Magnetic Contactors

Magnetic contactor နှင့် over load relay ပေါင်းစပ်တပ်ဆင်လျှင် motor starter ဖြစ်ကြောင်း တင်ပြခဲ့ပြီးဖြစ်ပါသည်။Motor starter နှင့် contactor တို့အား Power circuit များတွင် switching အဖြစ် အသုံးပြုသည်။ Control current ပမာဏအနဲငယ်အသုံးပြုခြင်းဖြင့်စွမ်းအင်ပေးခြင်းဖြတ်ခြင်း (energized or deenergized) ပြုလုပ်နိုင်သည်။ The National Electrical Manufactures Association (NEMA) ၏ အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုချက်အရ Magnetic contactor ဆိုသည်မှာ မှာ လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းတခုကို ဓါတ်အားပေးခြင်း၊ ဖြတ် တောက်ခြင်း အကြိမ်ကြိမ်ပြုလုပ်နိုင်အောင်သံလိုက်ဓါတ်ဖြင့်မောင်းနှင်ဆောင်ရွက်သည့်သည့်ကရိယာဖြစ်သည်။ Coil ကို Power ပေးခြင်းဖြင့် contact ကိုလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်စေရာတွင် Electromechanical relay များနှင့်လုပ်ဆောင်ပုံသဘာဝတူညီသည်။ကွာခြားမှုမှာ contactor များ၏ contact point သည် (make and break) ကပ်ခြင်းကွာခြင်း ပြုလုပ်မှုကို 15Amp load အထိ ပျက်စီးခြင်းမရှိအောင်design ပြုလုပ်ထားသည်။

Magnetic contactor တို့သည် control circuit ကို coil နှင့်ဆက်သွယ်ထားပြီး power circuit ကို main power contact နှင့်ဆက်သွယ်သည်။ Fig.1 တွင် Three pole magnetic contactor တခုကိုဖေါ်ပြသည်။ coil terminal ကို သင့်လျှော်သည့် voltage ပေးပါက coil အတွင်း current စီးဝင်ပြီး သံ လိုက် စက် ကွင်း ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထိုမှ coil ပတ်ထားသော stationary iron frame ကို electromagnet လျှပ် စစ်သံလိုက်ဖြစ်စေသည်။၎င်းလျှပ်စစ်သံလိုက်က armature ကိုဆွဲယူပြီးstationary contact နှင့် movable contact တို့ကိုထိကပ်စေပြီး power ကို line side မှ load side သို့စီးဆင်းစေသည်။

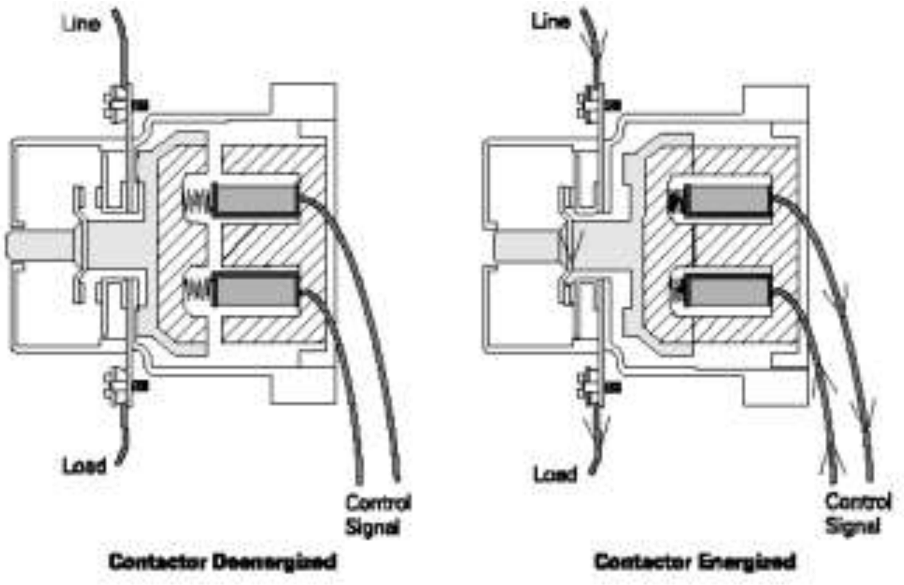

Fig.1 Operation of Contactor (Deenergized and energized)

Contactor assembly

Contactor assembly လေးမျိုး clapper type, Horizontal action, Vertical action, Ball-crank တို့

ကိုFig.2 တွင်ဖော်ပြပါသည်။Magnetic contactor တို့၏ operating mechanism များကို လွတ်လပ်စွာလှုပ်ရှားနိုင်မှု ရှိစေရန် အချိန်မှန်စစ်ဆေးရမည်။ Operating mechanism ဖြစ်သော stationary iron core နှင့် armature or moving core တို့ကို အထူးရွေးချယ်ထားသောသံ (soft steel with high permeability and low residual magnetism) ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသည်။coil တွင်စီးဝင်သော လျှပ်စီးကြောင့် core တွင်လုံလောက်သောသံလိုက်ဓါတ်ဖြစ်ပေါ်လာပါက မြေဆွဲအားနှင့် contact spring ၏တွန်းကန်အားကို ကျော်လွန်၍ armature ကိုဆွဲကပ်ပြီး တပါတည်း contact များကိုကပ်စေသည်။

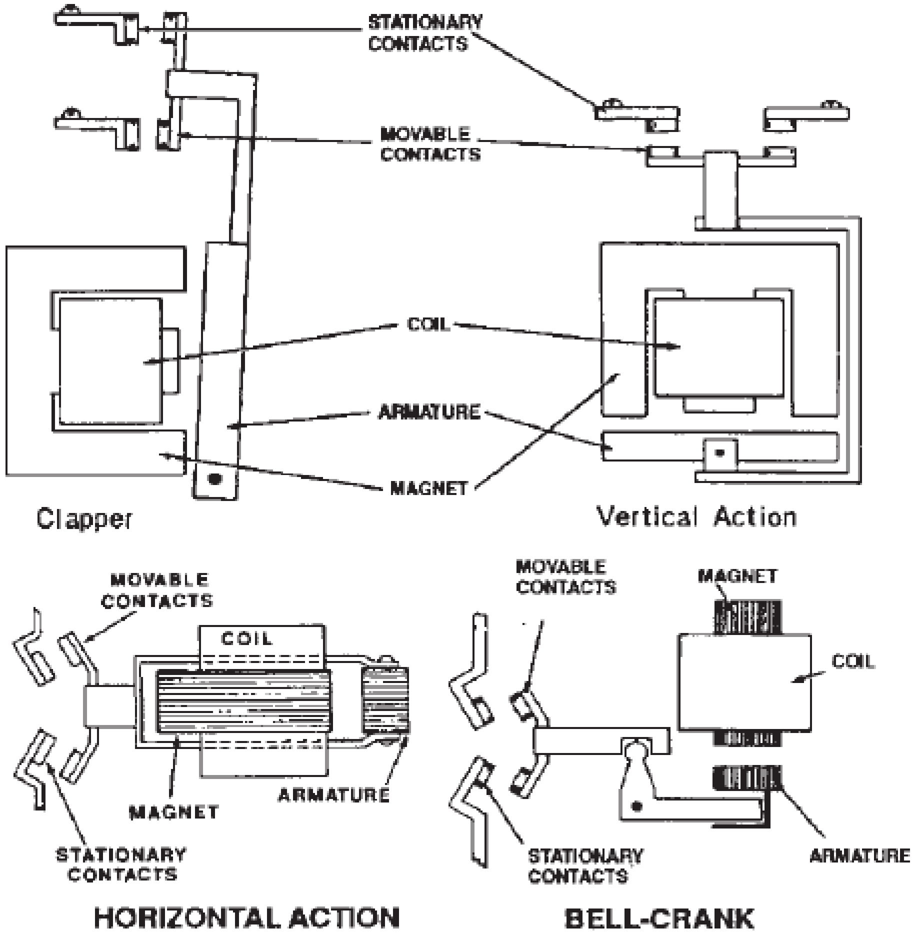

Fig.2 Contactor assembly

Air gap

Contactor armature သည် core ပေါ်တွင်အထိုင်ကျကပ်သွားသည့်အချိန်တွင် laminated iron နှစ်ခုအကြားတွင် air gap တခုရှိနေသည်ကို Fig.3 တွင်တွေ့နိုင်သည်။ Coil ကို deenergized ပြုလုပ်လိုက်သော်လည်း အချို့သော ကြွင်းကျန်သည့်သံလိုက်ဓါတ် (Residual magnetism) ကြောင့် ဆွဲကပ်ထားသည့်

အနေအထားမှမမကွာဘဲရှိနေမည်ဖြစ်သည်။ထိုအခြေအနေကိုကာကွယ်ရန်အတွက်ထုတ်လုပ်စဉ်ကပင်ထိကပ်နေသည့်အနေအထားမှ ကွာဟမှု (ground to close tolerance) ပေးပြီးထုတ်လုပ်ခဲ့၍ Ground air gap ဟုလည်းခေါ်သည်။

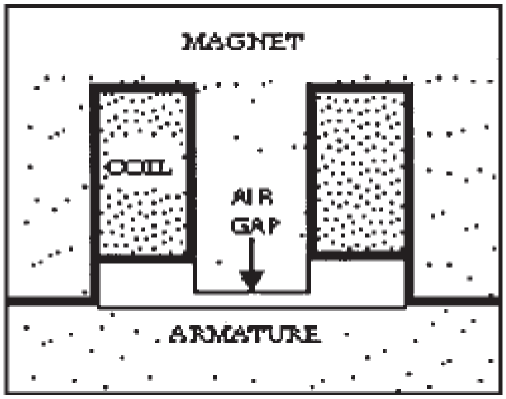

Fig.3 Air gap

အချို့contactor များတွင် ၎င်းair gap နေရာတွင် သံမလိုက်သည့် (Non- magnetic metal) ကိုထည့်သွင်း ထားပြီး Permanent air gap ဟုခေါ်သည်။

Magnet Coil

Magnet coil ကို ohm meter ၏ စကေးနိမ့်ဖြင့် တိုင်းတာစစ်ဆေးနိုင်သည်။ zero or infinity ပြပါက short or open ဖြစ်နေ၍ အသစ်လဲရပါမည်။

Coil voltage များကို အတန်းအစားအရ လေးမျိုးခွဲနိုင်သည်။coil ကို supply ပေးရမည့် voltage မှာ rated voltage ဖြစ်ပြီး မိမိအသုံးပြုမည့် control circuit voltage နှင့် ကိုက်ညီသည့် coil ကို ရွေးချယ်ရမည်။ Fig.4 တွင်ပြထားသည့် deenergized အနေအထားမှ coil ကို power စပေးသည်နှင့် spring အားကိုကျော်လွန်၍ contact ကပ်ရန်လိုအပ်သော voltage ကို Pickup voltage ဟုခေါ်သည်။ကပ်နေသောအနေအထားကို ဆက်လက်ထိန်းသိမ်းရန်လိုသော voltage ကို Hold-in voltage ဟုခေါ်သည်။သာမာန်အားဖြင့်(vertical action) မှလွဲ၍ hold-in voltage သည် pickup voltage ထက်နည်းသည်။ Supply system တွင် dip ခေါ် voltage drop ဖြစ်မှုကြောင့် သံလိုက်ဓါတ်အလွန်အားနဲပြီး hold-in အနေအထားမှ မထိန်းနိုင်ဘဲပြုတ်ကျသွားသည့် voltage ကို Drop out voltage ဟုခေါ်သည်။Coil များသည် over voltage 10 percent ထိခံနိုင်ရည်ရှိပြီး 15 percent under voltage ထိ pickup and seal ဖြစ်ပြီး အလုပ်လုပ်ပါမည်။ Supply voltage သည် Ratedvoltage ထက်အလွန်များပါက coil insulation များပျက်စီး၍လောင် နိုင်သည့် ပြင် ပြင်းထန်သော သံလိုက်ဆွဲအားကြောင့် core မျက်နှာပြင်များပျက်စီးစေနိုင်ပြီး contact များ၏သက်တန်းကို တိုစေပါသည်။ Under voltage အလွန်များပါက vertical action အတွက် pickup voltage ကိုကျော်သော်လည်း seal voltage မရောက်ဘဲ ပူ၍လောင်သွားနိုင်ပါသည်။ဆွဲအားမပြည့်သည့်အတွက် contact များအပြည့်အဝမကပ်ဘဲ (over heat & arcing) ကြောင့် contact point များတွဲကပ်ပျက်စီးစေနိုင်ပါသည်။

Supply voltage သည် coil rated voltage ၏ 85 နှင့် 110 percent အတွင်းသာသုံးသင့်ပါသည်။ 5 percent အတိုးအလျှော့ကြောင့် contactor ၏ ကပ်သည့်မြန်နှုန်းကိုပြောင်းလဲစေသည်။ ဗို့များလျှင် မြန်၍လျှော့လျှင်နှေးသွားသည်။ ပုံမှန်မဟုတ်သော speed အပြောင်းအလဲကြောင့် contact များပွန်းစားပျက်စီးစေသည်။

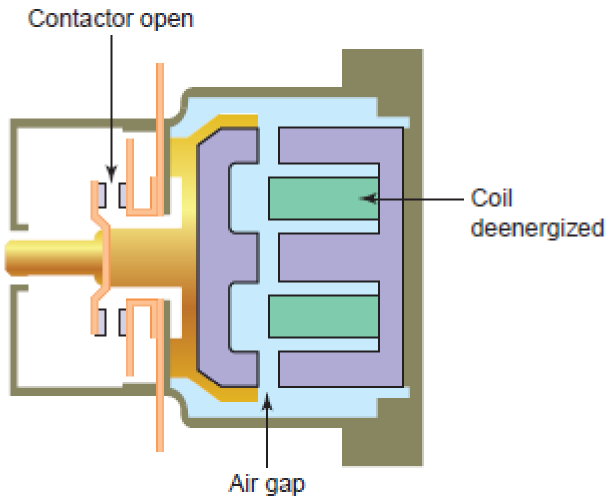

Fig.4 Deenergized coil air gap

Magnetic circuit တခုတွင် coil ၏ impedance သည် လျှပ်စစ်းကြောင်းကိုခုခံ၍ကန့်သတ် (resist & limit) ပေးပါသည်။ Core အတွင်း ဝေးကွာသော air gap (Fig.4) ကြောင့် impedance ကိုလျှော့ကျစေသည်။ ထို့ကြောင့် coil စဆွဲသည့်အခိုက်တွင် high current or inrush current ဆွဲသည်။ Armature သည် core နှင့်နီးလေ current နည်းလေဖြစ်ပြီး ထိကပ်သွားချိန်တွင်ရှိသော လျှပ်စီးကို seal current ဟုခေါ်သည်။ Inrush current သည် seal current ၏ ခြောက်ဆမှဆယ်ဆအထိရှိသည်။ထို့ကြောင့် contactor coil များကို လုံးဝ series မဆက်ရပါ။အကပ်မြန်သော coil (seal in or seat) ကပ်ချိန်တွင် seal current ဖြစ်၍ နှေးသော coil မှာအဆုံးတိုင်မကပ်နိုင်တော့ပါ။Contactor coil များကို အမြဲ Parallel တပ်ဆင်ရမည်။

DC circuit တွင် ohmic resistance သာရှိပြီး AC circuit တွင် resistance နှင့် reactance ပေါင်းထားသည့် impedance ရှိသည့်အတွက် DC coil များသည် AC coil များနှင့်ယှဉ်လျှင် အပတ်ရေအလွန်များသည်။ DC coil များသည် resistance သာဖြစ်၍ စဆွဲချိန်မှ ကပ်ချိန်ထိ current တူသည်။

Contactor coil ကဲ့သို့သော inductive load များတွင် လျှပ်စီးကြောင်းကို (turn off) ပိတ်လိုက်ပါက အလွန်မြင့်မားသော ဗို့အား (spike voltage) ကိုထုတ်လုပ်ပါသည်။၎င်းကို ဖိသတ်ခြင်း (suppression) မပြုလုပ်ပါက ဗို့ထောင်ချီရှိသည့်တိုင်ရောက်နိုင်ပြီး PLC Module ကဲ့သို့သော solid-state component များကို ပျက်စီးစေသည့် surges damaging current ကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ကာကွယ်ရန်အတွက် Fig.5 တွင်ဖေါ်ပြ

ထားသည့် RC module ကို coil နှင့်အပြိုင် (directly across) တပ်ဆင်ရသည်။ Resistor နှင့် Capacitor series အတွဲက transient voltage မြင့်တက်မှုကိုနှေးကွေးစေသည်။

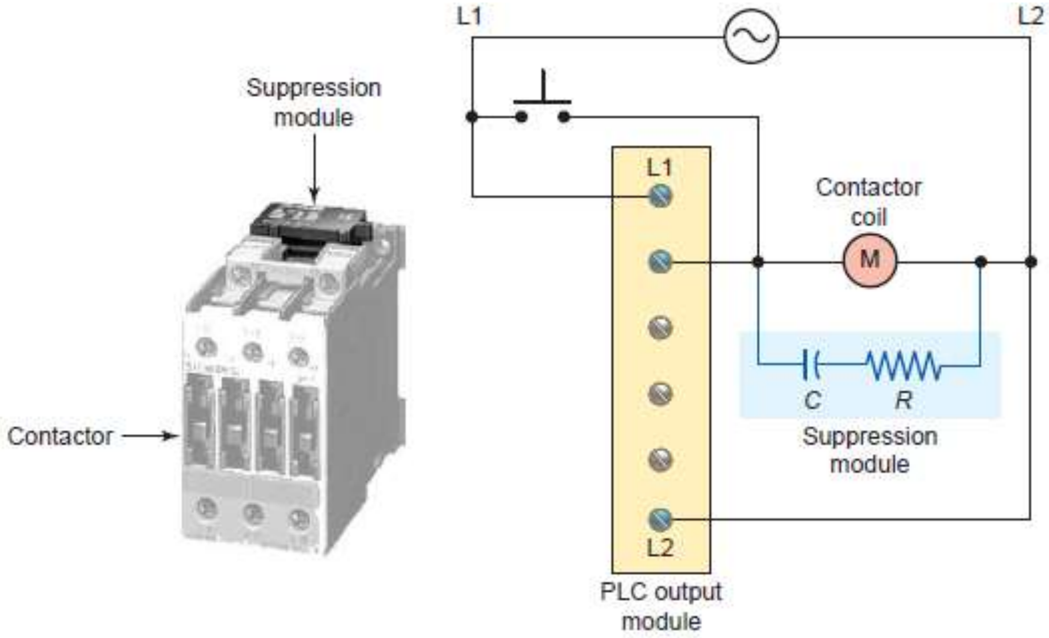

Fig. 5 RC suppression module

AC Hum

Magnetic effect ကို AC power အားအသုံးပြုသည့် ပစ္စည်းမှန်သမျှ သံလိုက်ဓါတ်အပြောင်းအလဲတွင် Mechnical vibration ကြောင့် Hum ခေါ် ညီးသံထွက်ပေါ်လေ့ရှိသည်။

1. Supply voltage အလွန်နဲခြင်း(operating voltage too low)

2. Coil voltage လွဲမှားခြင်း

3. Core နှင့် armature တို့ တပ်ဆင်ရာတွင် alignment မကိုက်ခြင်း တို့ကြောင့် တိုးသော (sligh hum) ထွက်သည်။ဆူညံသောအသံ (louder hum) ဖြစ်ပါက shading coil ကျိုးပြတ်နေကြောင်းသိနိုင်သည်။

Contactor coil များကို AC current ဖြင့်အသုံးပြုရာတွင် coil ၏ပါတ်ဝန်းကျင်တွင် သံလိုက်ဓါတ်ဖြစ်ပေါ်သည်။AC Power သည် ပုံမှန်ပြောင်းလဲနေသည့် pulsating ဖြစ်၍ cycle တပါတ်တွင် ညီမျှစွာ zero ကိုနှစ်ကြိမ်ဖြတ်သန်းသည်။ထိုအချိန်တွင်သံလိုက်ဆွဲအားနည်း၍ armature ပြုတ်ကျပြီး zero ကျော်သည်နှင့် ပြန်ဆွဲသည်။50 cycle per second ဖြစ်၍ တစက္ကန့်တွင်အကြိမ်တရာ ပြုတ်ကျခြင်းပြန်ကပ်ခြင်းဖြစ်၍ ကျယ်လောင်သောညီးသံဖြစ်သည်။၎င်းကို contactor buzz or charter ဟုခေါ်သည်။ထို့အတွက် contactor ၏ အစိတ်အပိုင်းများကိုပျက်စီးစေပြီး contact၏သက်တမ်းကိုလည်းတိုစေသည်။ ထိုဆိုးကျိုးများကို ကာကွယ်ရန်အတွက် shading ring or shading coil ကိုအသုံးပြုသည်။

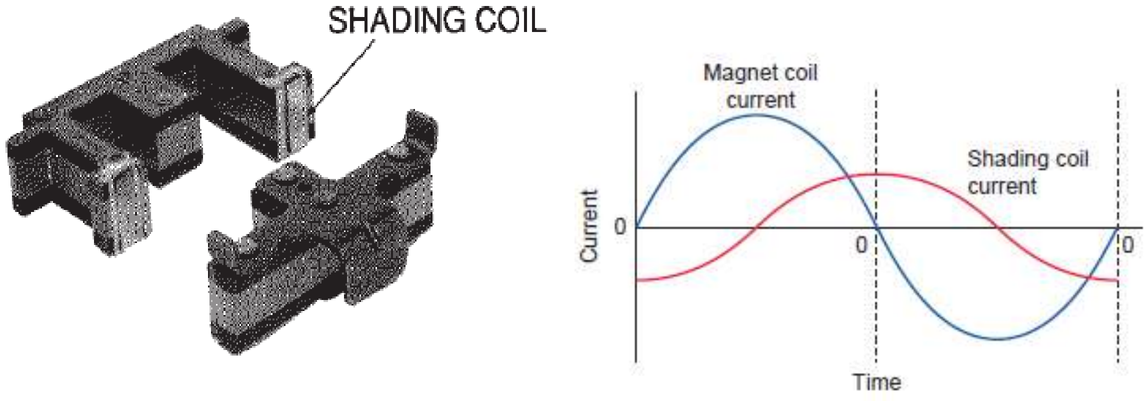

Fig.6 Shading coil and its effect

Shading coil ကို copper or aluminium ဖြင့်ပြုလုပ်ပြီး တပါတ် (one turn) သာဖြစ်သည်။၎င်းကိုတိုက်ရိုက် power ပေးခြင်းမရှိဘဲ (mounted to inductively couple with the contactor coil) ညှို့ဝင်မှုရှိအောင် တပ်ဆင်ထားသည်။၎င်း၏သံလိုက်ဓါတ်ထုတ်လုပ်မှုသည် relay coil နှင့် out of phase ဖြစ်၍ relay coi zero ကိုဖြတ်ချိန် တွင်၎င်းမှ maxmium ဖြစ်ပြီး core နှင့် armature ကိုပိုမိုထိကပ်မှုအားကောင်းစေသည်။

AC Magnetic contactor များ သည်Eddy current lose နည်းစေရန် core and armature ကို Laminated sheet ဖြင့်ပြုလုပ် ပြီး DC contactor များတွင် solid metal ဖြင့်ပြုလုပ်သည်။ကောင်းသော contactor များ၏ contact point ကို silver ဖြင့်ပြုလုပ်သည်။silver သည် အခြားသတ္တုများထက် ခုခံမှုနည်း ပြီး ဈေးကြီးသည်။contactor တခု၏ size သည် ထိုcontact ၏ လျှပ်စီးမည်မျှကို သယ်ဆောင်ထိန်းသိမ်းနိုင် သည်ဆိုသည့်အပေါ်တည်မှီသည်။ကြေးသားပေါ်တွင် ငွေကိုအရည်တင် (brazed or welded) ထားခြင်းဖြစ်ပြီး ငွေကလျှပ်စီးကိုသယ်ဆောင်၍ ကြေးက arcing ကိုသယ်ဆောင်ကျေပျက်စေသည်။silver contact များကို တံစဉ်းမထိုးသင့်ပါ။မဲနေသည့်အရာများသည် silveroxide ဖြစ်ပြီး ၎င်းမှာလည်းလျှပ်ကူးကောင်းပစ္စည်းဖြစ်၍ သန့်ရှင်းရေးပြုလုပ်ရန်မလိုအပ်ပါ။ခံနိုင်ရည်ထက်ပိုများသောလျှပ်စီးကိုသယ်ဆောင်ရခြင်း၊ အဖွင့်အပိတ်နှေး ကွေးခြင်း၊ဖွင့်ပိတ်သည့်အကြိမ်များခြင်းတို့ကြောင့် contact များပျက်စီးပြီး စိတ်ချသေချာသောဆောင်ရွက်မှု မရနိုင်တော့ပါ။

Magnetic Contactors Part 2

The National Electric Manufactures Association (NEMA) နှင့် The International Electrotechnical Commission (IEC) တို့သည် contactor များနှင့်ပါတ်သက်သော လမ်းညွှန်ချက်များဖြင့် အရည်အသွေးကိုထိန်းသိမ်းကြသည်။မတူသော standard နှစ်ခုမှထုတ်လုပ်သည့် contactor များသည်လည်း ကွဲပြားခြားနားပါသည်။

NEMA rating

NEMA standard တွင် size ဖြင့်သတ်မှတ်၍ ထုတ်လုပ်သူများထုတ်လုပ်သည့် contactor များကို တခုမှအခြားတခုအစားထိုးနိုင်ရန်ရည်ရွယ်ပါသည်။သုံးစွဲသူများသည် ပစ္စည်းမှာယူရာတွင် current, motor horse powerနှင့် voltage တို့ကိုသိနိုင်သော်လည်း duty cycle ကဲ့သို့ အသုံးချမှု ပုံစံကိုမသိနိုင်ပါ။သို့ဖြစ်၍ ကျယ်ပြန့်သောနယ် ပါယ်အသီးသီးတွင် လုံလောက်သောစွမ်းဆောင်မှုရအောင်စီမံထားပါသည်။

NEMA contactor size အလိုက် အသုံးပြုနိုင်သည့် Continuous currentrating နှင့် motor horse power လမ်းညွှန်ချက်ကို ဖေါ်ပြပါသည်။

60 Hz AC contactor NEMA rating 600 volts max	
NEMA size	Continuous current
00	9
0	18
1	27
2	45
3	90
4	135
5	270
6	540
7	810
8	1215
9	2250

DC contactor NEMA rating 600 volts max	
NEMA size	Continuous amps
1	25
2	50
3	100
4	150
5	300
6	600
7	900
8	1350
9	2500

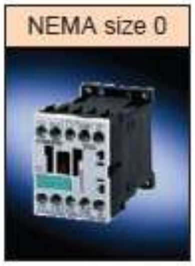

Fig.1 NEMA contactor size guide

NEMA contactor များ၏ continuous current နှင့်motor horse power ရွေးရာတွင် operating voltage or rated voltage ကိုအထူးဂရုပြုရမည်။ဥပမာအားဖြင့် rated voltage 600v တွင် size 00 3pole contactor သည် 9 Amp load သီးခြားသုံးလိုင်းကို တပြိုင်တည်း သယ်ဆောင်နိုင်သည်။copper ဖြင့်ပြုလုပ်သည့် contact သည် ရှစ်နာရီတဆက်တစပ်တည်း လျှပ်စီးသယ်ဆောင်သော်လည်း contact tip များပူခြင်း၊အရောင်ပြောင်းခြင်း၊ copper oxide ပြောင်းခြင်းများ မဖြစ်ရပါ။NEMA contactor များသည် size နံပါတ်ကြီးလေသယ်ဆောင်နိုင်သော current capacity ကြီးလေဖြစ်သည်။ထို့ကြောင့် contact နှင့်အဖွင့်အပိတ်တွက် Mechanism ပိုကြီးသဖြင့် size ကြီးလျှင် အရွယ်လည်းပိုကြီး သည်။

Magnetic contactor များ၏အရွယ် (rated carrying capacity) သည် အသုံးပြုသည့်ဝန်အမျိုးအစား (Type of load tobe utilized) ပေါ်တွင်လည်းမူတည်သည်။load အမျိုးအစား (Utilization category) ကိုလေးမျိုးခွဲနိုင်သည်။

- Nonlinear loads - lighting အတွက်အသုံးပြုသည့်tungsten lampများ၊ hot to cold resistance ratio 10:1ထက်မြင့်ပြီး voltage and current in phase ဖြစ်သောပစ္စည်းများ
- Resistive loads - မီးဖိုအဖြစ်အသုံးပြုသည့် voltage and current in phase သည့် constance resistance Heating element များ
- Inductive loads – lagging current ပစ္စည်းများဖြစ်သည့် industrial motors and transformer များ
- Capacitive loads – leading current ဖြစ်သည့် industrial capacitors and power factor correction capacitors

IEC rating

IEC contactor များသည် NEMA contactor များနှင့်နှိုင်းယှဉ်ပါက rating တူညီလျှင် အရွယ်အစား အားဖြင့် ၃၀ မှ ၇၀ ရာနှုန်းအထိသေးငယ်သည်။IEC rating တွင် ထုတ်လုပ်သူများ သည် တိကျသောအသုံးပြုမည့်နေရာအပေါ်မူတည်၍သတ်မှတ်သည်။မှန်ကန်သော Utilization Category အတွင်း သင့်တော်သော contactor rating ကို ရွေးချယ်ရမည်။ကွဲပြားခြားနားသော Utilization Category များခွဲခြား၍ contactor ၏(make, maintain and break) အချိန်များရှိ လျှပ်စီးတန်ဘိုးကိုသတ်မှတ်သည်။ contactor အတွက်အသုံးများသော Category များကိုဖော်ပြပါသည်။

AC Categorys

- AC-1 Power factor 0.95 နှင့်အထက် AC load အားလုံးပါဝင်သည်။ (slightly inductive or noninductive load)
- AC-2 Slip ring motor

- AC-3 squirrel cage motor သာမာန်မောင်းခြင်း၊ရပ်ခြင်း၊ closeing အချိန်တွင် (inrush current) normal motror current ၏ ငါးဆမှရှစ်ဆထိခွဲမည်။
- AC-4 squarrel cage motor inching and plugging

DC Categorys

- DC-1 All DC loads where the time constant (L/R) is less than or equal to 1 milisecond. Noninductive or slightly inductive load.
- DC-2 Starting တွင် norminal rated current ၏ ၂.၅ ဆထိခွဲသည့် shunt motor
- DC-3 Inching or plugging ဖြင့်အသုံးပြုသည့် shunt motor
- DC-5 Inching or plugging ဖြင့်အသုံးပြုသည့် Series motor

Contactor size များရွေးချယ်ခြင်း

Fig.2 LC 1D 18xx Schneider contactor

ပုံတွင်ဖော်ပြထားသည့် Schneider electric ထုတ် LC 1 D 18 contactor တွင်Ith 32 Aဟုဖော်ပြထားပါသည်။ ၎င်းသည် AC 1 category ဖြစ်သည့် resistance load, heating load စသည့် power factor 0.95 ထက်ပို သည့် load များအတွက် 32Amp ထိသုံးနိုင်သည်။

AC 3, 400 V တွင် 7.5KW ဟုဖော်ပြထားရာ Squarrel cage motor 7.5kw ,norminal current 18Amp ထိ မောင်းရန်ဖြစ်သည်။contact များသည် အမြင့်ဆုံး 100Amp ထိခံနိုင်ရည်ရှိသဖြင့် motor ၏ starting current ကြောင့်မထိခိုက်နိုင်ပါ။

Fig.3 CN-18 contactor

Contactor ရွေးချယ်ရာတွင် မိမိအသုံးပြုမည့်load ၏ အမျိုးအစား category ကိုသိပါ။lighting or heating အတွက်းဖြစ်ပါက AC1 or Ith တန်ဘိုးကိုအသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ CN18 contactor အတွက် 32Amp ဖြစ်ပါသည်။ ဇယားနစ်ကွက်အနက် AC3 အောက်မှဇယားမှာ IEC အတွက် Squarrel cage motor မောင်းရန်ဖြစ်သည်။မိမိအသုံးပြုမည့် rated volt ကိုကြည့် ပါ။380V အတွက် 11kw motor ထိသုံးနိုင်ပါသည်။motor ကို inching or plugging နှင့်သုံးမည် ဆိုပါက 11kw motor အတွက်ကိုပင် CN18 ထက်တဆင့်ကြီးသော contactor ကိုအသုံးပြုရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Size 1+ ဇယားမှာ NEMA နှင့် အစားထိုးရန်ဖြစ်သည်။ Standard နစ်ခုမတူညီသည့်အတွက် nema size 1ထက်ကြီးသည်ဟုဆိုလိုပြီး rated volt အလိုက် အသုံးပြုနိုင်သည့် Hp များကိုဖော်ပြသည်။NEMA contactor တို့၏အသုံးပြုပုံကိုလေ့လာနိုင်ရန် application catalogue တခုကိုFig.4တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

NEMA Size	Load Volts	Maximum Horsepower Rating — Nonplugging and Nonjogging Duty		Maximum Horsepower Rating — Plugging and Jogging Duty †		Continuous Current Rating, Amperes — 600 Volt Max.	Service-Limit Current Rating, Amperes ✱	Tungsten and Infrared Lamp Load, Amperes — 250 Volts Max. ★	Resistance Heating Loads, KW — other than Infrared Lamp Loads ‡		KVA Rating for Switching Transformer Primaries At 50 or 60 Cycles: Transformers Having Inrush Currents (Worst Case Peak) of Not More Than 20 Times Peak of Continuous Current Rating		KVA Rating for Switching Transformer Primaries At 50 or 60 Cycles: Transformers Having Inrush Currents (Worst Case Peak) of Over 20 Through 40 Times Peak of Continuous Current Rating		3 Phase Rating for Switching Capacitors ●
		Single Phase	Poly-Phase	Single Phase	Poly-Phase				Single Phase	Poly-Phase	Single Phase	Poly-Phase	Single Phase	Poly-Phase	KVAR
00	115	½	...	...	...	9	11	5	...	...	...	...	...	...	...
	200	...	1½	...	...	9	11	5	...	...	...	...	...	...	...
	230	1	1½	...	...	9	11	5	...	...	...	...	...	...	...
	380	...	1½	...	...	9	11	...	...	...	...	...	...	...	...
	460	...	2	...	...	9	11	...	...	...	...	...	...	...	...
	575	...	2	...	...	9	11	...	...	...	...	...	...	...	...
0	115	1	...	½	...	18	21	10	...	...	0.6	...	0.3	...	...
	200	...	3	...	1½	18	21	10	...	...	...	1.8	...	0.9	...
	230	2	3	1	1½	18	21	10	...	...	1.2	2.1	0.6	1.0	...
	380	...	5	...	1½	18	21	...	...	...	...	...	...	...	...
	460	...	5	...	2	18	21	...	...	...	2.4	4.2	1.2	2.1	...
	575	...	5	...	2	18	21	...	...	...	3.0	5.2	1.5	2.6	...
1	115	2	...	1	...	27	32	15	3	5	1.2	...	0.6	...	...
	200	...	7½	...	3	27	32	15	...	9.1	...	3.6	...	1.8	...
	230	3	7½	2	3	27	32	15	6	10	2.4	4.3	1.2	2.1	...
	380	...	10	...	5	27	32	...	...	16.5	...	...	...	...	...
	460	...	10	...	5	27	32	...	12	20	4.9	8.5	2.5	4.3	...
	575	...	10	...	5	27	32	...	15	25	6.2	11.0	3.1	5.3	...
1P	115	3	...	1½	...	36	42	24	...	...	...	...	...	...	...
	230	5	...	3	...	36	42	24	...	...	...	...	...	...	...
2	115	3	...	2	...	45	52	30	5	8.5	2.1	...	1.0	...	...
	200	...	10	...	7½	45	52	30	...	15.4	...	6.3	...	3.1	...
	230	7½	15	5	10	45	52	30	10	17	4.1	7.2	2.1	3.6	8
	380	...	25	...	15	45	52	...	...	28	...	...	...	...	...
	460	...	25	...	15	45	52	...	20	34	8.3	14	4.2	7.2	16
	575	...	25	...	15	45	52	...	25	43	10.0	18	5.2	6.9	20
3	115	...	...	...	...	90	104	60	10	17	4.1	...	2.0	...	...
	200	...	25	...	15	90	104	60	...	31	...	12	...	6.1	...
	230	...	30	...	20	90	104	60	20	34	8.1	14	4.1	7.0	27
	380	...	50	...	30	90	104	...	...	56	...	...	...	...	...
	460	...	50	...	30	90	104	...	40	68	16	28	8.1	14	53
	575	...	50	...	30	90	104	...	50	86	20	35	10	18	67
4	200	...	40	...	25	135	156	120	...	45	...	20	...	10	...
	230	...	50	...	30	135	156	120	30	52	14	23	6.8	12	40
	380	...	75	...	50	135	156	...	...	86.7	...	...	...	...	...
	460	...	100	...	60	135	156	...	60	105	27	47	14	23	80
	575	...	100	...	60	135	156	...	75	130	34	59	17	29	100
5	200	...	75	...	60	270	311	240	...	91	...	41	...	20	...
	230	...	100	...	75	270	311	240	60	105	27	47	14	24	80
	380	...	150	...	125	270	311	...	...	173	...	...	...	...	...
	460	...	200	...	150	270	311	...	120	210	54	94	27	47	160
	575	...	200	...	150	270	311	...	150	260	68	117	34	59	200
6△	200	...	150	...	125	540	621	480	...	162	...	81	...	41	...
	230	...	200	...	150	540	621	480	120	210	54	94	27	47	160
	380	...	300	...	250	540	621	...	...	342	...	...	...	...	...
	460	...	400	...	300	540	621	...	240	415	108	188	54	94	320
	575	...	400	...	300	540	621	...	300	515	135	234	68	117	400
7△	230	...	300	...	...	810	932	...	180	315	...	...	...	...	240
	460	...	600	...	...	810	932	...	360	625	...	...	...	...	480
	575	...	600	...	...	810	932	...	450	775	...	...	...	...	600

Tables and footnotes are taken from NEMA Standards.

† Ratings shown are for applications requiring repeated interruptions of stalled motor current or repeated closing of high transient currents encountered in rapid motor reversal, involving more than five openings or closings per minute and more than ten in a ten-minute period, such as plug-stop, plug-reverse or jogging duty. Ratings apply to single speed and multi-speed controllers.

✱ Per NEMA Standards paragraph ICS 2-321.20, the service-limit current represents the maximum rms current, in amperes, which the controller may be expected to carry for protracted periods in normal service. At service-limit current ratings, temperature rises may exceed those obtained by testing the controller at its continuous current rating. The ultimate trip current of over-current (overload) relays or other motor protective devices shall not exceed the service-limit current ratings of the controller.

★ FLUORESCENT LAMP LOADS — 300 VOLTS AND LESS — The characteristics of fluorescent lamps are such that it is not necessary to derate Class 8502 contactors below their normal continuous current rating. Class 8903 contactors may also be used with fluorescent lamp loads. For controlling tungsten and infrared lamp loads, and resistance heating loads, Class 8903 ac lighting contactors are recommended. These contactors are specifically designed for such loads and are applied at their full rating as listed in the Class 8903 Section.

‡ Ratings apply to contactors which are employed to switch the load at the utilization voltage of the heat producing element with a duty which requires continuous operation of not more than five openings per minute. Class 8903 Types L and S lighting contactors are rated for resistance heating loads.

● When discharged, a capacitor has essentially zero impedance. For repetitive switching by contactor, sufficient impedance should be connected in series to limit inrush current to not more than 6 times the contactor rated continuous current. In many installations the impedance of connecting conductors may be sufficient for this purpose. When switching to connect additional banks, the banks already on the line may be charged and can supply additional available short-circuit current which should be considered when selecting the impedance to limit the current.

The ratings for capacitor switching above assume the following maximum available fault currents:

NEMA Size 2-3: 5,000 A RMS Sym.
NEMA Size 4-5: 10,000 A RMS Sym.
NEMA Size 6-7: 18,000 A RMS Sym.

If available fault current is greater than these values, connect sufficient impedance in series as noted in the previous paragraph.

The motor ratings in the above table are NEMA standard ratings and apply only when the code letter of the motor is the same as or occurs earlier in the alphabet than is shown in the table below.

Motors having code letters occurring later in the alphabet may require a larger controller.

Motor HP Rating	Maximum Allowable Motor Code Letter
1½-2	L
3-5	K
7½ & above	H

Fig.4 NEC contactor application

Contactor များကိုနေ့စဉ်အသုံးပြုမှုအတွက်အဆင်ပြေအောင်တင်ပြထားပါသည်။ အသေးစိတ်ကျယ်ပြန့်စွာနားလည်နိုင်ရန် ပူးတွဲတင်ထားသည့် IEC contactor pdf file ကိုဆက်လက်လေ့လာကြပါ။

Utilization Category များအကြောင်းဆက်လက်တင်ပြပါမည်။