသည့် sodium lamp များ နှင့် 80W မှ 1000W အထိရှိသော high pressure mercury vapour lamp များ နှင့် အခြားသော discharge lighting ပုံစံ အမျိုးမျိုးတို့ ဖြစ်ကြပါသည်။
ဒုတိယ အုပ်စုတွင် neon signs များနှင့် အလားသဏ္ဍန်တူသော high voltage lighting များပါဝင်ပါသည်။

Low voltage discharge lighting circuit များ ယင်းအုပ်စုအတွက် final circuit များအား ဒီဇိုင်းထုတ်ရန် သက်ဆိုင်သော Regulation များသည် tungsten lighting point များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးရန် သုံးသော final circuit များအတွက် သုံးသည့် Regulation များနှင့် တူညီပါသည်။ သို့သော် ထပ်တိုး စဉ်းစားပေးရမည့် အချက်များလည်း ရှိပါသည်။ Current rating ကို lamp နှင့် အတူသုံးစွဲမည့် choke များ သို့မဟုတ် transformer များတို့ကဲ့သို့သော control gear နှင့် ယင်းတို့၏ harmonic current များအား အခြေခံသည့် "total steady current" အပေါ်တွင် မူတည်ပါသည်။ manufacture မှပေးသည့် အချက်အလက်များ မရှိပါက watt ဖြင့်ဖော်ပြသော အမြင့်ဆုံး lamp power အား 1.8 ဖြင့်မြှောက်ကာ တွက်ချက်နိုင်ပြီး ထိုသို့ယူဆတွက်ချက်ရာတွင် power factor သည် 0.85 lagging ထက်မနည်းသင့်ပေ။
85W ရှိသော fluorescent lamp ၁၂ ခုပါဝင်သည့် circuit အတွက် loading သည် 85 x 12 x 1.8 = 1836 ဖြစ်ပေမည်။ 230V supply တွင် current သည် 1836W/ 230V = 8A ဖြစ်ပေမည်။
အချို့သော fluorescent lamp circuit များ (အထူးသဖြင့် 125W switch-start type) တို့သည် very poor characteristic နှင့် ထုတ်လုပ်သူများကြောင့် မျှော်လင့်ထားသည့် line current ကို consult လုပ်ထားသင့်ပါသည်။ အချို့သော အခြေအနေများတွင် lamp ၏ watt ဖြင့်ဖော်ပြသော rated power ကို ၂ ဖြင့် မြှောက်သင့်ပါသည်။ ဆိုလိုသည်သည်မှာ lamp တစ်ခုအတွက် line current သည် (125 x 2)/230V = 1.08A ဖြစ်ပါသည်။
Tube ပုံစံရှိသော fluorescent lamp များတွင် control gear သည် luminaire casing အတွင်း အမြဲလိုလို ထည့်သွင်းထားသော်လည်း အခြားသော h.p mercury နှင့် sodium ကဲ့သို့သော discharge lighting များတွင် control gear သည် တစ်ခါတစ်ရံတွင် luminaire မှ အတန်ငယ်ဝေးနေနိုင်ပါသည်။ ထိုသို့သော တပ်ဆင်မှုမျိုးတွင် control gear နှင့် lamp အကြား စီးမည့် current ကို စစ်ဆေး ရန်လိုအပ်ပါသည်။ remote control gear အား metal box အတွင်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းအတွက် အပူထုတ်နိုင်ရန် တိကျသေချာသော နည်းလမ်းလည်း ပါဝင်ရန်လိုအပ်ပြီး combustible materials များနှင့်လည်း နီးကပ်မနေစေရပါ။
Control gear ကို lamp များ နှင့် ဝေးသော နေရာတွင် ထားရှိခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာတတ်သော ဆိုးကျိုးမှာ inductor နှင့် lamp အကြား wiring တွင် fault ဖြစ်ပါက လက်ရှိ ရှိနေသော inductor သည် fault current ကို ကန့်သတ်ပေးခြင်းကြောင့် fuse အလုပ်လုပ်နိုင်ရန် လုံလောက်သော current ပမာဏကို မရရှိနိုင်တော့ပေ။

ယင်းကဲ့သို့သော fault ကို အလွယ်တကူ မသိရှိနိုင်ပေ။ ယင်းသို့သော circuit များတွင် fault ဖြစ်လာပါက ယင်းကဲ့သို့ ဖြစ်လာနိုင်မှု အခြေအနေကို လေ့လာစစ်ဆေးထားသင့်ပါသည်။

Circuit Switches - fluorescent circuit များအား control လုပ်သည့် circuit switch များ အား ယင်းအချက်ပေါ်မူတည်ကာ ဒီဇိုင်းထုတ်ကြပြီး၊ ယင်း circuit အတွင်း စီးမည့် current ပမာဏ ၏ နှစ်ဆ မျှ rating ကို သတ်မှတ်ထားကြကာ quick-make နှင့် slow-break switch များအား အသုံးပြုပါသည်။ Quick-break switch များသည် circuit ကို break လုပ်ရာတွင် ယင်းတို့၏ frequency wave ၏ peak တွင် break လုပ်သောကြောင့် မသုံးစွဲသင့်ပဲ ယင်းကြောင့် အလွန်မြင့်မားသော induced voltage ကိုဖြစ်စေကာ earth သို့ flash over ဖြစ်စေပါသည်။

Discharge Lighting အတွက် Polyphase Circuit များ - Industrial and Commercial installation များတွင် supply ၏ phase များ တွင် lighting point များအား ခွဲခြားထားရှိခြင်းဖြင့် တစ်ခါတစ်ရံ အကျိုးဖြစ်ထွန်း စေကာ မတူညီသော phase များတွင် lighting fitting များအား တလှည့်စီ wire သွယ်တန်း ခြင်းအားဖြင့် stroboscopic effect ကိုလျော့ကျစေပါသည်။ ယင်းသို့သော circuit များအား wiring သွယ်တန်းရာတွင် phase တစ်ခုစီအတွက် သီးခြား neutral conductor ကို ထားရှိရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတို့အား 3-phase 4 wire circuit များတွင် wire သွယ်တန်းမှု မပြုလုပ်ပါ။ ထိုသို့ ပြုလုပ်ရခြင်းမှာ ယင်းသို့သော lighting အမျိုးအစားများ တွင် အလွန်မြင့်မားသော current များ သည် neutral conductor အတွင်း စီးဆင်းစေနိုင်သောကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ မတူညီသော phase များတွင် တပ်ဆင်ထားသော luminaries များ တစ်ခုချင်းစီတွင် DANGER 400V ဟူသော သတိပေးချက်ကို တပ်ဆင်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Stroboscopic Effect - discharge lighting တွင် ရှိသော disadvantage တစ်ခုမှာ lamp များ ရှိ stroboscopic effect ဖြစ်ကာ ယင်းအချက်သည် အခြားသော အမျိုးအစားများ နှင့် ယှဉ်ပါက tubular fluorescent lamp များတွင် သိသာထင်ရှားမှု မရှိပေ။ stroboscopic effect ဖြစ်ရခြင်းမှာ voltage သည် သုညအခြေအနေသို့ရောက်ချိန်တွင် discharge arc ကို အမှန်တကယ် ငြိမ်းသတ်လိုက်သောကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသည် cycle တိုင်းတွင် ၂ ကြိမ်ဖြစ်ပေါ်ကာ 50Hz supply တွင် တစ်စက္ကန့်အတွင်း အကြိမ် ၁၀၀ ဖြစ်ပေါ်ပါသည်။ ယင်းအချက်သည် သာမန်အားဖြင့် မျက်စိဖြင့် သတိပြုနိုင်ရန် ခက်ခဲသော်လည်း ရွေ့လျားနေသော object များ ရပ်နေစဉ်၊ သို့မဟုတ် အနောက်ဖက်သို့ ဖြေးညှင်းစွာ ရွေ့လျားစဉ် သို့မဟုတ် အရှေ့ဖက်သို့ ရွေ့လျားစဉ်တွင် ယင်းကဲ့သို့သော lighting များအောက်တွင် ကြည့်ရှုစဉ်တွင် ပိုမို သိသာစေပါသည်။

Alternate lamp များ သို့မဟုတ် rows of lamp များအား မတူကွဲပြားသော phase များ တွင် တပ်ဆင်ခြင်းဖြင့် ယင်း effect အား လျော့ကျစေကာ ထိုသို့တပ်ဆင်ခြင်းဖြင့် lamp တစ်ခုမှ zero ရောက်နေချိန်တွင် ယင်းအနီး ရှိ lamp သည် normal voltage အနီးတွင် ရှိနေစေပါသည်။ နောက်ထပ်လုပ်ဆောင်နိုင်သော အချက်တစ်ခုမှာ lamp luminaires နှစ်ခု အား "lead-lag" ပုံစံ အသုံးပြုခြင်းဖြစ်ပြီး fluorescent ပုံစံ အမျိုးမျိုး နှင့် tungsten type များ အား နီးစပ်စွာ တပ်ဆင်အသုံးပြုခြင်းတို့ ဖြစ်ပါသည်။ ခေတ်မီသော fluorescent lamp များသည် မြင့်မားသော frequency ဖြင့် operate လုပ်ကြကာ phosphor ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် ယင်းတို့၏ light retention ဂုဏ်သတ္တိ ကြောင့် stroboscopic effect ကို လျော့ချနိုင်ပါသည်။

High-voltage discharge lighting circuit များ - High voltage ဆိုသည်မှာ ဉပမာအားဖြင့် ဗို့အား 1000Vac ကဲ့သို့သော low voltage ထက်ကျော်လွန်သော ဗို့အား တစ်ခုကို ဆိုလိုသည်။ IEE Regulation တွင် ယေဘုယျအားဖြင့် ဗို့အား 1000V အထိမျှ ဟု ဆိုသော်လည်း Regulation 110-01 တွင် discharge lighting နှင့် electrode boiler များ ကဲ့သို့သော ပစ္စည်းများအတွက် low voltage ထက်ကျော်လွန် အသုံးပြုသော ဗို့အားများ ပါဝင်ပါသည်။

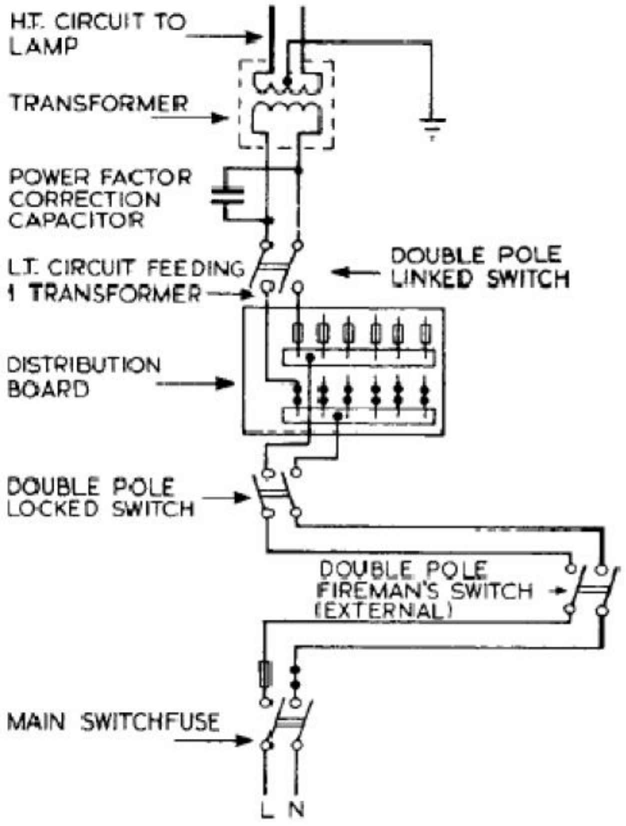
High voltage discharge lighting များတွင် အဓိက အားဖြင့် neon sign များဖြစ်ကာ ယင်းသို့သော circuit များအတွက် special regulation များ ရှိပါသည်။ ယင်းသို့သော ပစ္စည်းများကို install လုပ်ရာတွင် specialist များဖြင့်သာ လုပ်ဆောင်ကြပါသည်။

ယင်း equipment ကို တပ်ဆင်ရာတွင် British Standard BS 559 "Specification for electric signs and high-voltage luminous-discharge-tube installation" မှ ပြဌာန်းထားသော လိုအပ်ချက်များနှင့် ကိုက်ညီစေရပါမည်။ live conductor များ နှင့် step-up transformer ကို disconnect လုပ်ရန်အတွက် Linked Switch တစ်ခု ပါရှိရမည်ဖြစ်သည်။ high voltage discharge lighting circuit တစ်ခု၏ typical arrangement ကို ပုံ ၅.၁၀ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

Motor များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးပို့သည့် final circuit များ

Motor များ အား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးသော final circuit များ သည် အခြားသော final circuit များနည်းတူ regulation များဖြင့် ကိုက်ညီစေရမည်ဖြစ်သော်လည်း special consideration လည်း လိုအပ်ပါသေးသည်။ motor တစ်လုံးသို့ လျှပ်စစ် ဓါတ်အား ပေးပို့သော cable အတွက် current rating သည် motor ၏ full load current အပေါ်တွင် အခြေခံ သော်လည်း အကယ်၍ motor သည် မကြာခဏ ဆိုသလို starting လုပ်မည်ဆိုပါက starting current effect (IEE Regulation 552-01-01) ကို ထည့်သွင်းစဉ်းစားပေးရပါမည်။ မည်သည့် electric motor မဆို

0.37kW ထက်ကျော်လွန်ပါက motor overload ဖြစ်ခြင်းကို ကာကွယ်နိုင်ရန်အတွက် control equipment တစ်ပါတည်း ပါရှိနေရပါမည်။ 0.37 kW ထက်မကျော်သော motor များ အား circuit တစ်ခုတည်းဖြင့် supply လုပ်နိုင်ကာ motor တစ်လုံးစီတွင် protection ပါရှိရပါမည်။



ပုံ ၅.၁၀ h.t electric discharge lamp များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးသည့် စံပြု circuit

Isolator များ လိုအပ်မှု - motor ၊ starter နှင့် ဆက်စပ်လျှက်ရှိသော ပစ္စည်းများ (IEE Regulation 476-02-03) အားလုံးတို့အား ဗို့အား အားလုံးဖြတ် တောက်ပေးနိုင်မည့် နည်းလမ်းများ motor တိုင်းတွင် ထားရှိသင့်ပါသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ isolation switch ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် motor starter၊ motor နှင့် အခြားသော ဆက်စပ် ပစ္စည်းများ၊ control circuit နှင့် ယင်းတို့တွင် အသုံးပြုသော instrument များ အတွက် cut off pressure ကို ရရှိစေပါသည်။

တနည်းဆိုရသော် isolation လုပ်မည့် means သည် distribution board ရှိ fuse များဖြစ်ပါက (ဇယား 5.3) ပါက ယင်း distribution board အား သင့်တင့်ကောင်းမွန်စွာ နေရာချထားရပါမည်။ ဆိုလိုသည်မှာ motor starter အနီး အခန်းတစ်ခုတည်းတွင် ထားရှိသင့်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် crane ကဲ့သို့သော motor များစွာပါရှိသော machine တစ်လုံးအတွက် motor အားလုံးအား တစ်စုတည်း control လုပ်ရန်အတွက် isolator တစ်ခုတည်းသာ လိုအပ်ပါ

သည်။ သို့သော် mechanical maintenance အတွက် switching off လုပ်နိုင်ရန် အတွက် means (IEE Regulation 462-01-01) လည်းပါ ရှိရပေမည်။

Table 5.3 *HBC fuses for motor circuits*

Maximum full load current (A)	*A.C. motors direct-on-line starting (A)*	*D.C. motors and a.c. star-delta or slipring starting (A)*
1.5	5	5
3	10	5
5	15	10
7.5	30	15
10	30	30
15	60	30
20	60	60
30	100	60
50	150	100
70	200	150
100	300	200
150	400	300
170	500	400
200	600	400
250	–	500
300	–	600

The table gives the recommended sizes of HBC fuses for average conditions.

Note that for circuits other than those controlling motors and ring circuits the rating of the fuse shall not be larger than the rating of the smallest cable in the circuit.

Fusing factor

The ratio between the rating and the fusing current of an HBC fuse will depend upon its design.

Fuse manufacturers will give advice for meeting special circumstances.

Isolator အားလုံးအား သင့်လျော်အောင်နေရာချထားရမည်ဖြစ်ပြီး ယင်းတို့သည် starter အနီးတွင်ရှိရမည်ဖြစ်သည်။ သို့သော် motor သည် ဝေးလံသော နေရာတွင် ရှိနေပါက starter သည် motor အနီးတွင် မရှိသောကြောင့် isolator နောက်ထပ်တစ်လုံးအား motor အနီးတွင် ထား ရှိပေးရပေမည်။ မည်သည့် အမျိုးအစား ပင်ဖြစ်စေ isolator အားလုံးအားမည်သည့် motor ကို control လုပ်သည်ကို label တပ်ကာ ညွှန်ပြထားရပေမည်။

ဖို့အား ကို cutting off လုပ်ရာတွင် neutral ကို earth နှင့် ဆက်သွယ်ထားပါက ယင်းသို့သော system များတွင် neutral ကို မဖြတ်တောက်သင့်ပေ။ mechanical maintenance လုပ်စဉ်တွင် ယင်းအလုပ်ကို လုပ်ဆောင်သူ အတွက် machine တွင် မည်သည့် ဖို့အားမျှ မရှိစေရန် isolator မှ လုပ်ဆောင်ပြီးဖြစ်နေရမည်ဖြစ်ကာ control gear မှလည်း ဖြတ်တောက်ထားပေးခြင်းဖြင့် တစ်စုံတစ်ယောက်မှ inadvertently switch on လုပ်လိုက်ခြင်း မဖြစ်နိုင်

တော့ပေ။ isolator များသည် machine မှ ဝေးကွာသော နေရာတွင် ရှိနေပါက ယင်းတို့တွင် removable သို့ lockable handle များ ရှိနေစေခြင်းဖြင့် လည်း ယင်းသို့ မဖြစ်အောင် တားဆီးနိုင်ပါသည်။

Motor Starter များ - motor တစ်လုံးစီတွင် starting နှင် stopping လုပ်နိုင်ရန် means များ ပါဝင် ခြင်းဖြင့် ယင်း motor တို့အတွက် စောင့်ရှောက်ရန် တာဝန် ရှိသူအတွက် လုပ်ဆောင်ရ လွယ်ကူစေပါသည်။ controlling လုပ်မည့် motor တိုင်းအတွက် drop in voltage ဖြစ်ချိန် သို့မဟုတ် supply failure ဖြစ်ချိန် စသည်တို့တွင် supply restore ဖြစ်သည်နှင့် မထင်မှတ်ပဲ motor ပြန်လည် စတင်မောင်းနှင်ခြင်းကြောင့် အန္တရာယ်ဖြစ်စေနိုင်သောကြောင့် motor အလိုအလျောက် စတင်မောင်းနှင်မှု မပြုနိုင်ရန် ပြုလုပ်ပေးနိုင်သော mean များ ကို တွဲဖက်ပါဝင်စေပါသည်။ Starter တိုင်းလိုလိုတွင် undervoltage trip များ ကို ထည့်သွင်း တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြင့် tripped ဖြစ်ပြီးသည်နှင့် manually reset ဖြစ်သွားစေရန် လုပ်ဆောင်ထားပါသည်။

0.37kW ထက်ကျော်လွန်သော motor တိုင်းတွင် သင့်လျော်သော time lage ပါဝင်သော overcurrent device ကို starter များတွင် ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ကာ (IEE Regulation 552-01-02) starting current ကို စောင့်ကြည့်နိုင်ပါသည်။ ယင်းသို့သော starter များတွင် ပုံမှန်အားဖြင့် inherent time lage ဖြစ်စေသည့် thermal overload များ ကို တပ်ဆင်ခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် oil dashpot time lag များ ပါဝင်သော magnetic type များ ကို ဖြစ်စေ တပ်ဆင်ထားကြပါသည်။ ယင်း time lag များ ကို အမြဲချိန်ညှိနိုင်ပြီး ပုံမှန် အားဖြင့် full load current အထက် 10% မျှ တွင် operate လုပ်နိုင်ရန် set လုပ်ထားကြပါသည်။ ယခုအချိန်တွင် electronic စံနစ်ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော protective relay များ ကို ရရှိနိုင်ပြီဖြစ်ရာ protection ကို ပိုမိုကောင်းမွန်တိုးတက်လာစေပါသည်။

Protective Device များ၏ rating – IEE Regulation 473-01-02 တွင် overcurrent protection device များကို conductor နှင့် တစ်တန်းတည်း (brunch circuit များ တပ်ဆင်ခြင်းမပြုပဲ) ထားရှိသင့်ကာ ထိုသို့ထားရှိခြင်းဖြင့် overcurrent protective device သည် starter နှင့် တစ်တွဲတည်းဖြစ်စေကာ circuit commencement ဖြစ်ချိန်တွင် duplicate လုပ်ရန် မလိုတော့ပေ။

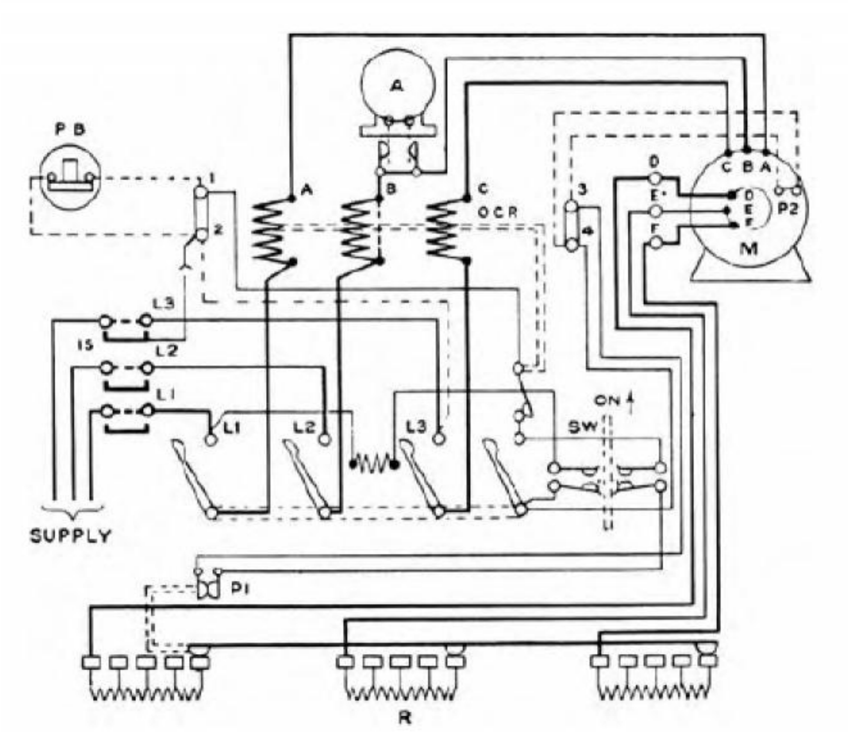
Circuit ကို protect လုပ်ရန်အတွက် short-circuit protection ကို ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ကာ install လုပ်ထားသည့် conductor များတွင် current carrying capacity လျော့ကျမှုဖြစ်စေနိုင်သည့် distribution board ကဲ့သို့သော နေရာမျိုးတွင် တပ်ဆင်သင့်ပါသည်။ protection device ကို တပ်ဆင်ရာတွင် circuit ၏ load side တွင် ရှိကာ current carrying capcity လျော့ကျနိုင်မည့်နေရာနှင့် protective device တို့အကြား 3 မီတာထက် မပိုသော conductor တွင် တပ်ဆင်ကြကာ fault current၊ fire နှင့် လူကို အန္တရယ်ဖြစ်စေနိုင်မှု စသည့် risk များဖြစ်နိုင်ခြေအနိမ့်ဆုံး နေရာဖြစ်သင့်ပါသည်။

Motor စတင်မောင်းနှင်ရာတွင် starting current သည် အလွန်မြင့်ကာ အချိန် ကြာရှည်နေပါက fuse များသည် ယင်း starting current ကို လုံလောက်စွာ ကိုင်တွင်နိုင်ခြင်း မရှိခြင်းကြောင့် သင့်လျော်သော time delay characteristics ပါရှိသော overcurrent device ကို တပ်ဆင်သုံးစွဲခြင်း သို့မဟုတ် ပိုမိုကြီးမားသော cable များကို တပ်ဆင်သုံးစွဲရန် လိုအပ်ပါသည်။

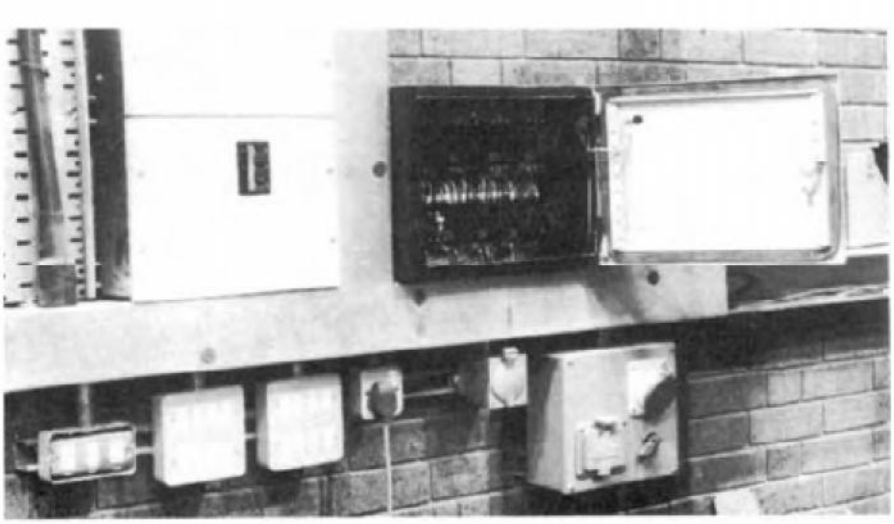
3-phase motor များတွင် circuit ကို protect လုပ်ရန်အတွက် သုံးသော fuse များသည် starting current ကို တစ်စုံတစ်ရာသော လုံလောက်သော အချိန်အတိုင်းအတာအတွက် လုံလောက်ခြင်းမရှိပါက fuse တစ်ခု ပြတ်တောက်သွားပါကလည်း ကျန်ရှိသော phase နှစ်ခုဖြင့် motor ကို လည်ပတ်နိုင်စေပါသည်။ အချို့သော motor starter များတွင် ယင်းသို့ဖြစ်သော အခြေအနေကို ကာကွယ်ရန် safeguard များပါဝင်သော်လည်း ထိုသို့ဖြစ်ခြင်းကြောင့် motor ကို ကြီးကြီးမားမား ပျက်စီးစေပါသည်။

Motor starter များရှိ overcurrent device များ အတွက် back up လုပ်ရန် ideal arrangement မှာ motor starting current များအား overcurrent device ထက် ပိုမိုကြာရှည်စွာ သယ်ဆောင် စီးဆင်းစေနိုင်ပြီး discriminating characteristics လည်း ရှိသည့် HBC fuselink များကို အသုံးပြုခြင်းဖြစ်ပါသည်။ အကယ်၍ Short circuit ဖြစ်ခဲ့ပါက HBC fuse များသည် short circuit kVA တန်ဘိုးသည် အန္တရာယ်ဖြစ်နိုင်သည့် proportion မရောက်မီကပင် short circuit ကို clear လုပ်နိုင်ပေသည်။

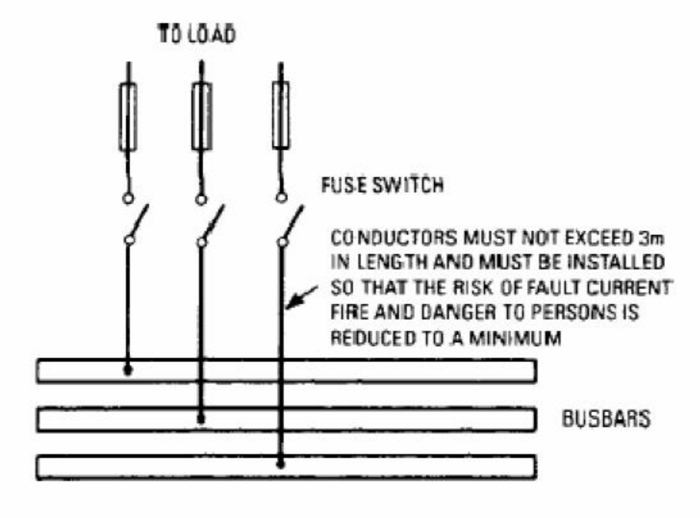
ပုံ ၅.၁၁ suspended ceiling များအား commercial premises တို့တွင် အမြဲလိုလိုတွေ့မြင်နိုင်ပါသည်။ ယင်း matrix အား air conditioning၊ fire detection နှင့် Light fittings များတပ်ဆင်ထားနိုင်ရန် အတွက် ပုံပါအတိုင်း ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ luminaries များသည် Dextra compact fluorescent fitting များဖြစ်ကာ reflector များတပ်ဆင်ထားခြင်းဖြင့် indirect သော်လည်းကောင်း direct သော်လည်းကောင်း illumination ကို ရရှိစေပါသည်။ (W.T. Parker Ltd)



ပုံ ၅.၁၂ 3-phase induction motor တစ်လုံးအတွက် stator-rotor starter။ rotor မှ starting restance များသို့ ဆက်သွယ်ထားသော cable များအတွင်းရှိ current သည် stator current ထက် ပိုမိုများပေလိမ့်မည်။ ယင်း cable များအား သင့်လျော်သလို အရွယ်အစားသတ်မှတ်ပေးရပါမည်။ (Allen West & Co. Ltd)



ပုံ ၅.၁၃ Industrial situation တစ်ခုရှိ final circuit များ။ BS 1363, BS 196 နှင့် BS EN 60309 တို့နှင့် သက်ဆိုင်သော socket outlet များအားမြင်တွေ့နိုင်ကာ BS EN 60309 အား residual current device ဖြင့် protect လုပ်ထားရပေမည်။ panel ၏ အပေါ် ညာဘက်ခြမ်းတွင် contactor ရှစ်ခုအားအသုံးပြုကာ lighting circuit များအား control လုပ်ထားပါသည်။ ယင်း contactor များအား အောက်ဘက်ခြမ်းတွင်ရှိသော lighting switch များဖြင့် switch လုပ်ပါသည်။ (BP Ltd)



ပုံ ၅.၁၄ IEE Regulation 473-02-02 အား ပြသထားပုံ။

Slip-ring motor များ - slip-ring motor starter နှင့် slip-ring motor ၏ rotor အကြားဆက်သွယ်ထားသော wirng သည် starting နှင့် loading အခြေအနေများအတွက် သင့်လျော်မှု ရှိနေရပါမည်။ Rotor circuit များသည် supply နှင့် တိုက်ရိုက်ချိတ်ဆက်ထားခြင်း မရှိပဲ ယင်းအတွင်း စီးသော current သည် stator မှ induce ဖြစ်သော current သာဖြစ်ပါသည်။ rotor current သည် stator ထက် winding နှစ်စုံ ရှိ transformation ratio ပေါ်တွင်မူတည်သော current ၏ relative value ပေါ်တွင်မူတည်ကာ အတော်အတန်မြင့်မားနေပေမည်။

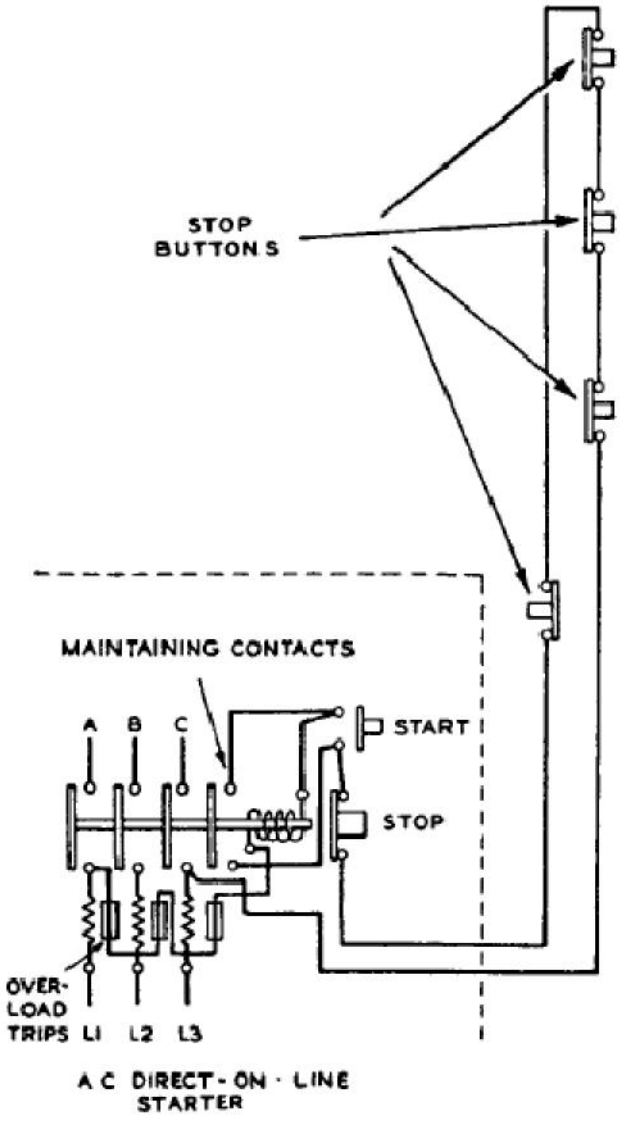
Rotor circuit ရှိ cable များသည် full load current အတွက်သာမက starting current အတွက် ပါ သင့်လျော်မှု ရှိရပေမည်။ heavy starting current များသည် (ကေဘယ်များက အလွယ်တကူ သယ်ဆောင်စီးဆင်း နိုင်သော်လည်း) အချိန်တိုအတွက်သာဖြစ်သော်လည်း voltae drop ဖြစ်ခြင်းကို တားဆီးနိုင်ရန် cable များအား လုံလောက်သော အရွယ်အစားမသတ်မှတ်ခဲ့ပါက motor ၏ starting torque အပေါ်တွင် adverse effect ဖြစ်နိုင်ပေသည်။

Rotor winding တစ်ခု၏ resistance သည် အလွန်နည်းကာ rotor starter အတွင်းရှိ resistance ကို သေချာစွာ graded လုပ်ပေးခြင်းဖြင့် သင့်တင့်မျှတသော starting current ဖြင့်ပင် အမြင့်ဆုံး starting torque ကို ရရှိစေပါသည်။

အကယ်၍ rotor starter နှင့် rotor အကြားဆက်သွယ်ထားသော cable သည် အတန်ငယ် ရှည်လျားကာ အရွယ်အစားမှာလည်း ကန့်သတ်မှု ရှိပါက ယင်း cable များ ရှိ ထပ်ဆောင်း resistance သည် motor ကို starting လုပ်ရာတွင် အတားအဆီးဖြစ်လာနိုင်ပေသည်။ slip ring motor များအား slip ring short-circuiting device

တစ်ခုကို တပ်ဆင်မထားပါက အရွယ်အစားလျော့ချ ထားသော rotor cable ကြောင့် motor အား ပုံမှန် မောင်းနှင် လည်ပတ်နိုးအောက်သာ လည်ပတ်ပေမည်။
Rotor circuit ကို wiring မလုပ်မီတွင် အမှန်တကယ်ရှိမည့် rotor current ကို စစ်ဆေးရန်လိုအပ်ကာ မည်သည့် cable အရွယ်အစားသည် သင့်လျော်သည့် အရွယ်အစားဖြစ်သည် ကို မှန်ကန်စွာ သုံးစွဲ ခြင်းဖြင့် motor ၏ လုပ်ဆောင်နိုင်မှုအပေါ်တွင် adverse effect မဖြစ်နိုင်တော့ပေ။

Emergency switching - IEE Regulation 537-04-01 တွင် emergency switching လုပ်ရန် ရည်ရွယ်ချက်ဖြင့် supply အား interrupt လုပ်သော means သည် installation ၏ သက်ဆိုင်သော အစိတ်အပိုင်းအား full load current အခြေအနေတွင်ပင် ဖြတ်တောက်နိုင်ရပေမည်။
နေရာတိုင်းလိုလိုတင် စက်များကို မောင်းနှင်ရန်အတွက် electric motor များ ကို အသုံးပြုကြရာ ဖြစ်ပေါ်လာမည့် အန္တရာယ်ကို အချိန်မီတားဆီးနိုင်ရန် အတွက် switching off သို့မဟုတ် stopping ကဲ့သို့သော နည်းလမ်းများ (means at hand) ရှိသင့်ပါသည်။ ယင်း "means at hand" ဆိုသည်မှာ စက်မောင်းနှင်သူအနီးတွင် isolating switch သို့မဟုတ် starter တို့အား စက်ကို လျှင်မြန်စွာ ရပ်တန့်နိုင်ရန် နေရာချထားပေးခြင်းဖြစ်ကာ အကယ်၍ ယင်းတို့သည် စက်မောင်းနှင်သူနှင့် အတန်ငယ်ဝေးကွာနေပါက STOP button ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် အခြားသော mechanical means အချို့ထားရှိခြင်းဖြင့် စက်မောင်းနှင်သူမှ စက်ကို ရပ်တန့်နိုင်မည်ဖြစ်ပါသည်။
ယေဘုယျအားဖြင့် "means at hand" သည် စက်ကို မောင်းနှင်သောသူ၏ အနီးအနားတွင် မရှိခဲ့ပါကလည်း STOP button သည် မောင်းနှင်သူနှင့်နီးသောနေရာ၊ ကြီးမားသောစက်ဖြစ်ပါက မောင်းနှင်သူများနှင့် နီးသော သင့်လျော်သော နေရာ (ပုံ ၅.၁၅) တွင် ရှိနေခြင်းဖြင့် စက် ကို မောင်းနှင်နေသော motor ကို ရပ်နိုင်ပေသည်။
Factory installation များတွင် stop button များကို building တစ်လျှောက် ရှိ vantage point များတွင် ထားရှိခြင်းအားဖြင့် emergency အခြေအနေတွင် motor များကို အုပ်စုလိုက် ရပ်နိုင်ပေမည်။ ယင်း button များအား distribution board သို့မဟုတ် motor control panel များမှ contactor တစ်ခုကို control လုပ်နိုင်ရန် တပ်ဆင်ထားပါသည်။
a.c supply များတွင် stop button များ အား contactor သို့မဟုတ် starter တစ်ခု၏ coil circuit ကို open လုပ်နိုင်ရန် အတွက် တပ်ဆင်ကြခြင်းဖြစ်ပါသည်။ d.c supply များ အတွက်မူ stop button များအား d.c starter ၏ hold-on coil ကို short circuit ပြုလုပ်နိုင်ရန် wire သွယ်တန်းတပ်ဆင်ကြပါသည်။



ပုံ ၅.၁၅ Safety precaution။ electric motor ဖြင့်မောင်းနှင်သော machine အား ရပ်တန့်နိုင်မည့်နည်းလမ်း ရှိနေရမည်ဖြစ်ကာ နည်းလမ်းတစ်ခုအနေဖြင့် remote STOP button တစ်ခုအား သင့်လျော်သော position တွင် တပ်ဆင်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Three-phase motor များအား reverse လည်ပတ်စေခြင်း - three-phase motor များအား ပထမဆုံးအကြိမ် တပ်ဆင်ရာတွင် ယင်းတို့သည် မည်သို့သော ဦးတည်ရာဖြင့် လည်ပတ်မည်ကို အမြဲလိုလို အလွယ်တကူ မသိရှိနိုင်ပေ။ ယင်းတို့လည်ပတ်မည့် ဦးတည်ရာဖက်အား စစ်ဆေးထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ အကယ်၍ motor ကို စက်တွင် တပ်ဆင်ပြီးပါကလည်း ချက်ချင်း စတင်လည်ပတ်ခြင်း မပြုသင့်ပေ။ ထိုသို့ လည်ပတ်ခြင်းအားဖြင့် အကယ်၍ မှားယွင်းသော ဦးတည်ရာဘက်သို့ လည်ပတ်မိပါက စက်ကို ပျက်စီးမှု ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။

အကယ်၍ motor လည်သည့် ဦးတည်ရာ မှားယွင်းနေပါက starter သို့ လျှပ်စစ် ဓါတ်အား ပေးပို့သည့် (L1, L2, L3) မှ ကြိုက်နှစ်သက်ရာ wire နှစ်ချောင်းကို အပြောင်းအလဲ လုပ်ပေးရန်သာ လိုအပ်ပါသည်။

Star Delta starter များတွင်မူ motor နှင့် starter အကြားဆက်သွယ်ထားသော မည်သည့် wire ကိုမျှ အပြောင်းအလည်းလုပ်ရန်မလိုအပ်ပေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ထိုသို့ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် wire များ ပြောင်းလည်း တပ်ဆင်သကဲ့သို့ဖြစ်ကာ phase တစ်ခုနှင့် အခြား phase များ ဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်သွားစေပါသည်။

Slip-ring motor များတွင် မူ starter သို့လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပို့လွှတ်သော ကြိုက်ရာ line နှစ်ခုကို ပြောင်းလည်း တပ်ဆင်ရန်သာ လိုအပ်ကာ rotor သို့ သွယ်တန်းထားသော cable များကို ပြောင်းလဲ တပ်ဆင်ရန် မလိုအပ်ပေ။

Single-phase motor များအား ပြောင်းပြန်လည်ပတ်စေလိုပါက motor ၏ terminal box မှ starting winding ကို ပြောင်းလည်း တပ်ဆင်ပေးရန်သာ လိုအပ်ပါသည်။

Lifts - Lift motor နှင့် ဆက်စပ်နေသော electrical installation များသည် BS EN 81-2 ကို ကိုက်ညီမှု ရှိနေစေရပါမည်။

Lift control gear နှင့် lift အကြား ဆက်သွယ်သော wiring အား specialist များဖြင့် တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်ကာ submain ဒီဇိုင်းပြုစုသူသည် BS EN 81-2 နှင့် ကိုက်ညီမှုရှိနေစေရန်လိုအပ်ပါသည်။ lift သို့ သို့မဟုတ် Lift room သို့ power supply သွယ်တန်းရာတွင် lift တစ်စုတစ်ဝေးကို control လုပ်ရန်ဖြစ်သောကြောင့် main switchboard မှ သီးခြား distribution cable များဖြင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပေးလွှတ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ lift motor သို့မဟုတ် motor generator တို့အတွက် starting current ကို သယ်ဆောင်စီးဆင်းမည့် cable သည် three-phase 400V supply အတွက် သင့်လျော်သော အရွယ်အစားဖြစ်ကာ voltage drop သည် 10V ထက် မကျော်လွန်သင့်ပေ။ ယင်းပမာဏသည် lift ထုတ်လုပ်သူများမှ သတ်မှတ်ဖော်ပြထားသည့် အမြင့်ဆုံး volt drop ပင်ဖြစ်ပါသည်။

Main switchgear တွင် "LIFTS" ဟု အညွှန်းစာ ကပ်ထားရမည်ဖြစ်ကာ lift room circuit breaker သို့မဟုတ် distribution board တို့မှာလည်း lift manufacture ၏ လိုအပ်ချက်များအတိုင်းဖြစ်ရပါမည်။

Lift cage အတွက်လိုအပ်သော light များအတွက် supply သည် သီးခြား circuit ဖြစ်ရပါမည်။ ယင်းကို lift motor room ရှိ local distribution board မှ အမြဲရရှိနိုင်ကာ ယင်း light များကို lift motor room အတွင်းရှိ switch တစ်ခုဖြင့် control လုပ်ပါမည်။ ယင်း cable များသည် Lift သို့ power supply ပေးသည့် cable များနှင့် လုံးဝ သီးခြားစီဖြစ်နေသင့်ပါသည်။ ယင်း light များအား maintain / emergency supply နှင့် ဆက်သွယ်ထားရမည်ဖြစ်ကာ main failure ဖြစ်ချိန်တွင် lift cage အတွင်းရှိ light များ အပေါ်တွင် အကျိုးသက်ရောက်နိုင်မည် မဟုတ်ပေ။ Alarm system ကိုလည်း maintain / emergency supply မှ ဖြစ်စေ၊ battery မှ ဖြစ်စေ ဆက်သွယ်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Lift circuit သို့ ဆက်သွယ်ထားသော cable များမှ လွဲ၍ အခြားသော cable များအား lift shaft များတွင် install မလုပ်သင့်ပါ။ သို့သော် lift circuit များသို့ ဆက်သွယ်သော cable များကိုလည်း မလိုအပ်ပါက lift shaft များတွင် မတပ်ဆင်သင့်ပါ။

ကြီးမားသော အဆောက်အဦးများအတွက် fireman's lift ကို ဒီဇိုင်းထုတ်ရာတွင် သီးခြား circuit တစ်ခုအဖြစ်သာ ဒီဇိုင်းထုတ်သင့်ပြီး အကယ်၍ မီးလောင်မှုဖြစ်ပွားပါက အခြားသော supplies များအား switch off လုပ်ကာ ယင်း တစ်ခုတည်းကိုသာ maintain လုပ်ထားနိုင်ပေသည်။ တနည်းဆိုရသော် ယင်းအတွက် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို main lift riser မှသာ ရယူသင့်ပြီး၊ ထိုသို့ ရယူသုံးစွဲ ရာတွင် riser အား main switch board တွင် fuse switch သို့မဟုတ် circuit breaker ဖြင့် control လုပ်သင့်ကာ building အတွက် main isolator ကို bypass လုပ်ထားပေမည်။

Cooker များအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးသည့် Final Circuit များ

Cooker တစ်ခုအား လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးသည့် final circuit များအား ဒီဇိုင်းထုတ်ရန်အတွက် စီစဉ်ရာတွင် diversity ကို ထည့်သွင်းတွက်ချက်နိုင်ပါသည်။ household သို့မဟုတ် domestic situation တို့အတွက် demend အတိုင်းဖြစ်မည်ဟု မမျှော်လင့်နိုင်ပဲ Table 5.2 မှ ညွှန်ကြားချက် အတိုင်းသာ ဖြစ်ပါသည်။

အကယ်၍ household cooker သည် 8kW loading ရှိပြီး ၎င်းအား 230V တွင် total current သည် 34.8A ဖြစ်ပေမည်။ သို့သော် Table 5.2 မှဖော်ပြထားသော diversity factor များအား ထည့်သွင်းစဉ်းစားမည်ဆိုပါက ယင်း circuit ၏ rating သည်

Total rated current ပထမ 10A	= 10.0A
လက်ကျန် 30%	= 7.4A
Socket များ အတွက် 5A	= 5.0A
စုစုပေါင်း	= 22.4A

ထို့ကြောင့် circuit cable သည် 22.4A အတွက်သာ သတ်မှတ်ရန်ဖြစ်ကာ overcurent device ကိုလည်း rating အတူတူပင် သတ်မှတ်နိုင်ပါသည်။

Cooker များကို switch တစ်ခုဖြင့် control လုပ်ကာ ယင်း switch သည် cooker အတွက် သီးသန့်ဖြစ်ရပါမည်။ domestic installation များတွင် (ပုံ 5.5) တွင် ပြထားသကဲ့သို့ cooker control unit ကို အသုံးပြုသင့်ကာ ယင်းသည် cooker မှ 2 မီတာအတွင်း ရှိနေစေခြင်းဖြင့် ယင်း control switch အား လွယ်လွယ်ကူကူ လုံခြုံစိတ်ချစွာ operate လုပ်နိုင်ပေမည်။ Cooker control unit တွင် 13A socket outlet နှင့် fuse ပါသော plug တို့ ပူးတွဲပါဝင်သော်လည်း တစ်ခါတစ်ရံတွင် cooker switch တစ်ခုတည်းကိုသာ တပ်ဆင်သုံးစွဲကြပါသည်။

Cooker control unit တွင် ရှိသော pilot lamp များအတွက် သီးခြား fuse မလိုအပ်ပေ။ pilot lamp များမှ ညွှန်ပြမှုကို ကြည့်ပြီး equipment အား ယုံကြည်စိတ်ချစွာ ကိုင်တွယ်သုံးစွဲနိုင်သည်ဟု မစွဲယူသင့်ပေ။

အခန်း - ၆

အထူးဂရုပြုတပ်ဆင်ရမည့် Installation အမျိုးအစားများ

ဒီဇိုင်းပြုခြင်းနှင့် instllation လုပ်ရာတွင် အချို့သော installation အမျိုးအစားများအား အထူးလုပ်ဆောင်ရန် လိုအပ်ပါသည်။ 16th edition အဖြစ်ထုတ်ဝေထားသော IEE Wiring Regulations ၏ အပိုင်း ၆ တွင် အချို့သော special installation များအတွက် လိုအပ်ချက်များအား တိကျစွာဖော်ပြထားပြီး၊ IEE Regulation တွင်မှ အခြားသော IEE Regulations များမှ အစိတ်အပိုင်းများအား ဖြည့်စွက် ပြင်ဆင်ထည့်သွင်းထားပါသည်။ အချို့သော installation များ နှင့် ရည်ညွှန်းထားသော location များ၊ အသေးစိတ်အား ယခုအခန်းတွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

IEE Regulations ၏ အပိုင်း ၆ သည် အောက်ပါလိုအပ်ချက်များအား cover ဖြစ်ပါသည်။

Restrictive conductive location များ

High protective conductor current များရှိသော equipment အား တပ်ဆင်မှုအတွက် earthing requirement များ

ယခုစာအုပ်အနေနှင့် ထိုကဲ့သို့သော installation များနှင့် location များအား အသေးစိတ်ဖော်ပြမည်မဟုတ်သော်လည်း IEE Regulations ၏ Sections 606 နှင့် 607 တို့နှင့် IEE Books of Guidance Notes များအား မှီငြမ်းပြုထားသော အချက်အလက်များအား ဖော်ပြထားပါသည်။

Bath and Shower Rooms

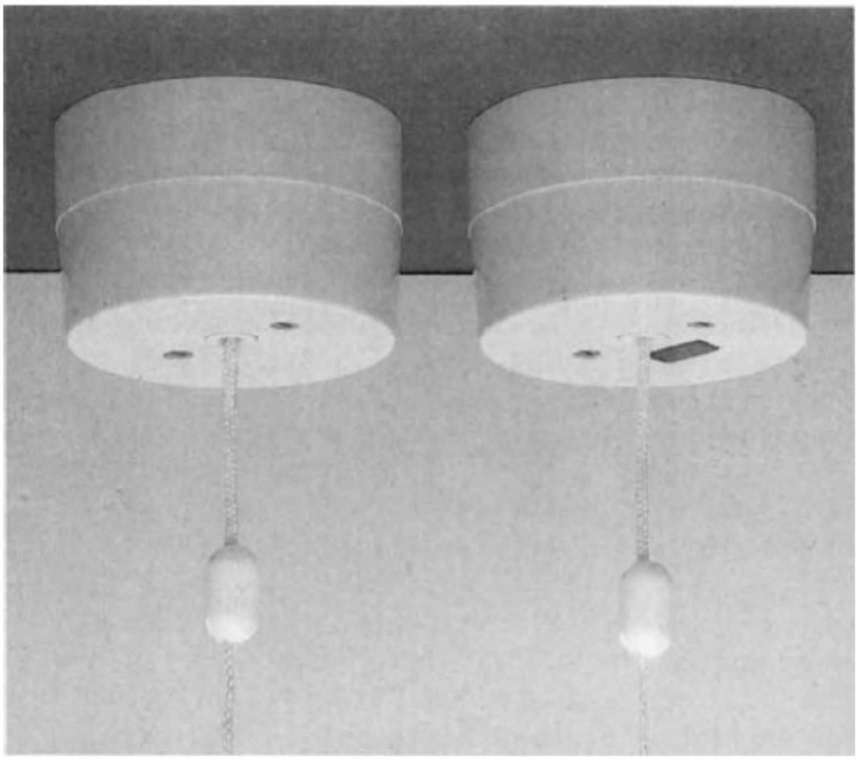
Bath သို့မဟုတ် shower တစ်ခုပါရှိသော အခန်းများတွင် ခန္ဓာကိုယ်သည် earth နှင့် ထိတွေ့နေကာ ထို့အတွက်ကြောင့် စိုစွတ်မှုဖြစ်နေစေကာ electrical body resistance မှာလည်း လျော့ကျနေသည့်အတွက် electric shock ဖြစ်နိုင်သောအခြေအနေမျိုးသည် မြင့်မားစေပါသည်။ IEE Regulations ၏ Section 601 တွင် bath နှင့် shower rooms များတွင် တပ်ဆင်မည့် equipment အတွက် အသေးစိတ်လိုအပ်ချက်များ၊ ကန့်သတ်ချက်များနှင့် zone များအား ဖော်ပြထားပါသည်။

ကန့်သတ်ချက်များထားရှိရာတွင် အသုံးပြုမည့် shock protection ပုံစံကဲ့သို့ဖြစ်ပြီး၊ ထပ်ဆောင်း equipotential bonding ကိုလည်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့သောအခြေအနေမျိုးနှင့် မကိုက်ညီပါက မည်သည့် switch များ၊ socket outlet များ သို့မဟုတ် အခြားသော electrical equipment များအား တပ်ဆင်မှု မပြုသင့်ပေ။

Light fitting များသည်လည်း စံပုံစံအားဖြင့် totally enclosed ပုံစံမျိုးဖြစ်သင့်ပါသည်။ တနည်းဆိုရသော် lampholder များတွင် အကာပါရှိရမည် သို့မဟုတ် BS EN 61184 အရ protective shield ကိုတပ်ဆင်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Switch များအား နေရာချထားရာတွင် 12V ထက်မကျော်သော SELV (အလွန်နိမ့်သော voltage) မဖြစ်ခြင်း သို့မဟုတ် BS EN 61558 အရ isolation transformer ပူးတွဲပါရှိသော shaver unit ၏ အစိတ်အပိုင်း ဖြစ်ခြင်း အစရှိသည်တို့ မဟုတ်ခဲ့ပါက bath သို့မဟုတ် shower အတွင်းရှိ လူသည် ယင်း switch တို့အား ထိတွေ့လုပ်ဆောင်နိုင်ခြင်းမရှိစေရပေ။ ထို့အတူ socket outlet များဆိုပါကလည်း ယင်းတို့အား 12V ထက် ကျော်လွန်ခြင်းမရှိသော SELV မှ supply လုပ်ခြင်းမဟုတ်ပါက တပ်ဆင်အသုံးပြုခွင့်မရှိပေ။

ပုံ ၆.၁ bath room အတွင်း တပ်ဆင်ခွင့်ပြုထားသည့် BS EN 61558 isolating transformer တစ်လုံးတွဲဖက်ပါဝင်သော shaver unit (Crabtree Electrical Industries Ltd)



ပုံ ၆.၂ bathrooms များတွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုသော cable ဖြင့် အဖွင့်အပိတ်လုပ်ရသော light switchs များအား neon indicators များပါရှိသောအမျိုးအစားနှင့် မပါရှိသော အမျိုးအစားများအဖြစ် ရရှိနိုင်ပါသည်။ (Crabtree Electrical Industries)

Cord operated switch (ကြိုးဆွဲခလုပ်များ) အား switch အား အသုံးပြုရန် အခက်အခဲရှိပါက အသုံးပြုနိုင်ပြီး၊ အကယ်၍ shower cubicle သည် bath သို့မဟုတ် shower room မဟုတ်သော အခန်းတွင်တပ်ဆင်ထားကာ မည်သည့် socket မဆိုတို့သည် cubicle မှ အနည်းဆုံး 2.5m အကွာအဝေးတွင် ရှိနေရပါမည်။ bath သို့မဟုတ် shower room တွင်အသုံးပြုမည့် heater များအတွက် သီးခြား အထူးလိုအပ်ချက်များအားလည်း အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။

Swimming pools, paddling pools and hot air saunas

Bath နှင့် shower rooms များကဲ့သို့ပင် ထိုသို့သောနေရာများသည် electric shock များဖြစ်နိုင်သည့်အတွက် တစ်စုံတစ်ရာသော သတ်မှတ်ဇုန်အတွင်း သို့မဟုတ် အနီးအနားတပိုက်တွင် precaution များထားရှိရန် ပိုမိုလိုအပ်ပါသည်။ IEE Regulation များ၏ Section 602 နှင့် 603 တို့တွင် swimming pool များနှင့် hot air sauna များအတွက် အသေးစိတ်အချက်အလက်များအား ထုတ်ပြန်ထားပါသည်။

ထိုသို့သော လိုအပ်ချက်များတွင် BS EN 60529 အရ သင့်လျော်သော degrees of protection ရှိသည့် barrier များအတွက် ကြိုတင်ဆောင်ရွက်ထားရှိမှုများပါ ပါဝင်ကာ တစ်စုံတစ်ရာသော equipment အား သတ်မှတ်ဇုန်၏

အပြင်ဖက်တွင်ထားရှိမှု၊ 12V ထက်မကျော်လွန်သော SELV (အလွန်နိမ့်သော voltage) အတွက်ကြိုတင်စီစဉ်ထားမှု၊ နှင့် အသုံးပြုမည့် wiring systems အမျိုးအစားအပေါ်တွင်ရှိသည့် constraints များတို့ပါဝင်ပါသည်။ hot air saunas ကဲ့သို့သော case များတွင် electrical equipment များအပူလွန်ကဲမှုဖြစ်ခြင်းအား တားဆီးနိုင်ရန် provision များ မဖြစ်မနေထားရှိရပါမည်။

Designer အနေနှင့်လည်း general characteristics များကို တိုးချဲ့သုံးစွဲလုပ်ဆောင်ရန် တာဝန်ရှိပေသည်။ ထိုသို့သောနေရာများအား တိတိကျကျစစ်ဆေးကာ မည်သို့အသုံးပြုမည်ဆိုသည့်နည်းလမ်းကိုလည်း ထားရှိရပါမည်။ ထပ်ဆောင်းအချက်အလက်များအား IEE Regulations နှင့် IEE Books of Guidance Note များတွင်ရရှိနိုင်ပါသည်။

Off-peak heating

Supply Authority များသည် off peak load များအတွက် ပိုမိုဈေးနှုန်းချိုသာသော လျှပ်စစ်ဓါတ်အားခကို သတ်မှတ်ပေးကြပါသည်။ electricity အား quantityအနေဖြင့် မစုဆောင်းထားနိုင်သည်ဖြစ်ရာ ထိုသို့သောအချိန်များတွင် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို သုံးစွဲအောင်လုပ်ဆောင်ပေးခြင်းဖြင့် ယင်းတို့၏ load factor အား improve ဖြစ်အောင်လုပ်နိုင်ပါသည်။ electricity အား မစုဆောင်းထားနိုင်သော်လည်း electricity မှ အပူကိုထုတ်လုပ်ပေးနိုင်ကာ ရေ နှင့် concrete နှင့် အလားသဏ္ဍာန်တူသော material များတွင်စုဆောင်းထားနိုင်ပေသည်။

ကြီးမားသော အဆောက်အဦးများတွင်ရေကို လျှပ်စစ်ဓါတ်အားခချိုသာသော ညအချိန်များတွက်အပူပေးထားနိုင်ပြီး နေ့အချိန်တွင် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ domastic installation များတွင် water storage heater များအား လုံလောက်သော capacity ရရှိစေရန် အထူးဒီဇိုင်းထုတ်ထားပြီး ထိုသို့ပုံမှန်သုံးစွဲရန်လိုအပ်သော ရေပူအတွက်လည်း off-peak hours များတွင် အပူပေးနိုင်ရန် တူညီစွာတပြိုင်နက်တည်း လုပ်ဆောင်ထားရပါမည်။

အဆောက်အဦးများတွင်အသုံးပြုသော space heating အတွက် off-peak heating installation များအား အရေအတွက် တိုးတက်တပ်ဆင်ကြပါသည်။ အသုံးများသော method အနေဖြင့် 1kW မှ 6kW အကြားပမာဏရှိသော storage radiator များအား တပ်ဆင်သုံးစွဲခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်းတို့၏ cubic capacity နှင့် weight တို့သည် လုံလောက်သောအပူကို ညအချိန်တွင် စုဆောင်းထားရန် နှင့် နေ့အခါတွင် heat emission လုပ်ရန် အတော်အတန် ကြီးမားပေသည်။ အခြားသော အမျိုးအစားများလည်းရရှိနိုင်သေးကာ ယင်းတို့တွင် insulating cylinder ပါရှိပြီး controlled output ကိုရရှိနိုင်ကာ heat ကိုအလိုရှိပါက ယင်းတွင်ပါရှိသော fan အား switch on လုပ်နိုင်ပါသည်။ ယင်းကဲ့သို့သော အမျိုးအစားကို storage fan heater များဟုခေါ်ကြပါသည်။

Off-peak heater များအား circuit အတွင်း wire သွယ်တန်းရာတွင် သီးခြား main switch ထားရှိပြီး၊ ယင်းအား contactor နှင့် time switch တို့ဖြင့် controlled လုပ်ထားပါသည်။

Heater များအား fan များတပ်ဆင်ပြီး heat output အား control လုပ်ရာတွင် ယင်း fan များအား ပုံမှန်သုံးစွဲနေကျ circuit များတွင် wire သွယ်တန်းတပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတို့အား နေ့အချိန်တွင်လည်း switch off လုပ်ရန် မလိုအပ်ပေ။

Heater များတွင် notice တစ်ခုကို ကပ်ထားသင့်ပြီး၊ heater သည် OFF ဖြစ်နေသော်လည်း fan တွင် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ရှိနေသည့်အကြောင်း သတိပေးထားရန်ဖြစ်ပါသည်။

Underfloor and ramp heating

Off-peak electricity tariff အားအကျိုးရှိစွာအသုံးချရန် နောက်ထပ်နည်းလမ်းတစ်ခုမှာ underfloor warming ကိုအသုံးပြုခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။

ယင်းစံနစ်သည် concrete ၏ အပူစုဆောင်းနိုင်သော ဂုဏ်သတ္တိအား အကျိုးရှိစွာ အသုံးပြုလိုက်ခြင်းဖြစ်ကာ အဆောက်အဦးများ၏ concrete ကြမ်းခင်းအား electric current များကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာမည့် heat အား စုစည်းထားစေခြင်းဖြစ်ပါသည်။

အမြဲသုံးနေကျနည်းမှာ heating cable များအား ကြမ်းပြင်အတွင်း မြှုပ်နှံထားခြင်းဖြစ်ကာ ယင်းတို့အား floor slab အတွင်း အမြဲ မြှုပ်နှံလျှက်အနေအထားဖြင့် ထားရှိပြီးနောက် 70 မှ 75mm အထူရှိ concrete အလွှာရရှိစေရန် ညှိပေးရပါမည်။ (ပုံ ၆.၃ နှင့် ၆.၄ တို့တွင်ကြည့်ရှုပါ။)

ထိုသို့သော cable များအား ဂရုတစိုက်ထည့်သွင်းမြှုပ်နှံရမည်ဖြစ်ကာ ထိုသို့ concrete အလွှာညှိရာတွင် ရုတ်တရက်ထိခိုက်ပျက်စီးမှုမရှိစေရန် protect လုပ်ထားရပါမည်။

Installation လုပ်နေစဉ်ကာလအတွင်း cable များနှင့် connect လုပ်ရန် special instrument များအားလည်း ရရှိနိုင်ကာ cable ပျက်စီးမှုဖြစ်ပေါ်သည်နှင့် audible warning ပေးမည်ဖြစ်ကာ အချိန်မနှောင်းမီ အပျက်အစီးများအား ပြင်ဆင်နိုင်ပေမည်။

Heating cable များ၏ အဆုံးစများအား skirting level အနီးရှိ junction box များထံသို့သွယ်တန်းပြီးနောက် room thermostat အပါအဝင် အခြားသောအရာများအားလည်း distribution board သို့ ordinary wiring မှ သွယ်တန်းပါသည်။

ထိုသို့သော installation များအား design ပြုခြင်းသည် အထူးလုပ်ငန်းတစ်ခုဖြစ်ကာ အခန်းအောက်ခြေတွင်ဖြစ်ပေါ်မည့် heat losses များအစရှိသည်တို့အပြင် factor ပေါင်းများစွာအား ထည့်သွင်း စဉ်းစားပေးရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Block storage heater များတွင် underfloor warming အတွက်လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးရန် circuit အား သီးခြား distribution board များမှ ရယူရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတို့အား contactor နှင့် timer switch တို့ဖြင့် control လုပ်ထားရပါမည်။

Floor warming cable များအား install လုပ်ရာတွင် conduit များနှင် အခြားသော pipe များအား ယင်း cable များနှင့်လွတ်ကင်းစွာထားရှိရပါမည်။

Heating cable များသည် ကပ်လျှက်ရှိနေပါက floor များအတွင်း MI cable များအကို install လုပ်ရန် မကြာခဏဆိုသလိုအကြံပေးရတတ်ကာ heating cable များအားလျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးရာတွင် MI cable များအသုံးပြုခြင်းသည် ကောင်းမွန်သောလုပ်ဆောင်မှုဖြစ်ပါသည်။

ပုံ ၆.၃ floor heating အတွက် cable များ install လုပ်နေပုံ (ESWA Ltd)

ပုံ ၆.၄ St Johns Wood ရှိ Orangery တွင် floor warming တပ်ဆင်ခြင်းလုပ်ငန်းပြုလုပ်နေပုံ (DE-VI Electroheat Ltd)

IEE Regulation 554-06 သည် floor warming installation များနှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။ IEE ဇယား 55C တွင် floor warming cable များအတွက် အမြင့်ဆုံး operating conductor temperature ကိုဖော်ပြထားပါသည်။ PVC သို့မဟုတ် enamel အသုံးပြုကာ conductor များအား insulated လုပ်ထားခဲ့ပါက ယင်းတို့သည် အမြင့်ဆုံး temperature အားဖြင့် 70°C ရှိကြကာ ယင်းတို့တွင်အသုံးပြုသော heat resistance insulation သည် အမြင့်ဆုံး 85°C နှင့် PVC အသုံးမပြုထားသည့် copper sheath နှင့် MI cable များအတွက် အမြင့်ဆုံး temperature သည် 150°C ဖြစ်ပါသည်။

ကျယ်ပြန့်သော floor area အတွက် installation လုပ်ရာတွင် ပုံမှန်အားဖြင့် expension ဖြစ်နိုင်သောအနေအထားရှိပြီး ယင်းတို့အား building structure အတွင်းထည့်သွင်းထားပါက သင့်လျော်သော precaution များအား ထည့်သွင်း အသုံးပြုရပါမည်။

Bath room သို့မဟုတ် shower room များ၊ swimming pool များ သို့မဟုတ် paddling pool များ၊ အစရှိသည့် special area များတွင် underfloor warming ကို install လုပ်မည်ဆိုပါက supplementary equipotential bonding အား heating unit များအတွက် ကာရံထားသည့် metallic grid တွင် ထပ်ဆောင်းတပ်ဆင်ပေးရမည်ဖြစ်ပါသည်။

အဆောင်အဦးများရှိ underfloor heating အပြင် off-peak electricity tariff အား အကျိုးရှိစွာအသုံးပြုနိုင်သည့် နောက်တစ်နည်းမှာ motor vehicle များအတွက် ramp heating အား installation လုပ်ခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ design ပြုခြင်းနှင့် installation လုပ်ခြင်းတို့သည် အထက်ကဖော်ပြပြီးခဲ့သည့်အတိုင်းဖြစ်သော်လည်း supply မှာမူ normal feed များမှ တစ်ဆင့်ရယူခြင်းဖြစ်ပြီး control လုပ်ထားသော off-peak time switch မှ ရယူထားခြင်းမဟုတ်ပေ။ ramp heating equipment အား snow နှင့် ice များရှိနေသောအခြေအနေတွင် vehicle များ လွတ်လပ်စွာ ရွေ့လျားနိုင်စေပြီး demand ရှိသော အခြေအနေတွင်သာ supply ကိုပေးရန်လိုအပ်ပါသည်။ precipitation ကို monitor လုပ်သကဲ့သို့ temperature အားလည်း control လုပ်နိုင်သည့် control equipment များအား လည်း ရရှိနိုင်ကာ ထိုသို့သော heating installation များအား အလိုအလျောက် တိကျစွာ control လုပ်နိုင်ပေသည်။

Installations in Hazardous Areas

Hazardous area များတွင် အဓိကအားဖြင့် မီးလောင်လွယ်သော material များ ရှိနေသည့် နေရာများ ပါဝင်ပါသည်။ ယင်းတွင် မီးလောင်နိုင်မှု အမြင့်ဆုံးရှိသော liquid များအား အသုံးပြုကာ spray လုပ်ခြင်းနှင့် အခြားသော painting process များပါဝင်ကြကာ petro service pump များကဲ့သို့သော အရာများအား installation လုပ်ခြင်း၊ နှင့် garages များရှိ inspection pit များတို့ ပါဝင်ပါသည်။

Electricity at Work Regulation 6 တွင် electrical equipment များအား hazardous conditions နေရာများတွင် အသုံးပြုရန် အကြောင်းရှိနေပါက "ယင်းသို့သော exposure များသည် အန္တရာယ်ဖြစ်စေမှုများပြားလာနိုင်သောကြောင့် ယင်းတို့အား တားဆီးနိုင်ရန် construction တစ်ခု သို့မဟုတ် လိုအပ်သော protect လုပ်မှုများရှိရပေမည်။"

Fire Offices Committee မှလည်း မီးလောင်နိုင်မှုမြင့်မားသော liquid များအား အသုံးပြုကာ paint spraying လုပ်သော installation များအတွက် recommendation များအား ထုတ်ပြန်ထားပါသည်။ Ministryof Fuel and Power မှလည်း electrical equipment များနှင့် သက်ဆိုင်သော petroleum spirit licences များထုတ်ပေးနိုင်ရန် အခြေအနေများအား ဖော်ပြထားပါသည်။ ယင်းသို့သော အခြေအနေများတွင် petrol pump များအား မီးလောင်ဒဏ်ခံနိုင်သော construction မျိုးများတည်ဆောက်ထားရမည်ဖြစ်သကဲ့သို့ switchgear နှင့် အခြားသော electrical control gear တို့အားလည်း ထိုနည်းတူစွာ တည်ဆောက်ထားရပါမည်။ pump equipment အနီးတပ်ဆင်မည့် luminaries များအား လည်း flameproof construction ဖြင့်တည်ဆောက်ထားရပါမည်။

သို့သော် pump casing အပြင်ဖက်တွင်တပ်ဆင်ထားသော luminaries များတွင်မူ ယင်းတို့၏ casing သည် လုံးဝ အလုံပိတ် ဒီဇိုင်းဖြစ်ရမည်ဖြစ်ကာ lamp အား well glass တစ်ခု သို့မဟုတ် အခြားသော glass ဖြင့် luminaire ၏ body အား seal လုပ်ကာ petroleum spirit vapour များ ဝင်ရောက်ခြင်းမှ ခုခံနိုင်ရန် ဖြစ်ပါသည်။ insulated cable များအသုံးပြုကာ wiring သွယ်တန်းရာတွင်လည်း gauge မြင့်မားသော glavanised solid-drawn steel conduit

အတွင်း ထည့်သွင်း သွယ်တန်းကြပါသည်။ pump equipment အတွင်းအသုံးပြုသော conduit box များအား flameproof ပုံစံတည်ဆောက်ထားကြပြီး galvanize လုပ်ထားပါသည်။ wiring နောက်တနည်းတွင် copper sheath နှင့် flameproof gland များပါရှိသော MI cable များ ပါဝင်ကြပါလိမ့်မည်။

Pump တစ်ခုစီအတွက် supply circuit အား သီးခြား overcurrent protection ဖြင့် protect လုပ်ထားကာ ယင်းသို့သော protective device များသည် pump housing အတွင်း သို့မဟုတ် အပေါ်နေရာတို့တွင် မထားရှိအပ်ပေ။

BS229 နှင့် BS889 တို့တွင် petro pump enclosure များနှင့် သက်ဆိုင်သော flameproof equipment များအား အသေးစိတ်ဖော်ပြထားပါသည်။

Petero filling station များတွင် electrical supply ကို install လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုသော PME (protective multiple earthing) စီစဉ်တပ်ဆင်မှုအား Health and Safety Guidance Note HS (G) 41 တွင် အတိအကျ ကန့်သတ်ထားမှုအား ဖော်ပြထားပါသည်။ ထိုသို့ပြုလုပ်ထားရခြင်းမှာ supply pipe များ နှင့် storage tank များ အစရှိသည့် underground equipment များတို့သည် ထိုသို့သော hazardous environment တွင် fault current များ စီးဆင်းမှုအား တားဆီးရန်လိုအပ်ပါသည်။

ပေါက်ကွဲမှုဖြစ်စေတတ်သော အမှုံများရှိနေနိုင်သည့်နေရာများတွင် flameproof equipment နှင့် circuit system များအား အသုံးပြုရမည်ဖြစ်ကာ luminairy များနှင့် conduit fitting များနှင့် အခြားသော electrical equipment များတွင် dust-tight gasket များကို ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ခြင်းဖြင့် ပေါက်ကွဲမှုဖြစ်စေသော အမှုံများမဝင်ရောက်နိုင်တော့ပေ။ ထိုကဲ့သို့သော dust-tight gasket များ မပါရှိခဲ့ပါက ပုံမှန်အသုံးပြုနေကျ flameproof accessory သည် temperature ပြောင်းလဲပါက machine surface များအကြားရှိ explosive dust များအား စုပ်ယူမှု ဖြစ်ပေါ်ပေမည်။

Hazardous area များအား အောက်ပါအတိုင်း အမျိုးအစား ခွဲခြားနိုင်ပါသည်။

Zone 0	ပေါက်ကွဲစေတတ်သော gas/ air mixture သည် ကာလရှည်ကြာစွာ တစ်ချိန်လုံး ရှိနေသော။
Zone 1	ပေါက်ကွဲစေတတ်သော gas/ air mixture တို့သည် normal operation အချိန်တွင် ရှိလာနိုင်စရာ ရှိနေသော။
Zone 2	ပေါက်ကွဲစေတတ်သော gas/ air mixture တို့ သည် normal operation အခြေအနေတွင် ရှိလာစရာမရှိပါ။ အကယ်၍ ရှိလာခဲ့ပါကလည်း ခဏတာမျှသာရှိပါလိမ့်မည်။

Electrical installations for Caravan Parks and Caravans

အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုချက် - IEE Regulations တွင် အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုထားသည်မှာ caravan တစ်ခုသည် အပန်းဖြေရန်အတွက် နေထိုင်စရာ အခန်းစသည်တို့ပါဝင်သော နောက်တွဲယာဉ်တစ်ခုဖြစ်ကာ ခရီးလည်ပတ်သွားလာရာတွင် အသုံးပြုပြီး ယင်းအား လမ်းမကြီးများအပေါ်တွင်မောင်းနှင်သုံးစွဲနိုင်ရန် အတွက် လိုအပ်သော အချက်များ နှင့်ကိုက်ညီစေရန် ဒီဇိုင်းထုတ် တည်ဆောက်ထားပါသည်။ IEE Regulations တွင်လည်း motor caravan နှင့် leisure accommodation vehicle များ နှင့်သက်ဆိုင်သော definition များ ပါဝင်ပါသည်။

Caravan park ဆိုသည်မှာ land area တစ်ခုဖြစ်ကာ ယင်းတွင် နှစ်ခု သို့မဟုတ် ယင်းထက်ပိုသော caravan pitches များပါရှိပါသည်။ Caravan များနှင့် သက်ဆိုင်သောထပ်ဆောင်း IEE Regulations များအနေဖြင့် motor caravan များနှင့် caravan park များအတွက် IEE Section 608 ၏ division one နှင့် division two အသီးသီးတို့ ဖြစ်ပါသည်။

Caravan Parks

Caravan site များတွင် electrical installation များ ပြုလုပ်ခြင်းများအား ယင်းတို့၏ ယာယီအသုံးပြုမှုအနေအထားကြောင့် shock ဖြစ်နိုင်ချေများရှိခြင်းကြောင့် ဂရုတစိုက်လုပ်ရမည်ဖြစ်သည့်အတွက် special regulation များ ထားရှိရပါသည်။ overcurrent device တစ်ခု ဖြင့် protect လုပ်ထားသော switch တစ်ခု သို့မဟုတ် circuit breaker တို့ဖြင့် control လုပ်ထားသည့် socket outlet နှင့် residual current device တို့အား caravan ၏ အပြင်ဖက်တွင် install လုပ်ထားရမည်ဖြစ်ကာ waterproof enclosure ဖြင့် အုပ်ထားရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းသည် non-reversible ဖြစ်ရမည်ဖြစ်ပြီး earthing အတွက် BS EN 60309-2 အတွက် provision များလည်း ပါရှိရပါမည်။

ထိုသို့သော နေရာများတွင် warning notice ထားရှိရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတွင် a.c သို့မဟုတ် d.c voltage၊ frequency နှင့် အမြင့်ဆုံး ခွင့်ပြု load တို့အား အသေးစိတ်ဖော်ပြထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Caravan park များရှိ external installation များတွင် အချို့သည် ယာယီအတွက်သာဖြစ်ကာ ယေဘုယျအားဖြင့် IEE Regulations နှင့် Electricity Supply Regulation များအား တိတိကျကျလိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Caravan Installations

Mobile caravans များအားလုံးတို့သည် 16A capacity အနည်းဆုံးရှိသော socket outlet တစ်ခုနှင့် plug တို့မှ electrical supply ကို ရယူကာ ယင်းတွင် BS EN 60309-2 ဖြစ်သော earthing နှင့် သက်ဆိုင်သော provision များလည်း ရှိရပါမည်။ ယင်းသို့သော socket နှင့် plug များတွင် phase, neutral နှင့် earth အစရှိသော terminal များအား ရှင်းလင်းစွာ မှတ်သားထားရပါမည်။ ယင်းတို့အား caravan အတွင်းရှိ main switch သို့

သွယ်တန်းရမည်ဖြစ်ကာ ယင်း cable များသည် အလျား 25 မီတာမျှ ရှိပါမည်။ caravan အတွင်းရှိ main switch တွင်လည်း notice တစ်ခုအား indelible character များဖြင့် IEE Regulation 608-07-05 တွင်ဖော်ပြထားသည့် စာသားများအတိုင်း တပ်ဆင်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း notice သည် caravan အား သုံးစွဲနေထိုင်သူမှ လိုက်နာရမည့် ကြိုတင်ညွှန်ကြားချက်များဖြစ်ကာ caravan သို့လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးသော supply အား connecting နှင့် disconnecting လုပ်ခြင်းတို့အတွက် လိုအပ်သောအချက်အလက်များဖြစ်ပါသည်။ caravan တွင်ရှိသော electrical installation အား အနည်းဆုံး သုံးနှစ်လျှင် တစ်ကြိမ်မျှ inspection နှင့် testing လုပ်သင့်ပါသည်။

အခြား recommendation အနေဖြင့် wiring အားလုံးတို့သည် rubber သို့မဟုတ် PVC sheathed ဖြစ်ရမည်ဖြစ်ကာ မည်သည့် metal work တို့နှင့် ထိစပ်နေခြင်းမရှိသင့်ပေ။ cable များအားလည်း non-corrosive clip များဖြင့် ရေပြင်ညီတစ်လျောက် သွယ်တန်းမှုတွင် 250 မီလီမီတာမျှ ထက်မပို၊ ထောင်လိုက်တွင် 400 မီလီမီတာမျှ အကွာအဝေးတွင် ခိုင်မာစွာ တပ်ဆင်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ luminaires များအားလည်း structure အထက်တွင် တိုက်ရိုက်တပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ကာ flexible pendants များအားတပ်ဆင်ခြင်း မပြုအပ်ပေ။ protective conductor များသည် structure ၏ metalwork နှင့် insulated ဖြစ်နေရမည်ဖြစ်ကာ circuit conductor များပါရှိသော cable ၏အတွင်းတွင် တစ်ပေါင်းတည်း ပါဝင်သင့်ပါသည်။ protective conductor များသည် structure ၏ metalwork နှင့် insulated လုပ်ထားသော earthing terminal တွင် အဆုံးသတ်ရမည်ဖြစ်ကာ main switch gear အနီးတွင် ထားရှိသင့်ပါသည်။ ယင်း earthing terminal အား caravan inlet ၏ earth pin တွင် တပ်ဆင်သင့်ပါသည်။

IEE Regulation 608-03 တွင် indirect contact ဖြစ်ခြင်းအတွက် အသုံးပြုသော method များ နှင့် protective device များနှင့် cable များ၏ characteristic များအား ဖော်ပြထားပါသည်။

Construction site များတွင် Installation လုပ်ခြင်း

ယာယီ electrical installation များသည် building နှင့် construction site များတွင် လိုအပ်ကာ site အတွင်း လုပ်ဆောင်နေသော အမျိုးမျိုးသော trades များအတွက် လိုအပ်သော lighting နှင့် power ကို ရရှိစေရန် အတွက် ဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့သော temporary installation များအား အဆင့်မြင့်စွာတပ်ဆင်ရန်လိုအပ်ပြီး၊ ယင်းတို့တွင်ဖြစ်လာနိုင်ခြေရှိသော မလိုလားအပ်သည့် hazard များကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။

ယာယီ installation များသည် Health and Safety Commission မှ ထုတ်ပြန်သော Electricity at Work Regulations1989 နှင့်ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်သကဲ့သို့ BS7375 နှင့် BS4363 တို့ကဲ့သို့သော Brith Standard များနှင့်လည်း ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်ပါသည်။ IEE Regulation ၏ Section 604 အားလည်း အသုံးပြုရပါမည်။

Electricity at Work Regulation 1989 သည် permanent installation များအတွက် အသုံးပြုရန်ဖြစ်သော်လည်း construction site များရှိ temporary installation များအတွက်ပါအသုံးပြုနိုင်ကာ ယင်းသို့သော temporary

installation များအနေနှင့်လည်း အခြားသော installation များနှင့် အဆင့်အတန်းတူညီရပါမည်။ လွန်ခဲ့သော နှစ်အနည်းငယ်က building site များတွင် အသုံးပြုသော electrical installation များအတွက် regulation များမှာ လက်တွေ့အားဖြင့် မရှိခဲ့ကြပေ။

core နှစ်ခုအား လိမ်ထားသည့် flexible cord နှင့် brass lampholder များပါဝင်သော portable lamp များအား မကြာခဏ အသုံးပြုခဲ့သည့်အတွက် များစွာသော အသက်ဆုံးရှုံးနိုင်ဖွယ်ရာရှိသော accident များ ဖြစ်ပေါ်ခဲ့ရပါသည်။ ယင်းတို့အား earthed metal သို့မဟုတ် damp floor များရှိသော အလွန်နိမ့်သော extra-low voltage supply ကိုဆက်သွယ်အသုံးပြုသည်ဆိုသော်ငြား အမှန်တကယ် အန္တရာယ်ကျရောက်နိုင်ပေသည်။ shock ဖြစ်စေသည့် အန္တရာယ်အပြင် အကယ်၍ lamp များသည် ရုတ်တရက် ပြုတ်ကျခဲ့ပါက မျက်လုံးများအား လည်း ထိခိုက်အန္တရာယ် ကျရောက်နိုင်ပေသည်။ portable lamp များအားလုံးအား ကောင်းမွန်စွာ insulated လုပ်ထားပြီး guard အားလည်း တပ်ဆင်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Construction site အတွက်အသုံးပြုသော lighting သည် အောက်ပါလိုအပ်ချက်များအား ဖြည့်ဆည်းပြည့်စုံစေရပါမည်။

(၁) အထူးသဖြင့် ပုံမှန် အလင်းရောင်မရှိသော internal working area ဖြစ်ပါက ထိုသို့သော working area အတွက် lighting သည် intensity အားဖြင့် အနည်းဆုံး 20 lux ဖြစ်ရပါမည်။

(၂) အထူးသဖြင့် uneven floor များဖြစ်ပါက walkway အတွက် အနိမ့်ဆုံး intensity သည် 5 lux ဖြစ်ရပါမည်။

(၃) escape lighting အတွက်မူ escape route များတစ်လျှောက် အသုံးပြုသော lighting အား mian supply မဟုတ်သော သီးခြား supply မှ ပေးရမည်ဖြစ်ကာ အမြဲလိုလို battery operated supply သာဖြစ်ရမည်ဖြစ်ကာ အနိမ့်ဆုံး intensity သည် 5 lux ဖြစ်ပါသည်။

(၄) emergency lighting အတွက်မူ ယင်းသည် BS 5266 Part 1 နှင့်လိုက်ဖက်ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်ကာ mains failure ဖြစ်ချိန်တွင် အလိုအလျောက် စတင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ battery operated သို့မဟုတ် generating set မှအမြဲလိုလိုရယူပါသည်။ အနိမ့်ဆုံး intensity သည် 5 lux ဖြစ်ပါသည်။

ပုံသေတပ်ဆင်ထားသည့် high level lighting တို့အား 230V main supply မှရယူသော်လည်း low level နှင့် portable lighting တို့အတွက်မူ 110V မှ ရယူကာ အလယ်မှတ်အား earthed ချထားသော double wound transformer မှ ရယူခြင်းဖြစ်ပါသည်။

Damp area များ၊ tank များ အစရှိသည့် အန္တရာယ်ရှိနိုင်သော နေရာများတွင် voltage အား SELV voltage (50V a.c) သို့တိုင်အောင်လျှော့ချထားရပါမည်။ ထိုသို့သော circuit များအား monitoring unit (တစ်ခါတစ်ရံတွင် earth proving unit အဖြစ် ရည်ညွှန်းကြသည်)ပါရှိသော residual current circuit breaker များဖြင့် control လုပ်ထားသင့်ကာ earth connection သည် intact ဖြစ်နေကြောင်း သေချာစေပါသည်။

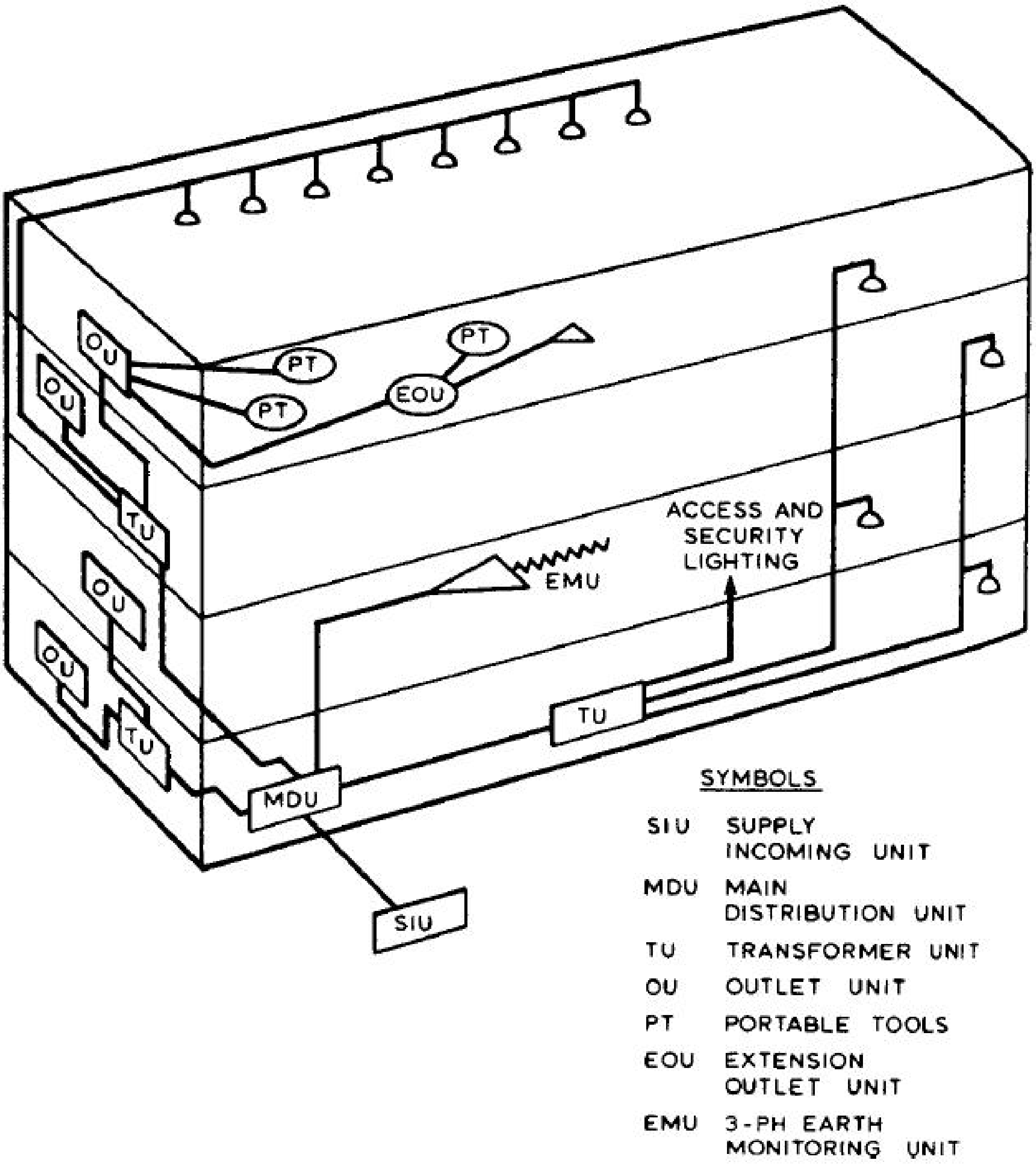
Tower cranes များ၊ mixer များနှင် အခြားသော 2kW ထက်ကျော်လွန်သော မော်တာများအား supply ပေးရာတွင် အမြဲတမ်း 400V main supply မှသာ ပေးကြပါသည်။ portable tool များအတွက် socket များသည် BS 4363 နှင့် BS EN 60439-4 တို့နှင့် ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတို့အား double wound transformer မှ ရရှိသော 100V ဖြင့် supply ပေးပါသည်။ စံပြု distribution layout အား ပုံ ၆.၅ တွင်ပြထားပါသည်။

IEE Regulations ၏ Section 604 တွင် construction site များအတွက် အသုံးပြုရန် ထပ်ဆောင်းဖြည့်စွက်ထားသော regulation များနှင့် နောက်ဆက်တွဲများအား ထည့်သွင်းထားပါသည်။ ယင်းသို့သော နေရာများတွင် အန္တရာယ်ဖြစ်နိုင်ခြေတိုးတက်များပြားလာနိုင်သည့် အတွက် ပိုမိုတင်းကျပ်သော requirement များအား ထားရှိကာ အထူးသဖြင့် ဖြစ်လာနိုင်ခြေရှိသော shock protection အား အထူးသတိပြုထားပါသည်။

အကယ်၍ TN supply system အား eebad (earth equipotential bonding and automatic disconnection of supply) protection အတွက်အသုံးပြုခဲ့ပါက လိုအပ်သော disconnection time သည် normal installation များနှင့်နှိုင်းယှဉ်ပါက သိသိသာသာ နည်းပေမည်။ IEE Regulation 413-02-10 အား ဥပမာအားဖြင့် IEE Regulation 604-04-03 ဖြင့် အစားထိုးမည်ဆိုပါက disconnection time အနေနှင့် 0.2 second လိုအပ်ပေမည်။ TT နှင့် IT စံနစ်တို့အား အသုံးပြုရာတွင် သဏ္ဍာန်တူညီသော ပြောင်းလည်းမှု အဆင့်များအား အသုံးပြုကြကာ အားလုံးဖြစ်နိုင်ခဲ့လျှင် IT system အား supply အဖြစ်အသုံးပြုခြင်းအား ရှောင်ရှားရန်လိုအပ်ပါသည်။ IT system တစ်ခုအား မဖြစ်မနေအသုံးပြုရမည်ဆိုပါက permanent earth fault monitoring အား မဖြစ်မနေ ထည့်သွင်း တပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Construction site များရှိ installation များတွင် အသုံးပြုရန် BS (British Standards) များစွာရှိပါသည်။ BS 4363၊ BS 5486 နှင့် BS EN 60439-4 တို့သည် electricity supply များနှင့် equipment တို့အတွက်ခြုံငုံမိစေကာ BS EN 60309 သည် plug များ၊ socket များ နှင့် cable coupler များ တို့အတွက်အသုံးပြုရန်သက်ဆိုင်ပြီး၊ enclosure များအတွက် အနိမ့်ဆုံး standard များသည် BS EN 60529: 1992 တွင် တည်မှီနေပါသည်။

Electrical conductor များအား adequate mechanical protection မပါပဲ roadways များအား ဖြတ်ကာ မသွယ်တန်းသင့်ပေ။ electrical circuit များ အားလုံး ၏ supply တစ်ခုစီတွင် တွင် isolator များ မဖြစ်မနေ ပါရှိရမည်ဖြစ်ကာ distribution point သည်လည်း lock လုပ်ထားနိုင်ရမည်ဖြစ်ကာ off position တွင်ရှိနေရပါမည်။ IEE Regulations ၏ Section 604 တွင် အသုံးဝင်သော ထပ်ဆောင်း အချက်အလက်များကို ဖော်ပြပါရှိပါသည်။

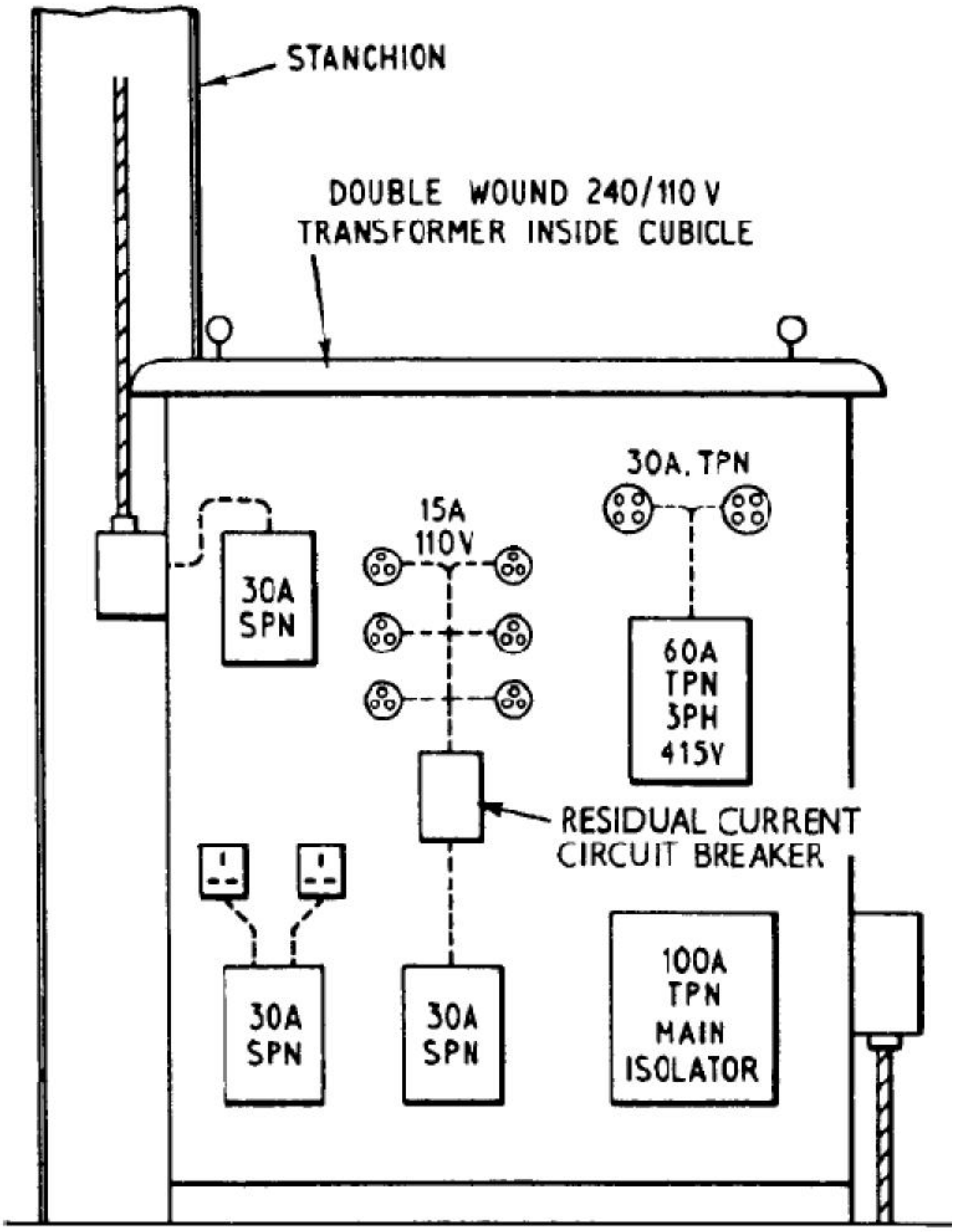


ပုံ ၆.၅ construction sites များရှိ စံပြု distribution units များ စီစဥ်ထားမှု (BS 7375 မှ)

Emergency supplies to premises

စက်ရုံအလုပ်များ၊ စီးပွားရေးနှင့်ဆိုင်သော အဆောက်အဦးများ၊ ဆေးရုံများ၊ အများပြည်သူနှင့်ဆိုင်သော အဆောက်အဦးများ၊ ဟိုတယ်များ၊ အထပ်မြင့် အဆောက်အဦးများ၊ နှင့် အလားတူ အဆောက်အဦးနေရာများအတွက် emergency supply များလိုအပ်မှုအား သက်ဆိုင်ရာ local authority ၏ fire prevention officer မှ ဆုံးဖြတ်ရမည်ဖြစ်ကာ supply မပြတ်တောက်စေရန် အနိမ့်ဆုံးအဆင့်တစ်ခုအထိ လိုအပ်မှုနှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။

Emergency lighting ထားရှိခြင်း၏ အဓိက ရည်ရွယ်ချက်မှာ normal lighting ပြတ်တောက်သွားခဲ့ပါက escape routes များတစ်လျောက် 5 seconds မျှအတွင်း အလင်းရောင်ရရှိနေစေရန်ဖြစ်ပါသည်။ BS 5266 သည် ရုပ်ရှင်ရုံများအပြင် အခြားသော entertainment အတွက်အသုံးပြုသည့် premises များနှင့်သက်ဆိုင်သော emergency lighting များအတွက်ဖြစ်ပါသည်။



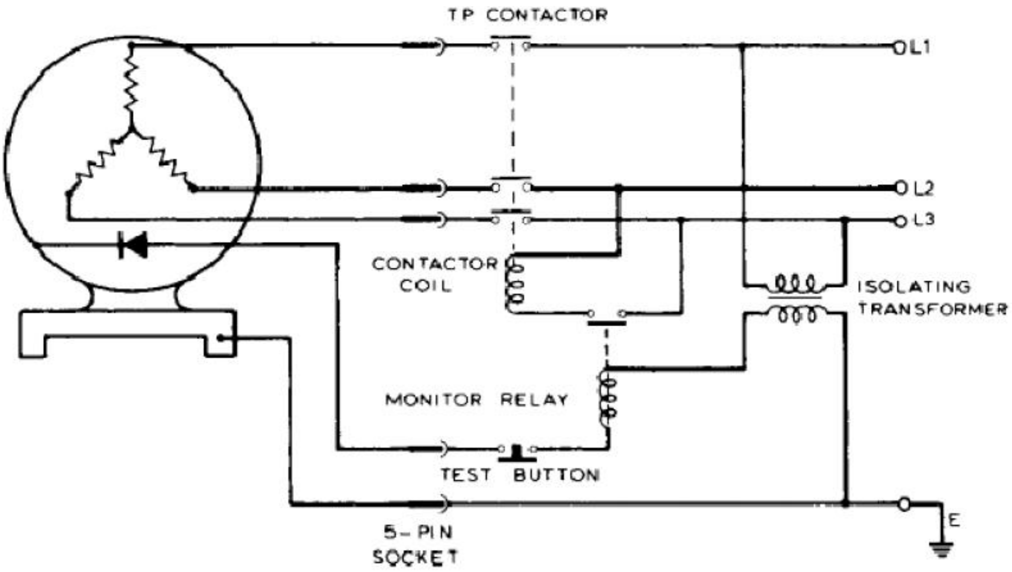
ပုံ ၆.၆ temporary installation အတွက် Load Centre

အကယ်၍ BS 5266 Part 1 တွင်ဖော်ပြထားသော recommendation များသည် emergency lighting system နှင့် အလုံးစုံကိုက်ညီခဲ့ပါ ဒေသဆိုင်ရာ 'enforcing authority' တို့မှ လက်ခံကြပါလိမ့်မည်။

1971 ခုနှစ်က ပြဌာန်းထားသော The Fire Protection Act တွင် escape lighting လိုအပ်ပုံကို ဖော်ပြထားသော်လည်း demand ကို တိတိကျကျ မဖော်ပြခဲ့ပါ။ IEE Regulation 313-02 တွင် ဖော်ပြထားသည်မှာ enforcing authority မှ လိုအပ်ချက်အရ မည်သည့် emergency supply မဆိုတို့သည် operation လုပ်ရန် ဖော်ပြသတ်မှတ်ထားသော rating နှင့် တိကျသော capacity ရှိရမည်ဖြစ်ပါသည်။ BS 5266 Part 1 တွင် အောက်ပါအခြေအနေများအတွက် emergency lighting ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ပေးရမည်ဖြစ်ကြောင်း recommend လုပ်ထားပေသည်။

(၁) final exist များသို့ သွားသော escape route များအားလုံးနှင့် ယင်းတို့အားဖြတ်သွားသော escape route များတလျှောက် အပါအဝင် ယင်း exits များအားလုံးတို့၏ အပြင်ဖက် lighting များ။

(၂) corridor များဖြတ်သောနေရာတစ်ခုစီနှင့် လမ်းကြောင်းပြောင်းသော နေရာတစ်ခုစီအတွက်။



ပုံ ၆.၇ construction sites များတွင်အသုံးပြုသော စံပြု 3-phase motor အတွက် monitoring circuit အား 5-pin socket နှင့် flexible cable များဖြင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပေးပုံ (BS 7375 မှ)

(၃) လှေခါးများတွင် လှေခါးအတက် အဆင်း အချိုးနေရာများတစ်ခုစီ နှင့် ကြမ်းပြင် အနိမ့်အမြင့် ပြောင်းသွားသော နေရာအနီးတပိုက်တွင် အလင်းရောင်ရရှိစေရန်။

(၄) exit sign များ၊ directional sign များ၊ fire alarm contact များ နှင့် fire fighting လုပ်ရာတွင်အသုံးပြုသော appliance များ (မှတ်သားရန်မှာ - sign များအတွက် illumination သည် အတွင်းပိုင်းမှသော်လည်းကောင်း၊ sing ၏ အပြင်ပိုင်းမှသော်လည်းကောင်း ဖြစ်နိုင်ပါသည်။)

(၅) passenger များအသုံးပြုသည့် lift များအားလုံး။

(၆) Eight square meter ထက်ပိုသော toilet area အားလုံး။

(၇) ရွေလျား လှေခါးများ သို့မဟုတ် လျှောက်လမ်းများ အားလုံးတို့၏ အထက်ဖက် (ဆိုလိုသည်မှာ - escalator များနှင့် travelator များ) အကယ်၍ ယင်းတို့သည် escape route ၏ အစိတ်အပိုင်းဖြစ်ခဲ့ပါက။

(၈) control, plant, switch နှင့် lift room များ။

Emergency lighting များသည် normal lighting ပြတ်တောက်သွားပြီးသည်မှ 5 seconds အတွင်း စတင် operation လုပ်ရမည်ဖြစ်ကာ တစ်နာရီမှ သုံးနာရီ အထိတိုင်အောင် (ဒေသဆိုင်ရာ enforcing authority မှ လိုအပ်ချက်များအတိုင်း) maintain လုပ်ထားနိုင်ရပေမည်။ illumination level သည် ကြမ်းပြင်ပေါ်ရှိ escape route ၏ အလယ်မျဉ်းမှ တိုင်းတာပါက 0.2 lux ထက်မလျော့နည်းသင့်ပေ။

Corridor များတစ်လျှောက်တွင်မူ lighting luminaries တစ်ခုနှင့်တစ်ခုအကြားသည် အမြင့်ဆုံးအချိုး 40:1 (ဆိုလိုသည်မှာ - luminaries နှင့် ကြမ်းပြင်အထက် mounting height) ရှိရမည်ဖြစ်ကာ အထက်မှ ဖော်ပြခဲ့သည့် illumination level နှင့် ကိုက်ညီမှု ရှိရပေမည်။

Emergency Lighting Systems

Emergency lighting ကို ရရှိစေနိုင်သော အခြားနည်းလမ်းများအား အောက်တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

(၁) load အား 5 seconds အတွင်း အသုံးပြုနိုင်မှုရရှိစေရန် engine ဖြင့်မောင်းနှင်သော generating plant များ။

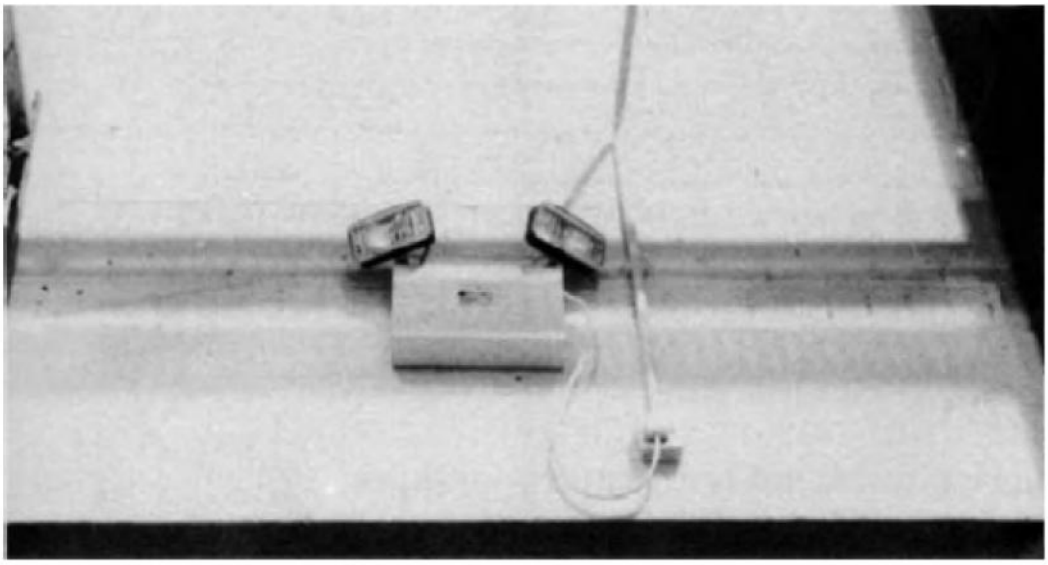
(၂) Battery power ဖြင့်အသုံးပြုသော systemများတွင် rechargeable လုပ်နိုင်သော secondary battery များအား charger ဖြင့်တွဲလျှက် အသုံးပြုကာ emergency light များအားလုံးအတွက်အသုံးပြုနိုင်ရန် center ကျသော နေရာတွင်ထားခြင်း

(၃) secondary batteries များနှင့် charger များ တွဲလျှက်ပါရှိသည့် sign များ သို့မဟုတ် luminaires များ။ ဒီဇိုင်းထုတ်ထားသည့် အချိန်အတိုင်း အတာအတွင်း discharge လုပ်ပြီးနောက်တွင် ၂၄ နာရီ အချိန်အတိုင်းအတာ အတွင်း re-charge လုပ်နိုင်ရမည်။ batteries များ ပါရှိပြီးသော luminaires သို့မဟုတ် sign များအတွက် circuit များအား အမြဲတမ်း energized ဖြစ်နေရမည်ဖြစ်ကာ မည်သည့်အချိန်တွင်မဆို မရည်ရွယ်ဘဲ supply ပြတ်တောက်မှုမရှိစေရန် သေချာစွာလုပ်ဆောင်ထားရပါမည်။ ထိုသို့သော circuit များအား switch များ သို့မဟုတ် isolator များ အသုံးပြုကာ control လုပ်ရမည်ဖြစ်ပြီး အခြားသော emergency lighting circuit များအား မသက်ဆိုင်သူများမှ ကိုင်တွယ်လုပ်ကိုင်နိုင်မှုမရှိစေရန် ထားရှိပြီး သင့်လျော်သော အမှတ်အသားများကိုလည်း ထားရှိရပါမည်။

Standby Supplies

Emergency escape lighting များအပြင် မကြာခဏဆိုသလို 'standby supplies' များလည်း ထားရှိလိုကြကာ ယင်းတို့သည် supply failure ဖြစ်သည်နှင့် စတင် operation လုပ်ကြပါသည်။ ယင်းသို့သော lighting အား ပုံမှန်အလုပ်များ ဆက်လက်လုပ်ဆောင်နိုင်စေရန် လုံလောက်သော အလင်းရောင်ရရှိစေရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။ computer installation များတို့ကဲ့သို့ အပြတ်အတောက်မခံသော ဆက်တိုက်လုပ်ဆောင်ရသည့် လုပ်ငန်းများ အတွက် မကြာခဏဆိုသလို လိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့သော အခြေအနေများတွင် လုပ်ငန်းများအား ဆက်တိုက် လုပ်ဆောင်သွားနိုင်စေရန်အတွက် standby power supply များအား လိုအပ်ပါသည်။

Large installation များတွင် ဒီဇယ်လောင်စာဖြင့်မောင်းနှင်သော alternator များအား essential services များအနေဖြင့် အမြဲသုံးရန်လိုအပ်ပါသည်။ ယင်းတို့အနေဖြင့် building တစ်ခုလုံး၏ load များအားလုံးအတွက် အသုံးမပြုနိုင်ခြင်းကြောင့် အချို့သော load များအား shedding လုပ်ပြစ်ရန် လိုအပ်ပါသည်။ building တွင်နေထိုင် ကြသူများအနေနှင့် ပုံမှန်အားဖြင့် ထိုသို့သော လုပ်ဆောင်မှုများအား လုပ်ဆောင်လေ့မရှိခြင်းကြောင့် special circuit အချို့အား ကြိုတင်ပြုလုပ်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ လိုအပ်သော load များအား ဒီဇိုင်းစတင်ပြုစု စဉ်ကာလမှပင် သတ်မှတ်ရမည်ဖြစ်ကာ သီးခြား distribution arrangement များအား main switch board မှ ပြုလုပ်ရ မည်ဖြစ်ပါသည်။ changeover switching လုပ်မှုများအားလည်း အလိုအလျောက်လုပ်စေရန် စီစဉ်ထားရမည် ဖြစ်ကာ circuit အား ထိုသို့ စီစဉ်ထားခြင်းအားဖြင့် standby power supply မှ distribution network အတွင်းမှ လိုအပ်သော load ကိုသာ feed လုပ်ပေးပါမည်။



ပုံ ၆.၈ Automatic Emergency Lighting Unit ။ ယင်း unit တွင် self-contained rechargeable battery နှင့် control gear ပါရှိကာ ယင်းသည် mains failure ဖြစ်ခြင်းအား detect လုပ်နိုင်ပြီး emergency light များအား energize ဖြစ်စေပါသည်။ (BP Ltd)

System of Wiring

Emergency supply များတွင်အသုံးပြုသော wiring သည် IEE Regulation နှင့် BS 5266 တို့နှင့် ကိုက်ညီရမည် ဖြစ်ပါသည်။ recommend လုပ်ထားသော wiring system များမှာ MI cable များ၊ PVC/ armoured cable များ၊ FP cable များ၊ PVC သို့မဟုတ် elastomer insulation အသုံးပြုထားသော cable များအား conduit သို့မဟုတ် trunking အတွင်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ခြင်းတို့ဖြစ်ပါသည်။ အချို့သော installation များတွင် plastic conduit များ သို့မဟုတ် trunking များအသုံးပြုခြင်းကို ကန့်သတ်ထားကာ enforcing authority နှင့် တိုင်ပင်ဆွေးနွေးသင့်ပါသည်။

ပုံ ၆.၉ Agricultural installation တစ်ခုအတွက် main switch။ Dutch barn, silos နှင့် grain store တို့သို့ fuse switch တစ်ခုစီဖြင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကိုပေးပို့ပါသည်။ မှတ်သားရန်မှာ installation သည် three phase ဖြစ်ကာ residual current circuit breaker ဖြင့် protect လုပ်ထားပါသည်။ (William Steward & Co Ltd)

Emergency lighting နှင့် fire alarms အားလုံးတို့အတွက် wiring သည် conduit သို့မဟုတ် trunking အတွင်းထည့်သွင်း ထားခဲ့ပါက အခြားသော wiring system အားလုံးတို့နှင့် သီးခြားဖြစ်နေရပါမည် (IEE Regulation 528-01-04 တွင်ကြည့်ပါ)။ emergency lighting နှင့် fire alarm circuit များအတွက် trunking အား အသုံးပြုခဲ့ပါက cable များအား အခြားသော cable များနှင့် သီးခြားစီဖြစ်နေစေရန် non-combustible material ဖြင့် တဆက်တစပ်တည်း partition လုပ်ထားရပါမည်။

Emergency နှင့် normal lighting (BS 5266) အတွက် multicore cable များအား အသုံးမပြုသင့်ပေ။

Agricultural and horticultural premises

Agricultural installation များတွင် ပါဝင်သော livestock များ အသုံးပြုမည့် building များသည် very special consideration များလိုအပ်ပါသည်။ မြင်းများနှင့် ကျွဲတို့သည် body resistance နိမ့်ခြင်းကြောင့် ယင်းတို့သည် 25Vac အောက်နိမ့်သော voltage အခြေအနေတွင်ပင် electric shock ကို ခံရနိုင်ခြေရှိသောကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့သော နေရာများတွင်တပ်ဆင်ထားသော electrical equipment များတို့သည် degree of protection အားဖြင့် IP44 နှင့် Class 2 construction ရှိရပါမည်။ switch များနှင့် အခြားသော accessories တို့အား animal များ ရောက်ရှိထိတွေ့နိုင်ခြင်းမရှိသော နေရာများတွင် ထားရှိရပါမည်ဖြစ်ကာ ယေဘုယျအားဖြင့် ယင်းတို့အား enclosure အတွင်းထားရှိခြင်းဖြင့် ဖြစ်စေ၊ သို့မဟုတ် livestock တို့နေထိုင်သော နေရာ၏ အပြင်ဖက်တွင်ဖြစ်စေထားရှိရပါမည်။

Low-voltage system တို့တွင် circuit အား residual circuit breaker အားအသုံးပြုကာ မဖြစ်မနေ protect လုပ်ထားသင့်ပြီး socket outlet များအတွက်လည်း ထိုသို့ပင် မဖြစ်မနေ လိုအပ်ပါသည်။

ပုံ ၆.၁၀ Fire alarm point နှင့် siren တို့အား MI Cable ဖြင့် ဂါယာသွယ်တန်းထားပုံ (BP Ltd)

Water spray များအသုံးပြုသောနေရာများ သို့မဟုတ် မြင့်မားသော humidity ရှိသော နေရာများ ဖြစ်သည့် milking parlour များ၊ glasshouses များနှင့် အခြားသော အဆောက်အဦးများ အစရှိသည့် ထိခိုက်နိုင်သော အခြေအနေမျိုးရှိသော နေရာများတွင် extra-low voltage supplies များကိုသာ အသုံးပြုသင့်ကာ IEE Regulations 605-02

တွင်ဖော်ပြထားသည်မှာ ထိုသို့သော အခြေအနေများအတွက် ထပ်ဆောင်း ကြိုတင်ကာကွယ်မှုများအား ပြုလုပ်ထားရမည်ဖြစ်ကာ 500Vac အား 60 seconds မျှအထိခံနိုင်ရည်ရှိသော barrier များ သို့မဟုတ် enclosure များ သို့မဟုတ် insulation များ ပါရှိရပါမည်။

Main မှ operate လုပ်သော electric fence controller များသည် BS EN 60335-2-76 နှင့်ကိုက်ညီရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတို့နှင့်သက်ဆိုင်သော installation သည် IEE Regulations 605-14-01 မှ 605-14-06 အား ကိုက်ညီမှုရှိရပါမည်။

Shock current များကြောင့် high risk ရရှိနိုင်သော အခြားသော area များတွင် modify arrangement များလိုအပ်သည်ဖြစ်ရာ IEE Regulation မှ ပြဆိုသည့်အတိုင်း automatic disconnection ဖြစ်ရန် အချိန် နှင့် အခြားသော သက်ဆိုင်သည့် measure များလိုအပ်ပါသည်။ expose နှင့် extraneous conductive part များတို့အတွက် supplementary bonding connection အား တပ်ဆင်ထားရှိရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းတွင် conductive သို့မဟုတ် metal mesh ဖြင့်ဖုံးထားသော floor များလည်းပါဝင်ပါသည်။

Fire Alarms

Fire alarm system များနှင့် သက်ဆိုင်သော ဒီဇိုင်းသည် ယခုစာအုပ်မှသတ်မှတ်ထားသော အတိုင်းအတာအတွင်းမရှိပဲ fire alarm နှင့်သက်ဆိုင်သော equipment များအား ထုတ်လုပ်သော manufacture များနှင့် အမြဲလိုလို သက်ဆိုင်ခြင်း သို့မဟုတ် ထိုသို့သော installation များအား ဒီဇိုင်းထုတ် လုပ်ကိုင်သော ကျွမ်းကျင်သူများနှင့် သက်ဆိုင်ပါသည်။

Firing alarm တို့နှင့်သက်ဆိုင်သော wiring သည် British Standard BS EN 54-2 နှင့် BS EN 54-4 တို့နှင့်သက်ဆိုင်ကာ Automatic Fire Alarm Installations များအတွက် Fire Offices Committee မှ ထုတ်ပြန်သော Rule များနှင့်လည်း ချိုင့်မိနေစေရပါမည်။ ယေဘုယျအားဖြင့် ပြောရမည်ဆိုပါက ခွင့်ပြုထားသော wiring system သည် emergency lighting system များနှင့် အတူတူပင်ဖြစ်ပါသည်။ conduit များ သို့မဟုတ် trunking များအတွင်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ထားသော wiring တို့သည် အခြားသော wiring system အမျိုးအစားများနှင့် (emergency lighting မှလွဲ၍) သီးခြားစီဖြစ်နေရပါမည်။

Highway Power Supplies

IEE Wiring Regulations ၏ 16th Edition တွင် သီးခြားအပိုင်းတစ်ခု ဖြစ်သော 611 အနေနှင့် ပါဝင်ကာ အဆိုပါခေါင်းစဉ်နှင့်သက်ဆိုင်ပါသည်။ Regulation ၏ Part 6 ၏ အခြားအပိုင်းတွင်မှ ယေဘုယျလိုအပ်ချက်များအား ဖြည့်စွက်ထည့်ခြင်း သို့မဟုတ် ပြင်ဆင်ထားခြင်းတို့ ပါဝင်ပါသည်။

Highway power supplies ဆိုသော ခေါင်းစဉ်အောက်တွင် electric shock ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန်အတွက် ပြောင်းလည်းထားသော အစီအစဉ်များ နှင့် conductor များအား မြေကြီးအတွင်း install လုပ်ထားမှုတို့အတွက် cable များအား identification နှင့် protection တို့နှင့်သက်ဆိုင်သော ထပ်ဆောင်းလိုအပ်ချက်များအား ဖော်ပြထားပါသည်။