အိမ်သုံးလျှပ်စစ်ပစ္စည်းနှင့်လျှပ်စစ်အန္တရာယ်

Prepared by Aye Thwin Date 31 Jan 2015

နိဒါန်း

အိမ်သုံး electronic ပစ္စည်းတွေဖြစ်သော Television, Computer, DVD , တွေမှတစ်ဆင့် လျှပ်စစ် အန္တရာယ် ဘယ်လို ရှိတတ်သလဲ ကိုသိစေဖို့ ရည်ရွယ်ပါ သည်။

Part 1 Safety Insulation System

Part 2 Leakage Current

Part 3 Measurement

Part 4 Case Studies

Consumer product designer များ နှင့် product safety engineer များအတွက် basic knowledge ရစေရန်လည်း ရည်ရွယ်ပါ သည် ။ IEC60065 (Audio, video and similar electronic apparatus -Safety requirements) ကိုအခြေခံ၍ ရေးသားထားသော်လည်း safety လိုအပ်ချက် အခြေခံများ အားလုံးသော နေရာများ၌ တူညီမှုရှိနိုင်ပါသည်။

Part 1 Safety Insulation System

Product တစ်ခုမှာ function တွေမည်မျှ ရှုပ်ထွေးနေစေကာမူ insulation system တစ်ခုကို သတ်မှတ်ပြီးတည်ဆောက်ရပါ သည်။ Insulation ၂ မျိုးရှိ သည်။ functional insulation နဲ့ safety insulation ပါ။ Functional insulation က အလုပ် လုပ်ရန် အတွက်သာရည်ရွယ်၍ တည်ဆောက်ထားပြီး safety insulation ကတော့ electric shock မဖြစ်အောင် တည်ဆောက် ရပါ သည်။ အန္တရာယ်ရှိတဲ့ လျှပ်စစ် ဧရိယာများ (mains, primary of transformer, primary ဖက် ရှိ control circuit များ) နဲ့ လူ ထိနိုင်သောနေရာများ (ပစ္စည်းကိုယ်ထည်၊ ခလုတ်၊ terminal စသဖြင့် and including output stage / control circuit,)၊ ကြားတွင် insulation တစ်ခုကို safety လိုအပ်ချက် အရ design လုပ်ပြီး တည်ဆောက်ရပါ သည်။ ထို insulation တည်ရှိသောနေရာကို safety zone ဟုသတ်မှတ်ပြီး Warning sign များ ဖော်ပြလေ့ရှိပါ သည်။

Safety insulation တစ်ခုကိုသတ်မှတ်ရာတွင်အကွာအဝေး distance (Clearance, creeage), အထူအပါး (thickness), အလွှာ (thin layer) တို့ဖြင့်သတ်မှတ်ရပါ သည်။

Safety insulation တွေကို ၂ မျိုးသတ်မှတ်ထားပါ သည်။

(၁) Basic insulation

(၂) Reinforce insulation ဖြစ်ပါ သည်။

ယေဘုယျ အားဖြင့် Reinforce က Basic ထက် တည်ဆောက်ပုံ နှစ်ဆ ရှိပြီး test လုပ်ရာမှာလည်း spec က နှစ် ဆ လောက်ရှိပါ သည်။ အထက်ပါ insulation အပြင် supplementary insulation နဲ့ double insulation ဆိုတဲ့တည်ဆောက်ပုံမျိုးကွဲ နှစ်ခုလည်းရှိပါသည်။ Supplementary က Basic နဲ့ တည်ဆောက်ပုံတူ၍ insulation အဆင့်လည်းတူပါ သည်။ Basic insulation ပျက်သွားလျှင် supplementary က ဆက်၍ insulation တာဝန်ကိုယူပါ သည်။ Double insulation ကတော့ အထက်ပါ basic နဲ့ supplementary နှစ်ခုတွဲရှိနေသော insulation ကိုခေါ်ပြီး reinforce insulation နဲ့ အဆင့်တူပါ သည်။

အိမ်သုံးပစ္စည်း တွေမှာ insulation system လိုအပ်ချက် ပေါ်မူတည်ပြီး တည်ဆောက်ထားပုံ ၃ မျိုးရှိပါ သည်။

Class 1,Class 2, Class 3.....တို့ဖြစ်ပါသည်။

Class 1

Insulation system အနေဖြင့် Basic insulation သာ ကိုသုံးထားပါ သည်။ အကယ်၍ Basic က ပျက်သွားလျှင် တနည်းအားဖြင့် အန္တရာယ်ရှိသော voltage တစ်ခု product ရဲ့ body ကိုထိလျှင် current များ မြေကြီးထဲစီးသွားနိုင်ရန် body မှာ earth ချထားပါ သည်။ Earth ကြိုးကို power ကြိုးနဲ့အတူ plug မှာ တွဲထားပါ သည်။ Basic insulation plus Earthing လို့ပြောလို့ရ သည်။

Eg-3 pins plug သုံး ပစ္စည်းများ။

Note: 3 pins ပါတိုင်း Class 1 product မဟုတ်ပါ။တစ်ချို့ မှာ earth pin ပါသော်လည်း body ကိုဆက်မထားပါ။ သို့မဟုတ် earth pin မှာ conductor မဟုတ်ပါ။

Class 2

Insulation system ကို Reinforce / Double insulation သုံးထားပါ သည်။ Earth မချထားပါ။

Eg-2 pins plug သုံးပစ္စည်းများ။

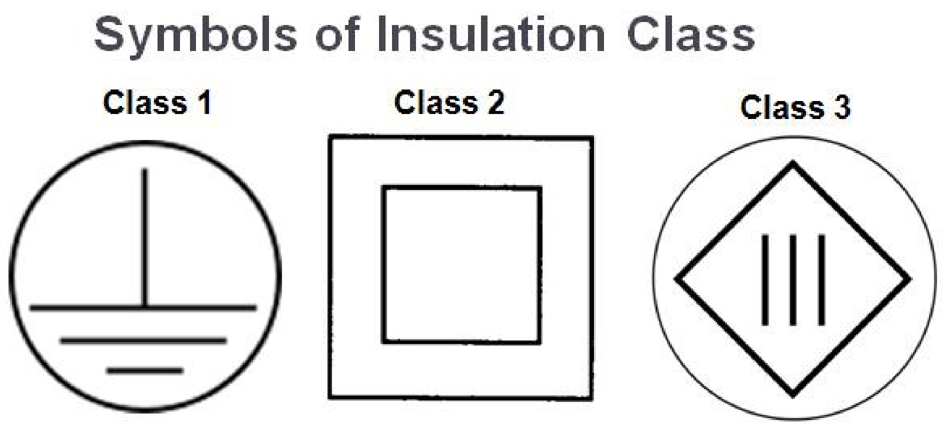
Class 3

Class 1 နဲ့ Class 2 ကတော့ အန္တရာယ်ရှိသော voltage များမှတစ်ဆင့် ပါဝါယူရသဖြင့်Insulation သုံးရပါ သည်။ Class 3 ပစ္စည်းကတော့ ပါဝါ ကို အန္တရာယ်မရှိသော voltage မှယူရန် ရည်ရွယ်ပါ သည်။ အန္တရာယ်ရှိခြင်း မရှိခြင်းကို SELV နဲ့သတ်မှတ်ပါ သည်။
SELV ရဲ့ အထက်ကို   အန္တရာယ်ရှိသည်ဟုသတ်မှတ်ပြီး အောက်ဆိုလျှင် မရှိ ဟုသတ်မှတ်ပါ သည်။
SELV ဆိုတာက Safety Extra Low Voltage ဖြစ်ပြီး AC Voltage 35V သို့မဟုတ် DC Voltage 60V လို့ ယေဘုယျ သတ်မှတ်ပါ သည်။

အထက်ပါ classs များ အပြင် ထုတ်လုပ်မှုနည်းသော လူများလက်မခံကြသော classနှစ်ခုရှိသေး သည်။ Class 0 နဲ့ Class 01 ဖြစ်ပါ သည်။

Class 0 & Class 01

Basic insulation သုံးထားသော်လည်း Class 0 က earth ချဖို့ အတွက် စီမံထားခြင်းမရှိပါ။
Class 01 ကတော့ earth ချဖို့ အတွက် စီမံထားခြင်း ရှိသော်လည်း power ကြိုးမှာတွဲမထဲ့ပဲ earth ကြိုးသီးသန့် တစ်ခုထားပါ သည်။ Basic insulation တစ်ခု သာ စနစ်တကျစီမံထဲ့ပြီး စိတ်မချရ သောကြောင့် မသုံးတော့ပါ။



Safety tests

လျှပ်စစ်ပစ္စည်း တစ်ခု၏ class အမျိုးအစားပေါ် မူပြီး insulation system တွေ တည် ဆောက်ပြီးတဲ့နောက် ထို insulation design ကို စမ်းသပ်ရပါ သည်။ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းတစ်ခု electric shock မဖြစ်စေဖို့ / ကာကွယ်ဖို့ စမ်းသပ် ရန် အဓိကထား ရမယ့် safety test များရှိပါ သည်။

၁) Humidity test

၂) Dielectric strength test (hi-pot test)

၃) Surge test (Thunder strike simulation)

၄) IR test (insulation resistance test or megger test)

၅) Leakage current test (touch current measurement)

လျှပ်စစ်ပစ္စည်းတခုသည် သာမန်အချိန်တွင် ပုံမှန်အလုပ်လုပ်ပြီး ဓာတ်လိုက်ခြင်း မရှိနိုင်သော်လည်း

၁) ပတ်ဝန်းကျင်ရာသီဥတုကြောင့် လည်း ကောင်း

၂) ပြင်ပမှ ခဏတာ ဝင်ရောက် လာတတ်သော Overvoltage များကြောင့် လည်း ကောင်း

၃) မိုးကြိုးပစ်ခံရခြင်းများကြောင့် လည်း ကောင်း

Insulation system များ ပျက်စီးတတ်ပြီး လျှပ်စစ်အန္တ ရာယ် ပေးနိုင် သည်။

PART(2) Leakage Current

အိမ်သုံးပစ္စည်းများ TV, DVD, Computer တွေကို အသုံးပြု သော အခါ user သည် ထိုပစ္စည်းများ၏ ခလုတ်, body, terminal များဖြစ် သော audio input output, video input output, ear phone , mic , HDMI, USB, LAN, တွေ နှင့် ထိတွေ့ လေ့ရှိပါသည် ။

ထိတွေ့ နိုင်တဲ့ နေရာသည် လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးနိုင်သော conductor ဖြစ်ပါက ထိုနေရာကို ထိတိုင်း leakage current (touch current) တစ်ခု အမြဲတမ်း လူ၏ ကိုယ်ထဲသို့ စီးနိုင်ပါ သည်။ ထို leakage current အနည်းအများ သည် electric shock ဖြစ်ခြင်း မဖြစ်ခြင်း ကို ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါ သည်။ ထို leakage current များ သည် AC source မှ လာပြီး တချို့သော component များမှတစ်ဆင့်ဖြတ်ကျော် ကာ လာခြင်းဖြစ်ပါ သည်။ အဆိုပါ component များသည် power supply တွင်ရှိပြီး အကြောင်းကြောင်းကြောင့် ပျက်ဆီးနိုင်ပြီး leakage current များ မူလထက်များပြားလာပြီး လူကို အန္တရာယ်ပြုနိုင်သော အခြေအနေထိရောက်လာပါ သည်။ ထို leakage current များ ၏ စီးဆင်းပုံ ကို Figure-1 နှင့် Figure-2 တွင် ရှင်းလင်းထားပါ သည် ။

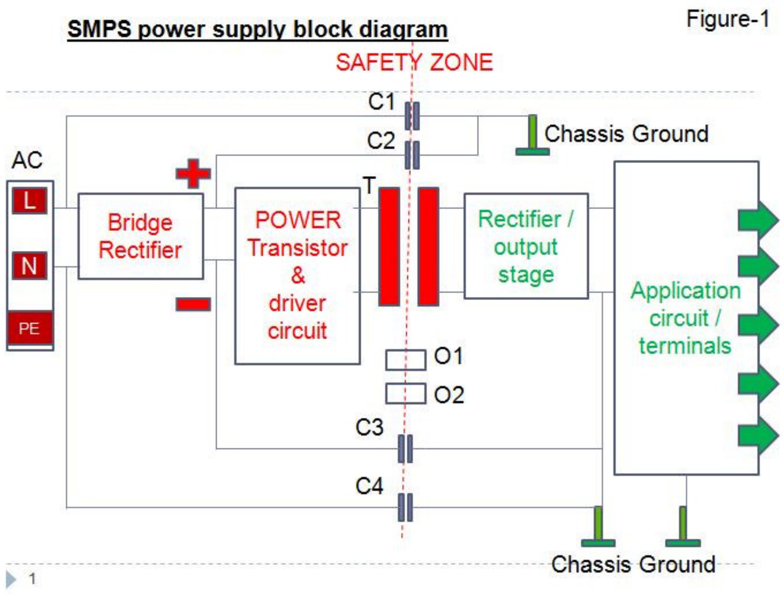


Figure-1

SMPS = switching mode power supply

Power transistor များ switching frequency တစ်ခုဖြင့် ထိန်းချုပ်ပြီးလိုအပ်သော output voltage. ရစေရန် စီမံထားသော power supply တစ်မျိုးဖြစ်သည်။ Electronic product များတွင်အသုံးများသည်။ ပုံတွင် SMPS ၏ block diagram တစ်ခု၏ ကိုဖော်ပြထားသည်။

ဝင်လာသော AC input ကို bridge rectifier ဖြင့် DC ပြောင်းပေးသည်။ ရလာသော DC voltage ကို power transistor , diode နှင့် transformer သုံး၍ တစ်ခြားတစ်ဖက်၌ လိုအပ်သော DC output ကို ထုတ်ပေးသည်။

အထက်ပါ SMPS တည်ဆောက်ရာတွင် လူထိတွေ့နိုင်သော နေရာများဖြစ်သည့် body, terminal, output stage များကို insulation system တစ်ခုဖြင့် isolated လုပ်ထားရသည်။ ထိုသို့ isolated လုပ်ထားသော နေရာများကို safety zone ဟုခေါ်ပြီးထို safety zone တွင် input နှင့် output ဆက်သွယ်ပေးသော component များ မဖြစ်မနေရှိရသည်။

၎င်းတို့မှာ...transformer (T), opto coupler (O1 နှင့် O2) ဖြစ်သည်။ (Safety zone ကို အနီရောင် dash line ဖြင့်ဖော်ပြထားသည်။) Transformer သည် power ကို transfer လုပ်ပေးပြီး၊ Opto coupler မှာ feedback signal နှင့် တစ်ခြားလိုအပ်သောsignal များကို transfer လုပ်ပေးသည်။

အထက်ပါ component များနည်းတူ, Y1 capacitor များကိုလည်း EMC အတွက် ထို safety zone တွင်ထားပေးရသေးသည်။ ပုံတွင် C1,C2,C3,C4 တို့သည် Y1 capacitor များဖြစ်သည်။

ထို Y1 cap များသည် switching frequency ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာသော noise များကို နည်းစေရန် ရည်ရွယ်သော်လည်း ထို Y1 cap များမှတစ်ဆင့် leakage current များ ဖြစ်ပေါ်လာတတ်သည်။

EMC = Electro Magnetic Compatibility

Electronic product များသည် အကြောင်းကြောင်းကြောင့် တစ်ချို့သော noise / interference များသည် ပြင်ပသို့ထွက်ကာ တစ်ခြား ပစ္စည်းများကို အနှောက်အယှက်ပြုတတ်သည်။ ထိုအတူ ပြင်ပမှ အနှောက်အယှက်များကလည်း ထိုပစ္စည်းထဲသို့ ဝင်လာနိုင်တယ်။ထိုသို့ သော ပြဿနာများ နည်းစေရန် EMC design လုပ်ရ သည် ။ ထိုသို့ EMC design လုပ်ရာတွင် capacitor များကို AC mains အဝင် တွင်ရင်း (ဤ Figure တွင် မပြ ထားပါ)၊ AC အဝင် မှ chassis ground ဘက်သို့ ရင်း (ဤ Figure တွင်C1,C2,C3,C4) ဆက်သွယ်ထားရ သည် ။ထို capacitor များမှတစ်ဆင့် leakage current များဖြစ်ပေါ်လာပြီး များလာပါက electric shock ကိုဖြစ်ပေါ်စေပါ သည် ။

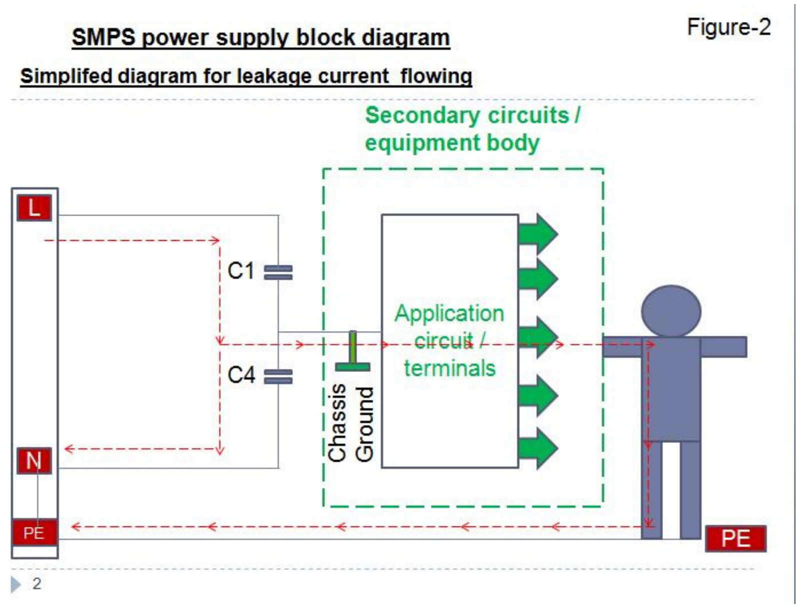


Figure-2

Leakage current များ စီးဆင်း မှုကို အလွယ်မြင်စေရန် ပြုပြင်ထားသော ပုံဖြစ်သည်။ ပုံတွင် Line(L) နှင့် Neutral (N) တို့မှလာသော leakage current ကို မြင်စေရန် C1 နှင့် C4 ကိုသာ ပြထားသည်။ လူသည် body , ခလုတ် , terminal တစ်ခုခုကို ထိသော အခါ leakage current သည် dash (---) line များအတိုင်း စီးဆင်သွားသည်။

Path1:L=>C1=> (chassis ground, application circuit, terminal)=> လူကိုယ်=> PE

Path2: L=>C1=>C2=>N

Note....PE...protective earth . N သည် source (transformer/generator) ဘက်တွင် PE နှင့်ဆက်ထားသည်။ Arrow direction များသည် AC source ဖြစ်သဖြင် alternative တစ်လှည့်စီ မှတ်ယုနိုင်သည်။ leakage current လမ်းကြောင်းသည် Transformer, optocoupler နှင့်safety zone တွင် ရှိသော တစ်ခြား insulation များမှ တစ်ဆင့် ဖြတ်စီးနိုင်သော်လည်း Y1 cap များမှတစ်ဆင့် စီးဆင်းမှုသည် အများဆုံးဖြစ်သည်။ Capacitor တစ်ခုတွင်ဖြတ်စီးသော ac current ကိုအောက်ပါ formula ဖြင့် တွက်နိုင်ပါသည်။

Current= 2PI f CV, PI=3.14....., f= mains ac frequency, C=capacitance value ,

V=ac voltage cross capacitor

……………………..

PART(3) Measurements

လူသည် လျှပ်စစ်ပစ္စည်း၏ body မထိခင် leakage current များသည် ပစ္စည်းအတွင်း၌သာ စီးဆင်းနေပြီး လူက ထိသော အခါမှ leakage current တစ် ချို့သည် အပြင်သို့ထွက်လာ၍ လူကိုဖြတ်စီးသွားပါ သည်။

လူထိမည့် နေရာနှင့် earth အကြားရှိ voltage များသည် မထိခင်နှင့် ထိပြီး သော တန်ဖိုးများ မတူညီသည်ကို တွေ့ရှိနိုင် သည်။ လူထဲကိုစီးသွားသော leakage current ကို တိုင်းတာရန် လူကိုယ်ကို ကိုယ်စားပြုသော network တစ်ခုရှိသည်။ ထို network ပါသော မီတာဖြင့် လူကိုယ်ထဲ စီးနိုင်သော leakage current ကိုတွက်ယူနိုင် ပါသည်။ Network အတွင်းရှိ component တစ်ခုစီ တွင်ရှိသော waveform များကို ဖော်ပြထားပါ သည်။ ထို waveform များသည် ကိုယ်တိုင်တိုင်းတာထားသော measurement များဖြစ်ပါ သည်။ထို waveform များမှ တစ်ဆင့် ac mains frequency ရှိသော current ၏ အန္တရာယ်ကို သိသာနိုင်ပါ သည်။

Figure-3 မှ Figure-13 တွင်ရှင်းထားပါသည်။

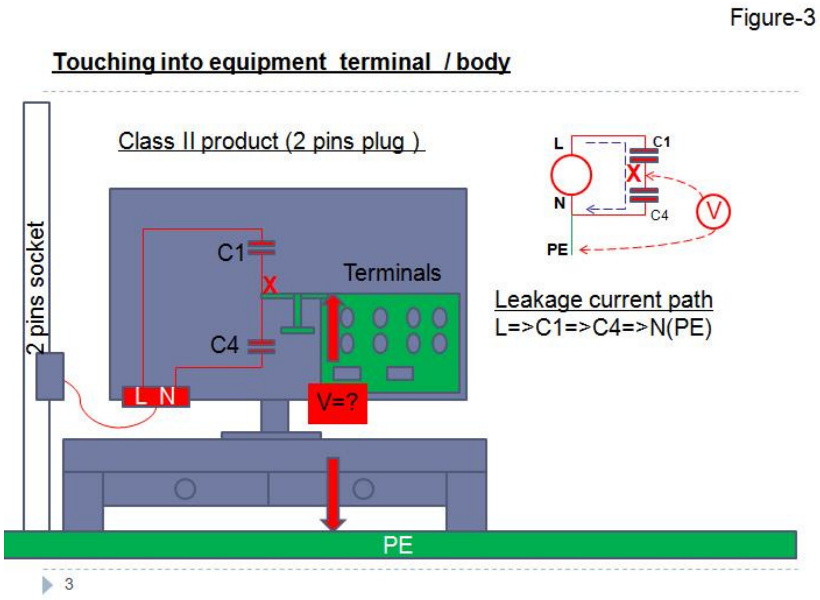


Figure-3

ပုံတွင် SMPS power supply သုံးထားသော TV တ လုံးဖြင့် leakage current လမ်းကြောင်းကို ဖော်ပြထားသည်။ Classc II product 2 pins plug ဖြစ် သော ကြောင့် body ကို earth မချထားပါ။ Leakage current လမ်းကြောင်းသည် product အတွင်း၌သာ စီးဆင်းနေသည်။ X အမှတ်သည် လူထိနိုင်သော နေရာ များ ဖြစ်သော body , terninal ကို ကိုယ်စားပြုသည်။ PE protective earth သသည် လူ၏ ခြေထောက်ထိသော နေရာ earth ကို ကိုယ်စားပြုသည်။ လူသည် product ကို မထိခင် earth နှင့် X ကြားရှိ Voltage (V)မည်မျှရှိနိုင်မလဲ။ Figure-6 တွင် လေ့လာနိုင်သည်။

………………………..

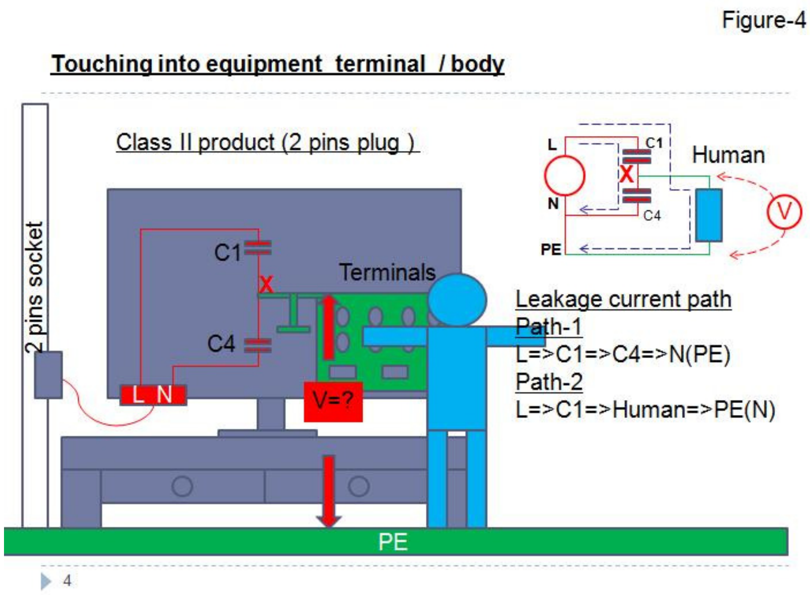


Figure- 4

လူထိသော အခါ leakage current များသည် C1 ကိုဖြတ်စီးပြီးနောက် C4 နှင့် human လူ့ကိုယ် ထဲသို့ ခွဲစီးသွားသည်။ လူသည် product ကို ထိပြီးသွားသောအခါ earth နှင့် X ကြားရှိ Voltage (V) မည်မျှ ဖြစ်သွားနိုင်မလဲ။ Figure-7 တွင် လေ့လာနိုင်ပါသည်။

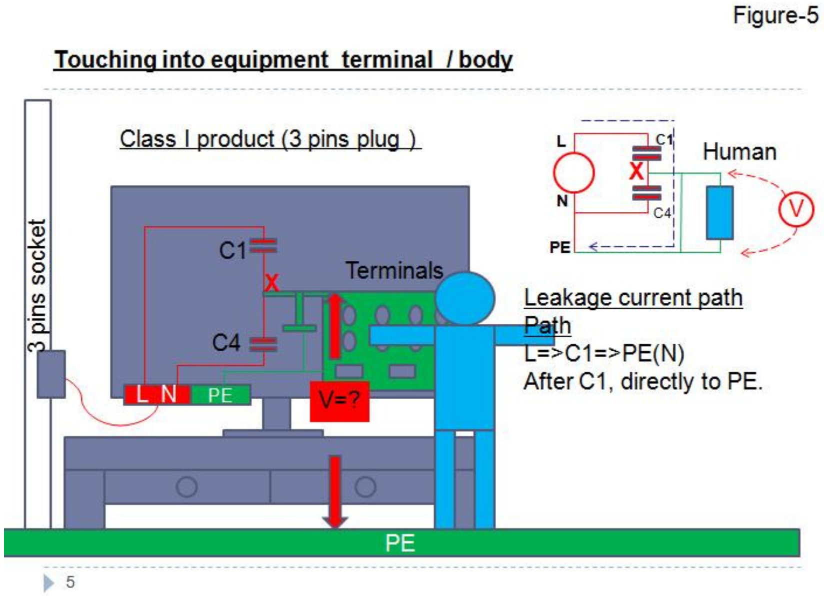


Figure-5

Classc I product 3 pins plug ဖြစ် သော ကြောင့် body ကို earth ချထားပါသည်။Leakage current လမ်းကြောင်းသည် C1 ကိုဖြတ်စီးပြီး နောက် earth ထဲသို့ တိုက်ရိုက်စီးဝင်ပါသည်။လူထိသည်ဖြစ်စေ မထိသည်ဖြစ်စေ လမ်းကြောင်းမပြောင်းပါ။ ထိုအတူ X နှင့် earth ကြားရှိ voltage သည်လည်း အမြဲတမ်း zero ဖြစ်နေပါသည်။

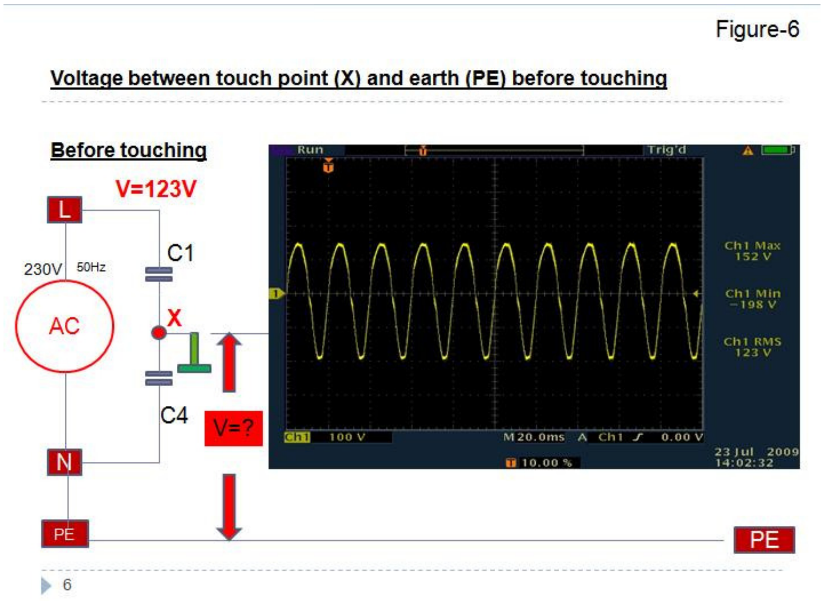


Figure-6

Figure-3 ရှိ Class II product အတွက် X နှင့် earth အကြား ရှိ လူမထိခင်ရှိသော voltage ဖြစ်သည်။ AC input 230 V ကို အခြေခံ၍ တိုင်းတာထားသည်။ AC voltage တန်ဖိုး 123 V ရှိသည်ကိုတွေ့နိုင်သည်။C1 နှင့် C4 သည် သာမန်အားဖြင့် တန်ဖိုးတူလေ့ရှိပြီး ထိုအချက်ကို အခြေခံ၍ ထို voltage တန်ဖိုးကို မှန်းဆတွက်ယူနိုင်သည်။ ထို voltage မှာ လူကို အန္တရာယ်ပြုနိုင်သော အနေအထားရှိသည်။ သို့သော် လူထိလိုက်သော အခါ Electric shock မဖြစ်ပေ။ အဘယ်ကြောင့်နည်း။ Figure-7 ကိုဆက်ကြည့်ပါ။

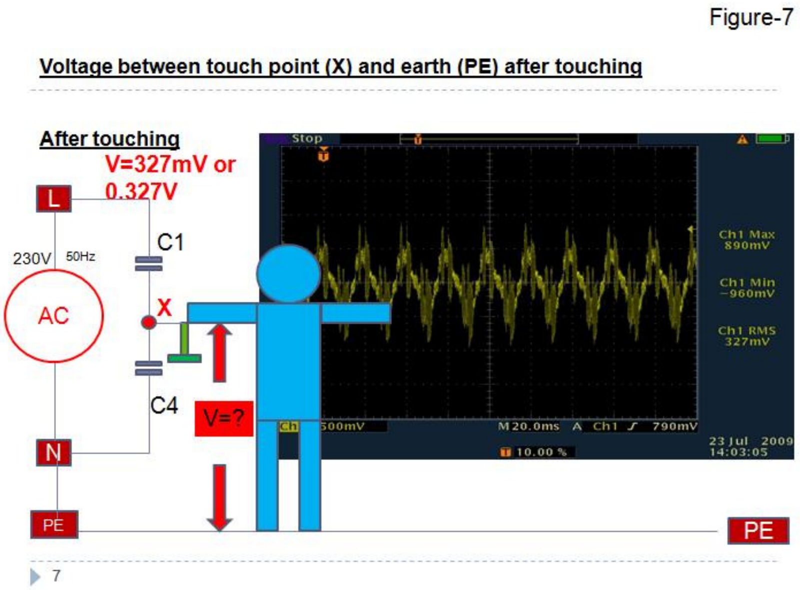


Figure-7

လူထိသော အခါရှိမည့် voltage ဖြစ်သည်။ တန်ဖိုးသိသာစွာ နည်းသွားသည်ကို တွေ့နိုင်သည်။ လူ၏ impedance နှင့် C1, C4 impedance အခြေခံ၍ C1 သည် voltage drop ကြီးမားခြင်းဖြစ်စေကာ နည်းသွားခြင်းဖြစ်သည်။

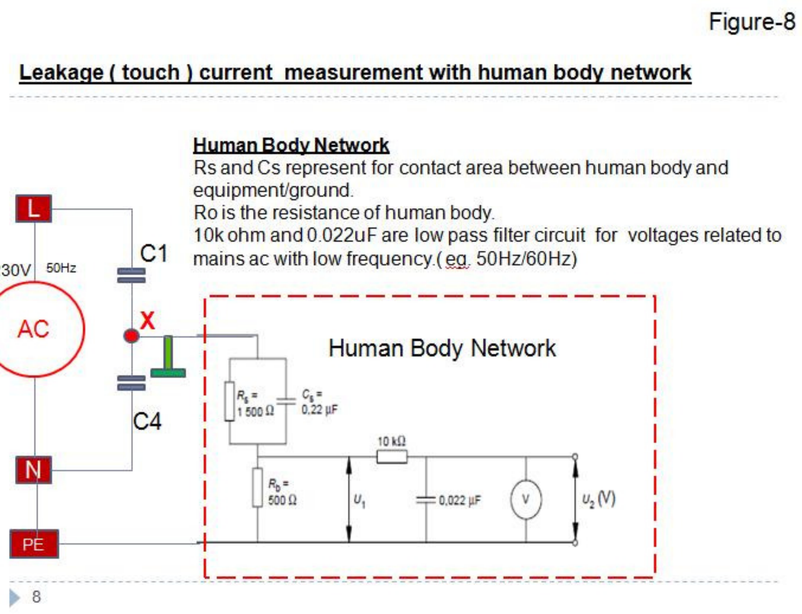


Figure-8

ပုံတွင် Human body တစ်ခုကို ကိုယ်စားပြုသော network တစ်ခု ဖော်ပြထားသည်။ Rs နှင့် Cs မှာ လူကိုယ်ထိနေသော နေရာများကို ကိုယ်စားပြုသည်။ Ro မှာ လူကိုယ်၏ resistance ကို ကိုယ်စားပြုသည်။

10k ohm နှင့် 0.022uF မှာ လူကိုယ် (Ro) ထဲ ဖြတ်စီးသွားသော leakage current များထဲမှ လူကို အန္တရာယ် ပိုဖြစ်စေသော low frequency ရှိ current များကို ခွဲထုတ် ၍တိုင်းနိုင်ရန်ပြုလုပ်ထားသော low-pass filter တစ်ခုဖြစ်သည်။ အဆိုပါ human body network ကို လူကိုယ်နေရာ၌ အစားထိုး၍ တိုင်းတာမှုများ ပြုလုပ်နိုင်သည်။

နောက် Figure များတွင် component တစ်ခုချင်းစီ၌ ရှိသော waveform များကို လေ့လာနိုင်သည်။

Figure-9

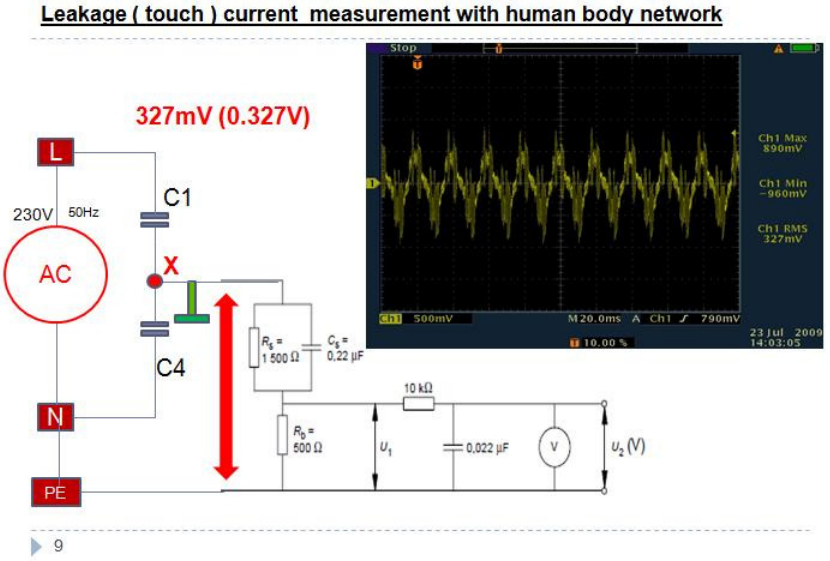


Figure-9

Figure-10

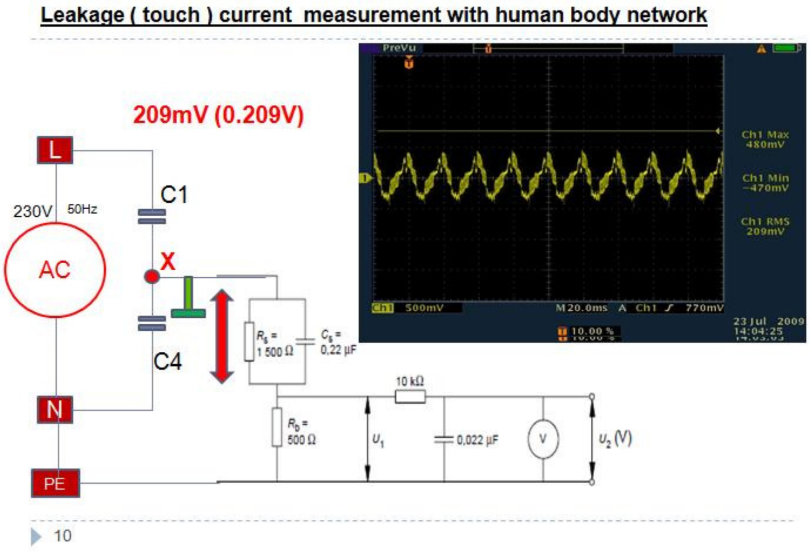


Figure-10

Figure-11

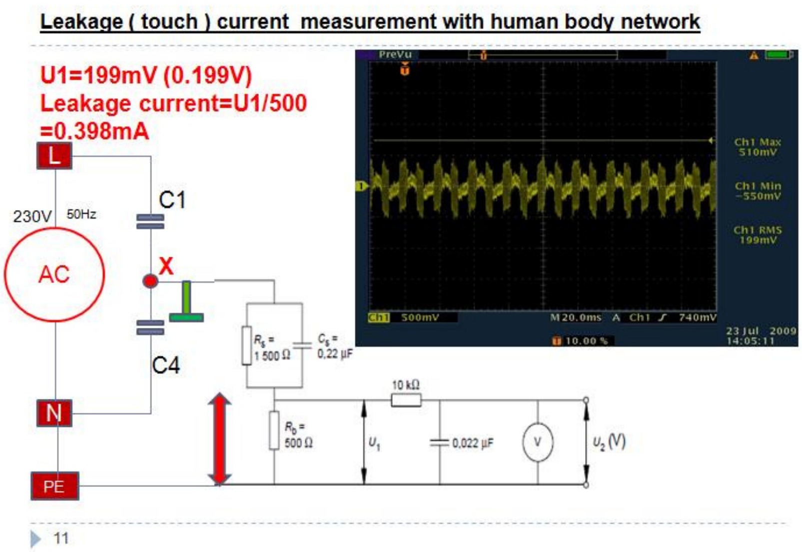


Figure-11

ပုံတွင် Ro တွင် ရှိသော waveform တစ်ခုကိုပြထားသည်။ voltage U1 သည် တန်ဖိုးကို လည်းအတိအကျတွေ့နိုင်သည်။ထို U1 ကို resistance တန်ဖိုး 500 ohm ဖြင့်စားပါက လူကိုယ်ထဲ ဖြတ်စီးသွားသော current ကိုသိနိုင်သည်။

Leakage current=U1/500

သို့သော် အဆိုပါ U1 waveform တွင် low freq ,High freq current များရောနေကာ လူကို အန္တရာယ်ပိုဖြစ်စေသော low freq current တန်ဖိုးကိုမသိနိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့် low-pass filter circuit တစ်ခုဖြင့် နောက်ထပ် low freq voltage U2 ကိုခွဲထုတ်သည်။

Figure-13 ကို ဆက်ကြည့်ပါ။

Figure-12

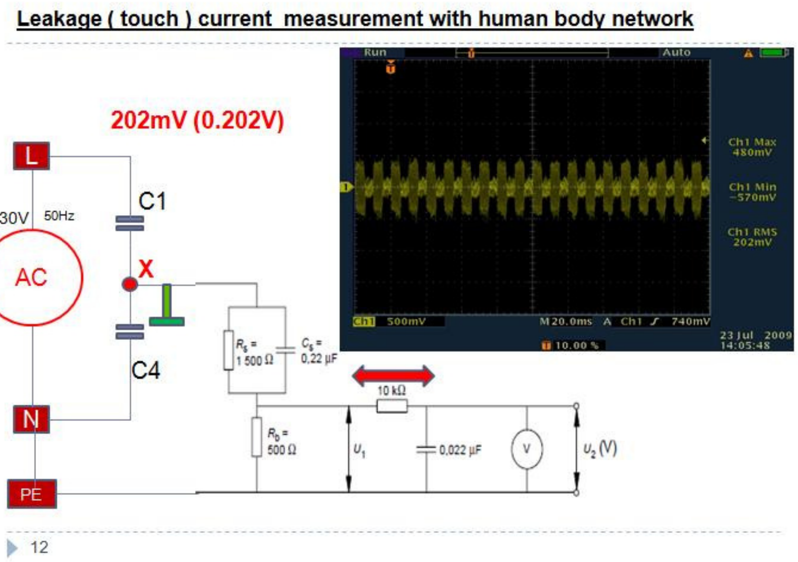


Figure-12

Figure-13

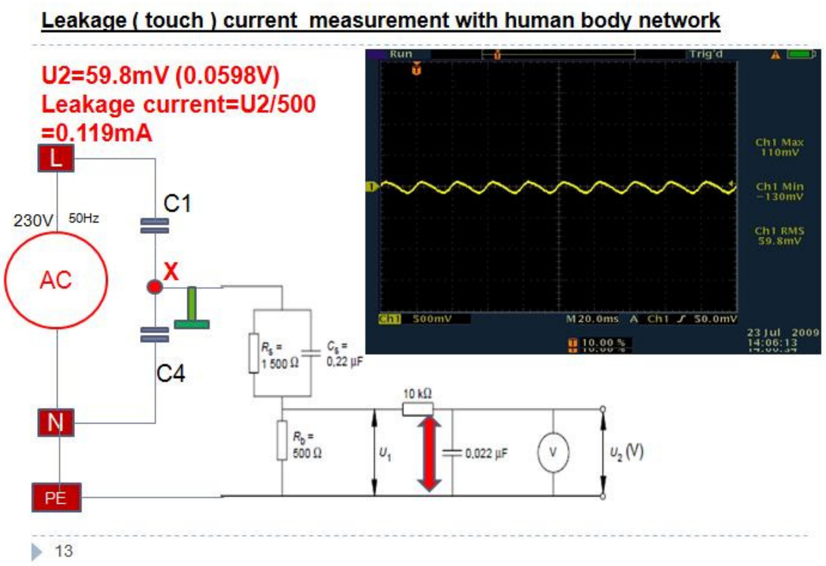


Figure-13

Figure-11 တွင်ပြထားသော U1 waveform မှ low freq U2 voltage ကိုခွဲထုတ်၍ တိုင်းထားသောပုံဖြစ်သည်။ U2 voltage ၏ freq သည် mains ac ၏ freq (50Hz) အတိုင်းဖြစ်နေသည်ကို တွေ့နိုင်သည်။ ထို U2 ကို 500 ohm ဖြင့်စားပါက လူကိုယ်ထဲ စီးသွားသော low freq current တန်ဖိုးကို ရနိုင်ပါသည်။

Leakage current=U2/500

Electric shock ကို ကါကွယ်တားဆီးရာတွင်

U1 limit နှင့် U2 limit များကို အခြေခံကာ သတ်မှတ်သည်။ U1 limit သည် များပြီး 100kHz ကျော်သော current များအတွက်သာဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် U2 limit ကိုသာ အဓိကထား၍ Electric shock ဖြစ်နိုင်ခြင်း အခြေအနေကို ဆုံးဖြတ်လေ့ရှိသည်။ Standard ပေါ်မူတည်၍ U2 voltage ကို peak တန်ဖိုး သို့မဟုတ် RMS တန်ဖိုး ကိုယူသည်။ အကယ်၍ rms ဖြင့် သတ်မှတ်ပါက U2=59.8mV

Leakage current= 59.8mV/500ohm=0.119mA

U2 current limit မှာ 0.5mA ဖြစ်သောကြောင့် ထို တန်ဖိုးမှာ လက်ခံနိုင်သော တန်ဖိုးဖြစ်ပါသည်။

အထက်ပါ တွက်ချက်မှုများမှာ Class II product 2 pins plug များအတွက်ဖြစ်ပြီး Class I product 3 pins plug အတွက်ဆိုပါမူ Earth ကြိုးကို ဖြုတ်၍ တိုင်းတာပါသည်။ U2 ကိုပဲ အဓိကတိုင်းတာပြီး Current limit က တော့ 3.5mArms ဖြစ်သည်။

PART (4) Case Study

အိမ်သုံး electronic ပစ္စည်း တွေမှာတွေ့ရတတ်တဲ့ လျှပ်စစ်အန္တရာယ် များကို case study လုပ်ပြီးတင်ပြထားပါ သည်။ SMPS power supply သုံး ပစ္စည်းများ ကို အဓိကထားပြီး ရေးထားပါ သည်။ Figure-14 မှစ၍ တင်ပြထားပါ သည်။

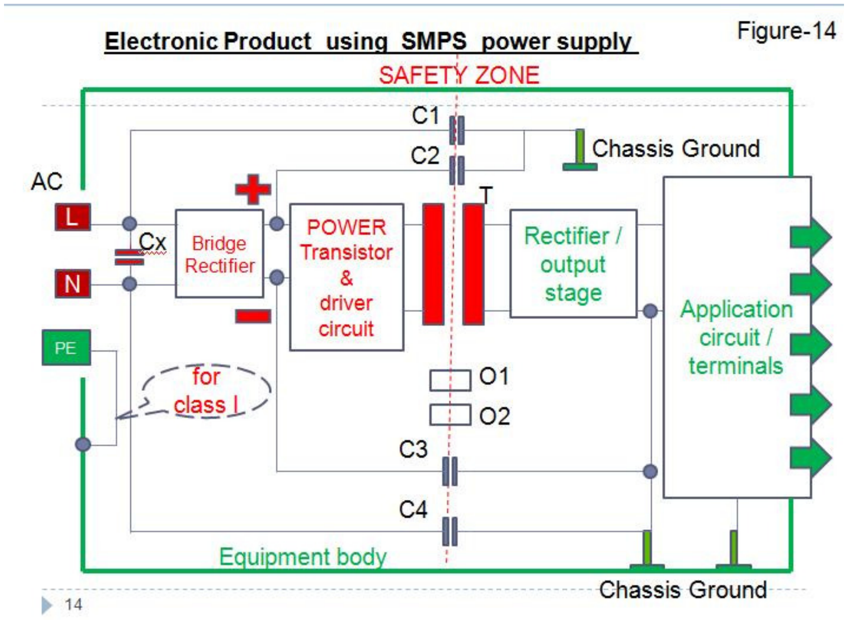


Figure-14

ယခင်တင်ပြခဲ့သော Figure-1 မှ SMPS power supply block diagram ကို ပြန်ပြုပြင်ထားပါသည်။

၁/ နောက်ထပ် EMC capacitor Cx ကို L နဲ့ N ကြားမှာ ထပ်ဖြည့်ထားပါသည်။

၂/ Class I product အတွက် equip body ကို earth ချထားပုံကို ဖြည့်စွက်ထားပါသည်။

အကျဉ်းပြန်ပြောရသော်...EMC design အတွက်ရည်ရွယ်ပြီး တပ်ဆင်ထား သော capacitor များဖြစ်သည့်

C1,C2,C3,C4 နှင့် Cx တို့မှတစ်ဆင့် leakage current များ အဓိက စီးဆင်းနေပုံကို ဖော်ပြချင်တာပါ။

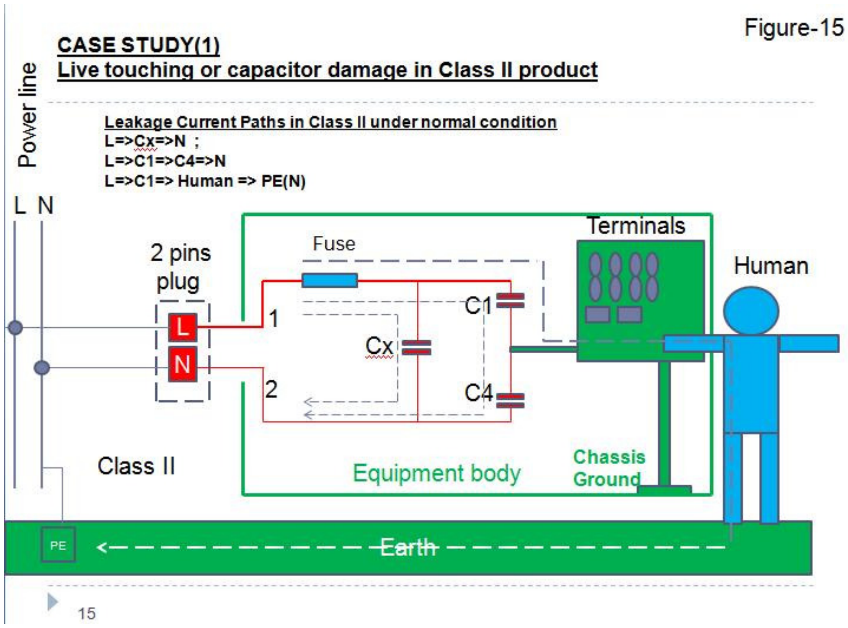


Figure-15 (Case study 1)

Class II product တွင် စီးဆင်းနေသော leakage current လမ်းကြောင်းများဖြစ်သည်လူကိုယ်ထဲ စီးသော leakage current များ နည်းအောင်၊အန္တရာယ်မရှိစေရန် capacitor တန်ဖိုးများကို ကန့်သတ်၍ design လုပ်ထားသည်။

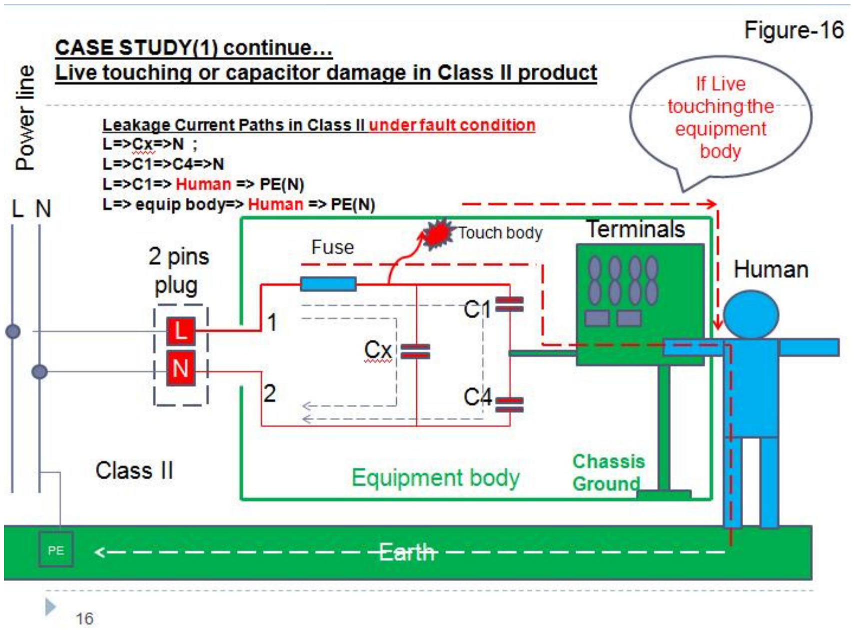


Figure-16 (Case study 1 အဆက်)

အကယ်၍ Live ဖက်တွင်ရှိသော point တစ်ခုက equip body ကို ထိနေခဲ့သော် သို့မဟုတ် Live ဖက်မှ chassis ground အကြားဆက်ထားသော cap C1 ပျက်စီးပြီး Short ဖြစ်ခဲ့သော် live မှ တိုက် ရိုက် ရောက်လာသော high current များ လူကိုယ်ထဲသို့ စီးဆင်းပြီး electric shock ဖြစ်ပါမည်။

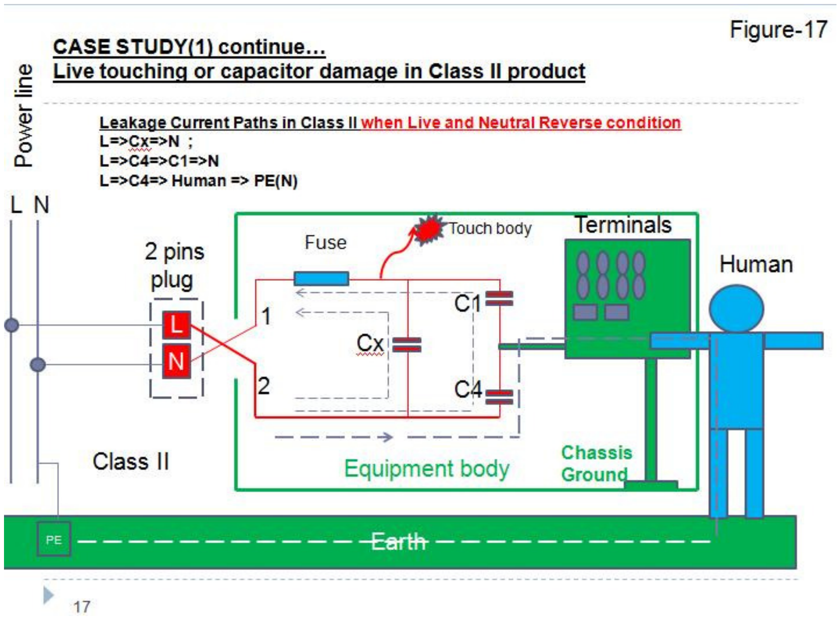


Figure-17 (Case study 1 အဆက်)

အထက်ပါ အခြေအနေမျိုး၌ live နှင့် neutral ကို ပြောင်းပြန်တပ်လိုက်ပါက ပုံပါအတိုင်း leakage current လမ်းကြောင်းပြောင်းသွားပြီးသာမန် အန္တရာယ် မရှိသော အခြေအနေ တစ်ခုအဖြစ် တွေ့ရပါမည်။

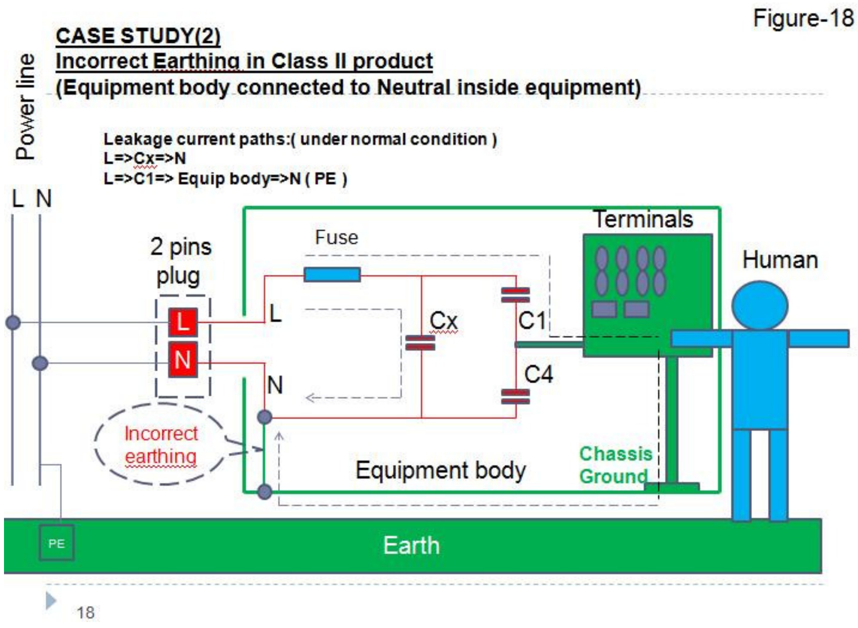


Figure-18 (Case study 2)

Class 2 product (2 pins plug) တွေမှာ တစ်ခါတရံ ဓာတ်အနည်းငယ် လိုက်တတ်ပါသည်။ထိုပြဿနာသည် earth ချလိုက်လျှင်ပျောက်သွားတတ်ပါသည်။ သို့သော် earth ကလည်း earth pin မရှိနိုင်သော အခြေအနေတစ်ခု၌ Neutral သည် earth နှင့် ဆက်ထားသည်အတူတူပဲဟု သာမန်သိထားရုံလေးဖြင့် equip body ကို neutral ဘက်သို့ ပုံပါအတိုင်း ဆက်လိုက်ပါသည်။ Class I product အတိုင်းဖြစ်သွားပြီး leakage current များ လုကိုယ်ထဲ မစီးဆင်းနိုင်တော့ပါ။ သို့သော်....ဖြစ်နိုင်သော issue များကို ဆက်၍ ဖော်ပြထားပါသည်။

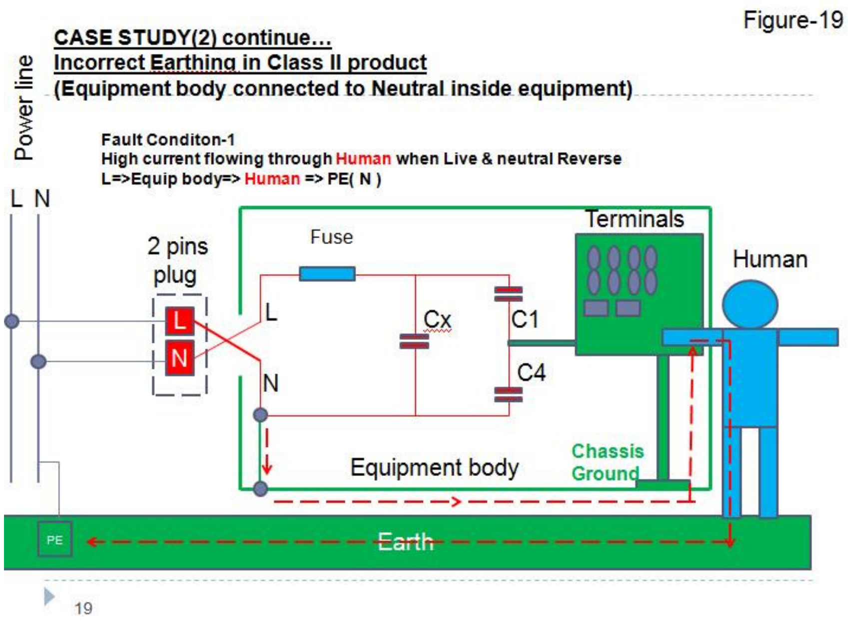


Figure-19 (Case study 2 အဆက်)

2 pins plug ကိုပြောင်းပြန် တပ်ဆင်မိပါကLive သည် equip body ကို တိုက်ရိုက်ထိ၍ လူကိုယ်ထဲသို့ high currrent များစီးဆင်း၍ Electric shock ဖြစ်စေပါသည်။

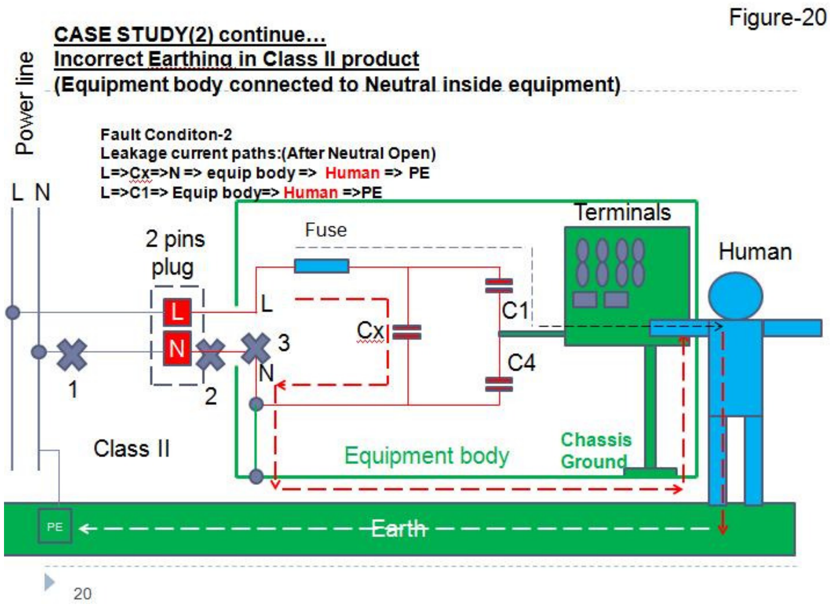


Figure-20 (Case study 2 အဆက်)

ပုံပါအတိုင်း Neutral တစ်နေရာ၌ open ဖြစ်ပါက Cx ကိုဖြတ်စီးသော Leakage current လမ်းကြောင်းအသစ် ပေါ်လာခါ ထို Cx တန်ဖိုးပေါ်မူတည်၍ current များ ပိုလာနိုင်ပါသည်။

မှတ်ချက်၊ neutral open အခြအနေများမှာ

(၁) power ယူသောနေရာ connection ပြတ်ခြင်း (၂) plug တွင် loose ဖြစ်ခြင်း (၃) equipment ဘက်၌ connection loose ဖြစ်ခြင်း.....အထက်ပါ leakage current လမ်းကြောင်း အပိုများကြောင့် အပြင် တခြားအကြောင်းကြောင့်လည်း Electric shock ဖြစ်နိုင်သေးသည်။

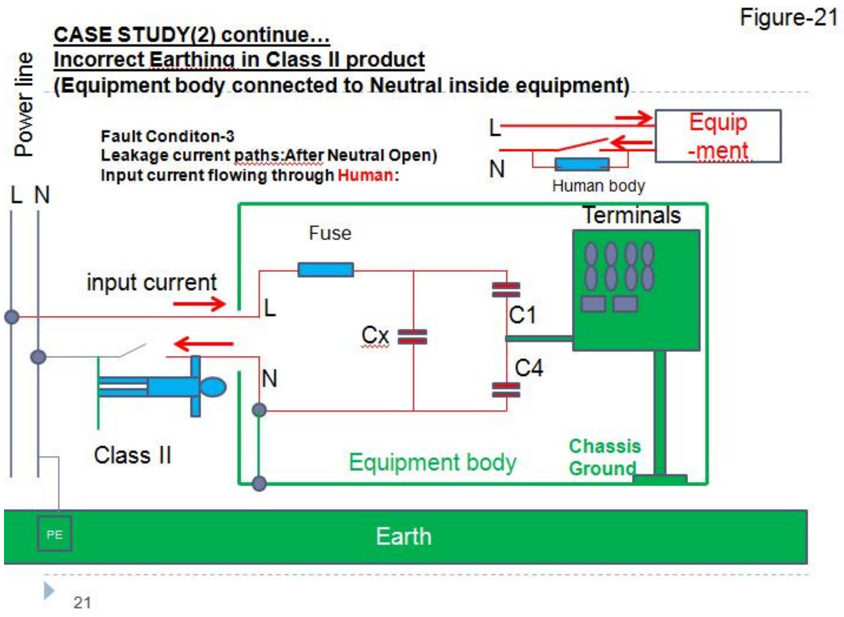


Figure-21 (Case study 2 အဆက်)

Neutral open ဖြစ်သော နေရာတွင် လူကိုယ်က ဆက်ပေးလိုက်သလို ဖြစ်ပြီး equipment နှင့် series သဘောမျိုးဖြစ်ခါ input current အနည်းအများ အလိုက် အန္တရာယ် ပေးနိုင်ပါသည်။

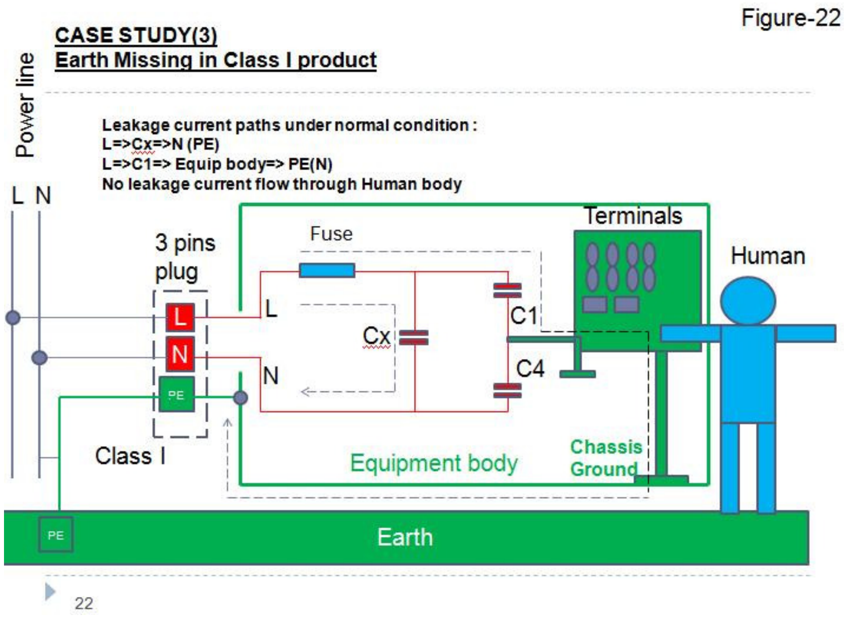


Figure-22 (Case study 3)

Class I product 3 pins plug တွင်စီးဆင်းသော leakage current လမ်းကြောင်းများကို ပြထားသည်။ သာမန်အားဖြင့် လူကိုယ်ထဲသို့ leakage current မစီးဆင်းပါ။

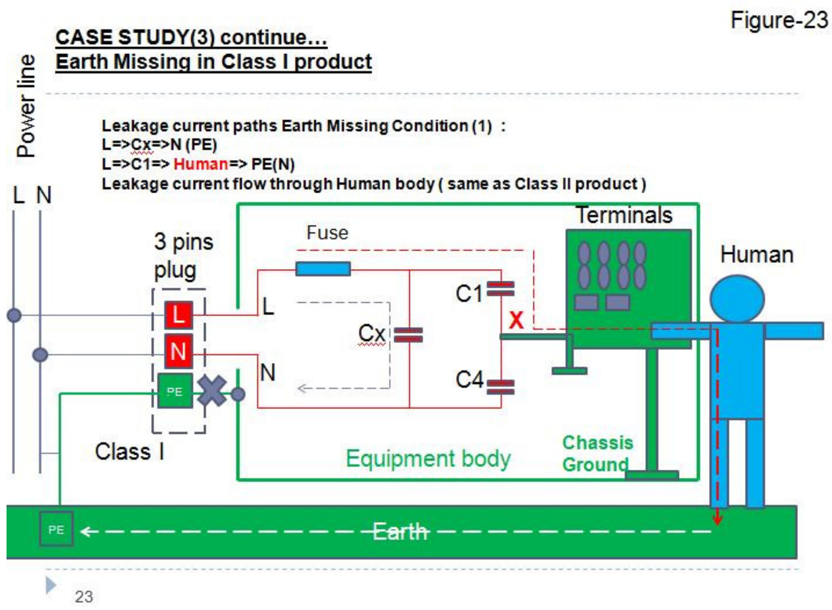


Figure-23 (Case study 3 အဆက်)

အကယ်၍ earth pin တွင် ကြိုးစ လွတ်နေပါက Leakage current လမ်းကြောင်းသည် class II product နှင့် တူသွားသည်။ သို့သော် earth ကြိုးလွတ်နေသော အခြေအနေတွင် ဓာတ်အနည်းငယ် လိုက်သည်ကို တွေ့ရတတ်သည်။ အကြောင်းမှာ...class I product အတွက် သတ်မှတ်ထားသော leakage current limit မှာ များသောကြောင့်ဖြစ်သည်။

ဥပမာ....Class II 2 pins => 0.5mA ; Class I , 3 pins without earth=> 3.5mA

Design စလုပ်စဉ်က class I အတွက်ဖြစ်သောကြောင့် earth မမိပါက leakage current သည် class II ထက်များနေပြီး အနည်းငယ် ဓာတ်လိုက်တတ်ပါသည်။

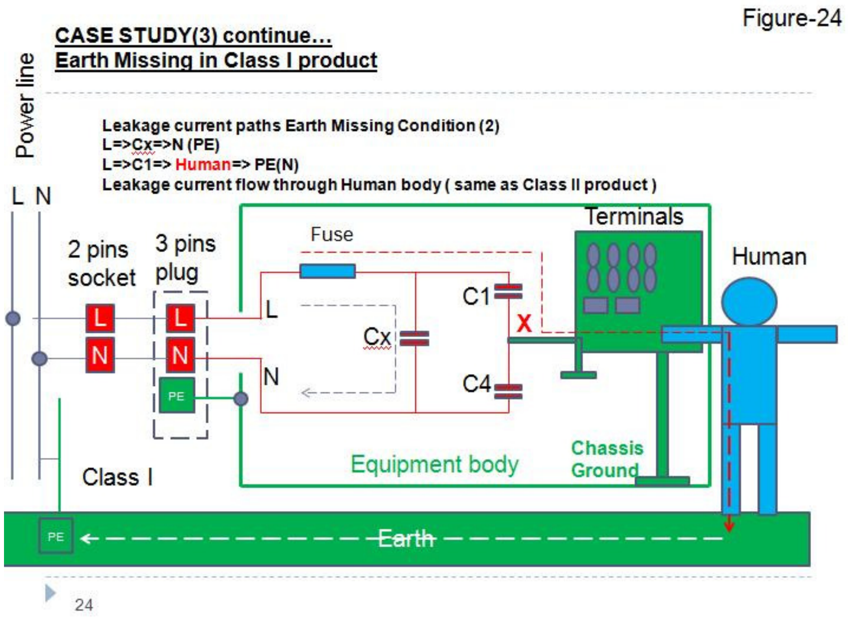


Figure-24 (Case study 3 အဆက်)

Class I product , 3 pins plug ကို 2 pins plug ဖြင့်ကြားခံ၍ သုံးသောအခါ earth pin ပျောက်သွားပြီး Figure-23 တွင်ဖော်ပြထားသော အခြေအနေအတိုင်းဖြစ်သွားပါသည်။

Figure-25

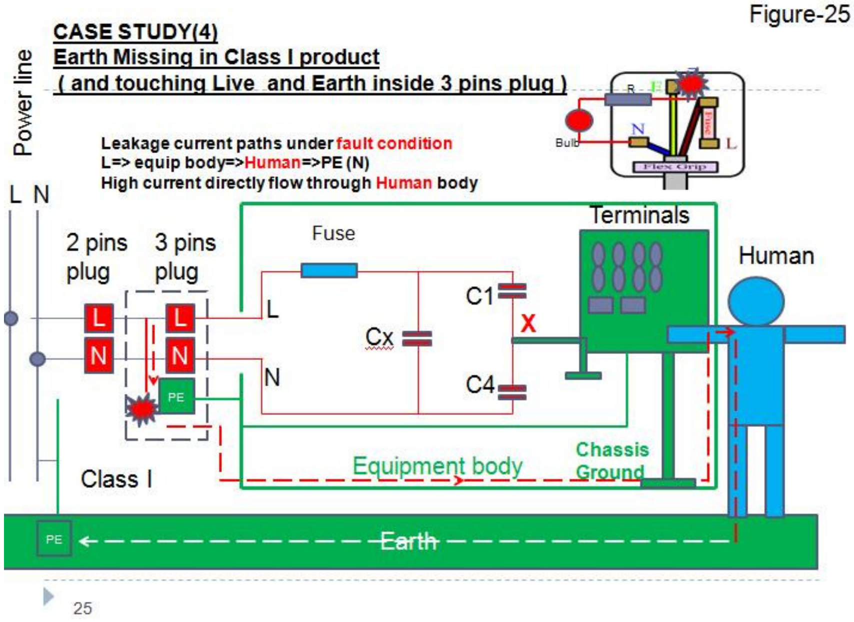


Figure-25 (Case study 4)

Figure-24 case study 3 အခြေအနေကိုအခြေခံ၍ ဖြစ်တတ်သော issue တစ်ခုကိုဖော်ပြထားသည်။ 3 pins plug အတွင်း earth pin သည် equip body နှင့် ဆက်ထားသော်လည်း power လိုင်း ရှိ earth ကို မမိသော အနေ အထားဖြစ်သည်။ထို အနေအထားတွင် 3 pins plug အတွင်း ရှိသော resistor နှင့် မီးလုံးကလေး သည် မတော်တစ live pin နှင့် earth pin ကို စေခဲ့သော် equip body မှတစ်ဆင့် high current များ လူကိုယ်ထဲသို့ စီးခါ electric shock ဖြစ်စေနိုင်ပါသည်။

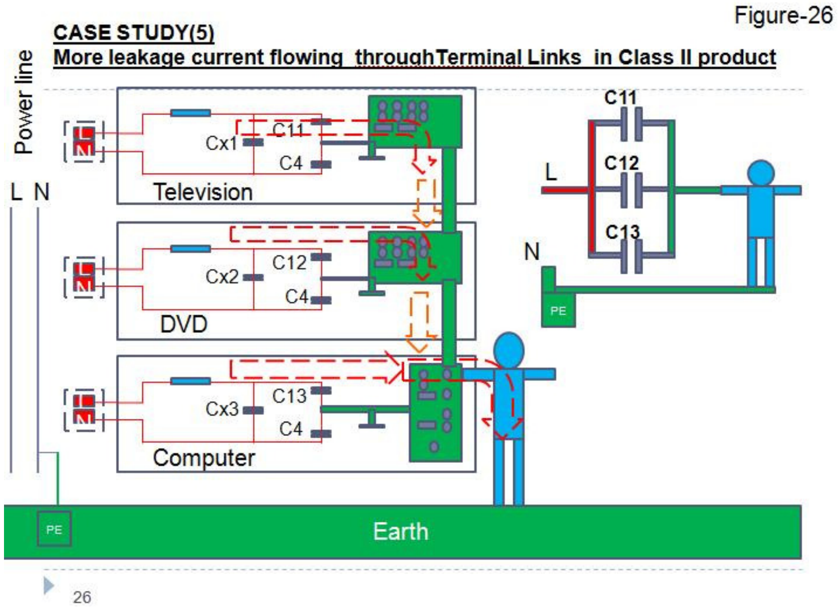


Figure-26 (Case study 5)

Class II product များ အချင်းချင်း output/input ကြိုးများ ဆက်သွယ်ထားမှုကြောင့် ပစ္စည်းတစ်ခုချင်းစီမှ leakage current များစုပေါင်းခါ လူကိုယ်ထဲ များပြားစွာ စီးဆင်းသွားသည်။Cap များ အပြိုင်ဆက်ထားသကဲ့သို့ဖြစ်ပြီး capacitance တန်ဖိုးများလာခါ leakage current တန်ဖိုးများလည်းကြီးမားလာလေသည်။ များစွာသော ပစ္စည်းများဆက်သွယ်ထားမှုကြောင့် အန္တရာယ်ရှိသော leakage current များ အထိ ဖြစ် ပေါ်လာနိုင် ပါသည်။