Electrical Relays အမျိုးအစားများနှင့် ဖြစ်ပေါ်လာပုံအဆင့်ဆင့်

Reference:

https://electricalnotes.wordpress.com/2012/12/01/types-and-revolution-of-electrical-relays/

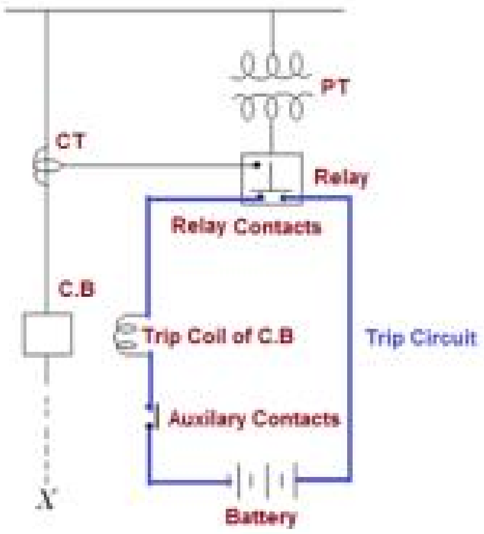
အား ကိုရန်ကျော်မိုး မှ ဆီလျော်အောင်ဘာသာပြန်ပါသည်။

မိတ်ဆက်

- Protective relay များတွင် sensing နှင့် control device များဖြင့် ယင်းတို့နှင့်သက်ဆိုင်သော protection function များကိုလုပ်ဆောင်ပါသည်။ power system တစ်ခုပုံမှန်အလုပ်လုပ်နေစဉ်တွင် မည်သည့် active function ကိုမျှပြမည်မဟုတ်ပေ။ သို့သော် fault သို့မဟုတ် မလိုလားအပ်သော အခြေအနေတစ်ခု ပေါ်ပေါက်လာပါက relay သည် သက်ဆိုင်သော protective function ကို မှန်ကန်စွာ လုပ်ဆောင်ပေမည်။
- Power System တစ်ခုတွင် Generator ၊ Transformer များ၊ Transmission Line များ၊ Isolator များ၊ Circuit Breaker များ၊ Bus Bar များ၊ Cable များ၊ Relay များ၊ Instrument Transformer များ၊ Distribution Feeder များနှင့်အခြားသော အမျိုးအစားအမျိုးမျိုးသော Load များပါရှိကြပါသည်။ short circuit နှင့် earth fault ဖြစ်ခြင်းတို့ကဲ့သို့သော fault များသည် power system ၏ မည်သည့်နေရာတွင်မဆိုဖြစ်နိုင်ပေသည်။ ဖြစ်နိုင်သမျှသော fault တို့တွင်လည်း Single Line to Ground၊ Line to Line၊ Two Line to Ground နှင့် Three Phase short circuit စသည်ဖြင့် ရှိကြပါသည်။ ဤကဲ့သို့သော fault ဖြစ်သည်နှင့် system အတွင်း heavy fault current စီးပေမည်။ Fault Level သည် source side မှ fault ဖြစ်သော နေရာအကြားရှိ fault impedance အပေါ်တွင်တည်မှီပါသည်။ power system အတွင်းရှိ နေရာ မျိုးစုံအတွက် fault level ကို တွက်ချက်ရန် fault analysis လိုအပ်ပါသည်။
- Protection system သည် fault ဖြစ်နေသော အစိတ်အပိုင်းအား သီးခြားဖြစ်စေရန် လုပ်ဆောင်ပေးပါသည်။ protective system တစ်ခု၏ လုပ်ဆောင်မှုသည် fast and selective ဖြစ်ရပါမည်။ ဆိုလိုသည်မှာ fault ဖြစ်နေသောအစိတ်အပိုင်းကိုသာ အဖြစ်နိုင်ဆုံးသော အချိန်တိုအတွင်း၌ disturbance အနည်းဆုံးဖြင့် system မှ isolate လုပ်နိုင်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ ထို့အတူ proper relay co-ordination လိုအပ်ခဲ့ပါက main protection သည် အကြောင်းအမျိုးမျိုးကြောင့် operate မလုပ်ခဲ့ပါက backup protection မှ လုပ်ဆောင်ရပေမည်။ protective relay တစ်ခု၏လုပ်ဆောင်မှုချို့ယွင်းခဲ့ပါက ပစ္စည်းများအား အကြီးအကျယ် ပျက်စီးစေခြင်း နှင့် ပြင်ဆင်ရမည့်ကာလ တို့ကို ကြာရှည်စေပါသည်။

Protective Scheme အလုပ်လုပ်ပုံ။

- Protective relaying လုပ်ရာတွင် power system ၏ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုတွင် abnormal condition ဖြစ်လာပါက alarm သို့မဟုတ် isolate လုပ်ခြင်းဖြင့် healthy system မှ ယင်းအစိတ်အပိုင်းမှ ဖယ်ရှားနိုင်ပေမည်။ Protective relaying ဆိုသည်မှာ team work တစ်ခုဖြစ်ကာ CT၊ PT၊ Protective Relay များ၊ Time delay relay များ၊ Trip Circuit များနှင့် Circuit Breaker များ စသည်တို့ စုဖွဲ့ပါဝင်ပါသည်။
- Protective relaying လုပ်ခြင်းသည် အရေးကြီးကာ fault များကို minimize လုပ်နိုင်ယုံသာမက ယင်း fault တို့ကြောင့်ဖြစ်လာမည့် ပျက်စီးမှုများကိုလည်း လျှော့ချနိုင်ပါသည်။



- အထက်ပါပုံသည် circuit breaker တစ်ခု opening operation လုပ်ရန်အတွက် အခြေခံ connection ကိုပြထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ Protect လုပ်လိုသော circuit X ကို ပုံတွင်မျဉ်းဆက်ဖြင့် ပြထားပါသည်။ protected circuit တွင် fault တစ်ခုဖြစ်ပေါ်သော အခါတွင် CT နှင့် PT တို့နှင့် ဆက်သွယ်ထားသော relay သည် actuate လုပ်ကာ ယင်း၏ contact များအား close လုပ်ပေမည်။
- Trip Circuit အတွင်းသို့ battery မှ current ဖြတ်စီးပေမည်။ circuit breaker ၏ trip coil သည် energized ဖြစ်ခြင်းကြောင့် circuit breaker ၏ operating mechanism သည် actuate လုပ်ကာ opening operation လုပ်ပေသည်။ ထို့ကြောင့် fault တစ်ခုအား sense လုပ်ခြင်းနှင့် trip circuit အား actuate လုပ်စေခြင်းတို့အား relay မှ လုပ်ဆောင်ကာ fault ဖြစ်နေသော အစိတ်အပိုင်းအား isolate လုပ်ပေးနိုင်ပါသည်။

Relay ဆိုတာဘာလဲ။

- Relay တစ်ခုသည် အလိုအလျောက်လုပ်ဆောင်သော ပစ္စည်းတစ်ခုဖြစ်ကာ electrical circuit ရှိ abnormal condition ကို sense လုပ်ကာ ယင်း၏ contact များကို close လုပ်ပေးပါသည်။ ယင်း contact များ close

လုပ်ခြင်းဖြင့် circuit breaker trip coil circuit အား လျှပ်စီးပတ်လမ်း တစ်ပတ်ပြည့်သွားစေကာ circuit breaker သည် tripped ဖြစ်ကာ electrical circuit မှ fault ဖြစ်နေသောအစိတ်အပိုင်းအား ကျန်ရှိသော healthy circuit မှ ဖယ်ထုတ်ပေးနိုင်ပါသည်။

Functions of protective Relay:

- Alarm ပေးခြင်း သို့မဟုတ် circuit breaker ၏ trip circuit အား close လုပ်စေခြင်းဖြင့် fault ဖြစ်နေသော အစိတ်အပိုင်းအား disconnect လုပ်ပေးရန်။
- Abnormally operating part အား disconnect လုပ်ပေးခြင်းဖြင့် subsequent fault များဖြစ်ခြင်းမှကာကွယ်ပေးရန်။ ဥပမာအားဖြင့် machine တစ်ခုအား overload protection လုပ်ခြင်းဖြင့် machine ကို protect လုပ်ရုံသာမက insulation failure ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်နိုင်ပါသည်။
- Fault ဖြစ်နေသော circuit များ သို့မဟုတ် equipment အား ကျန်ရှိနေသော system မှ အလျှင်အမြန် isolate လုပ်လိုက်ခြင်းအားဖြင့် fault ဖြစ်နေသော အစိတ်အပိုင်းအားလည်း ပျက်စီးမှုလျော့ချနိုင်သကဲ့သို့ ကျန်ရှိနေသော system မှာလည်း ဆက်လက်လုပ်ဆောင်နေနိုင်ရန်။ ဥပမာအားဖြင့် machine တစ်လုံးသည် winding fault ဖြစ်ပြီးနောက် အလျှင်အမြန် disconnect လုပ်နိုင်ခဲ့ပါက ကွိုင်အနည်းမျှကိုသာ ပြန်လည်အစားထိုးရန်လိုအပ်ပေမည်။ သို့သော် fault ဖြစ်နေသောအချိန်အတိုင်းအတာရှည်လျားပါက winding တစ်ခုလုံးပျက်စီးနိုင်ချေရှိခြင်းကြောင့် machine တစ်ခုလုံး ပြန်လည်ပြင်ဆင်မှုရရှိနိုင်သည့် အတိုင်းအတာထက်လွန်ကာ ပျက်စီးမှုဖြစ်နိုင်ပေသည်။
- Fault ဖြစ်သည့် အစိတ်အပိုင်းအား healthy ဖြစ်နေသည့် အပိုင်းမှ disconnect လုပ်နိုင်ရန် နေရာသတ်မှတ်ခြင်းဖြင့် healthy system အား disturbance အနည်းငယ်သာ ဖြစ်စေရန်။
- Fault ဖြစ်နေသည့်အစိတ်အပိုင်းအား အလျင်အမြန်disconnect လုပ်ခြင်းဖြင့် system ၏ stability၊ service continuity နှင့် performance တို့ တိုးတက်လာစေရန်။ protective relaying ကိုတိုးတက်ကောင်းမွန်စေခြင်းဖြင့် transitent stability ကို တိုးတက်ကောင်းမွန်စေပါသည်။
- လူသားများ အတွက် အန္တရာယ်ဖြစ်နိုင်မှုလျော့ချနိုင်စေရန်။

Desirable qualities of protective relaying:

---

1. Selectivity,
2. Discrimination
3. Stability

4. Sensitivity,
5. Power consumption
6. System Security
7. Reliability
8. Adequateness
9. Speed & Time

Terminology of protective relay:

- **Pickup level of actuating signal:** voltage သို့မဟုတ် current စသည် မည်သည့် quantityမဆို သတ်မှတ်ထားသော threshold ပမာဏထက်လွန်သွားပါက ယင်း relay သည် operate လုပ်ရန်အတွက် စတင်ပေမည်။ actuating quantity ပမာဏ တိုးလာပါလျှင် relay coil ၏ electromagnetic effect ကြောင့် actuating quantity ထက် တစ်စုံတစ်ရာသောပမာဏမျှ တိုးလာခြင်းကြောင့် relay ၏ moving mechanism ကို စတင်ရွေ့လျားစေပါသည်။
- **Reset level:** relay ၏ contact များ အား open ဖြစ်သွားစေကာ မူလ position သို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားစေသည့် current သို့မဟုတ် voltage တန်ဘိုးပမာဏ ကိုဆိုလိုပါသည်။
- **Operating Time of Relay:** actuating quantity ၏ pickup level ကို ကျော်လွန်သွားပြီးသောအခါတွင် rotation disc ကဲ့သို့သော relay ၏ moving mechanism သည် စတင်ရွေ့လျားကာ relay contact များကို ကောင်းမွန်စွာ close လုပ်ခြင်းဖြင့် လုပ်ငန်းစဉ်တစ်ခု ပြီးမြောက်ပါသည်။ actuating quantity သည် pickup value ထက်ပိုလွန်သွားသည်မှ relay contact များ close လုပ်သည့်အချိန် အကြား ကြာမြင့်သော အချိန်ကိုဆိုလိုပါသည်။
- **Reset time of Relay:** actuating quantity သည် reset value အောက်နည်းသွားကာ relay contact များအား ယင်းတို့၏ မူလနေရာ သို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိစေသည့်အချိန် အကြား ကြာမြင့်သော အချိန်ကိုဆိုလိုပါသည်။
- **Reach of Relay:** distance relay သည် relay အတွက် ကြိုတင်သတ်မှတ်ထားသည့် impedance အောက်နည်းသော relay မှတိုင်းတာသတ်မှတ် သည့် အကွာအဝေးအောက်တွင်သာ operate လုပ်ပါသည်။ ယင်း impedance သို့မဟုတ် ယင်းနှင့်လိုက်ဖက်သော အကွာအဝေးကို reach of the relay ဟုခေါ်ပါသည်။

History of Protective Relay:

- Protective Relay များကိုစတင်သုံးပြုမှုသည် electromechanical relay များဖြင့်အစပြုခဲ့ပါသည်။ လွန်ခဲ့သောဆယ်စုနှစ်ကျော်ကာလများအတွင်း electromagnetic relay များမှသည် microprocessor များ နှင့် microcontroller များကို အသုံးပြုထားသည့် solid state relay များအဖြစ်သို့ အဆင့်မြင့်လာခဲ့ပါသည်။
- Protective relays များ၏ တိုးတက်ပြောင်းလည်းလာသော timeline ကိုအောက်တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

<table>
<tr><td>1900 to 1963</td><td>1963 to 1972</td><td>1972 to 1980</td><td>1980 to 1990</td></tr>
<tr><td>Electromechanical Relay.</td><td>Static Relay</td><td>Digital Relay</td><td>Numerical Relay</td></tr>
<tr><td>1925=Single Disc Type Relay (Single Input)</td><td>1963=Static Relay (All Purpose)</td><td rowspan="2">1980=Digital Type Relay (All Purpose)</td><td rowspan="2">1990=Numerical Type Relay (All Purpose)</td></tr>
<tr><td>1961=Single Cup Type Relay (Impedance Relay)</td><td>1972=Static Relay with self checking (All Purpose)</td></tr>
</table>

Relay အမျိုးအစားများ:

- Protective relays များတွင်အဓိကအားဖြင့်

(A) Characteristic အပေါ်တွင်အခြေခံကာ

1. Definite time Relays.
2. Inverse definite minimum time Relays (IDMT)
3. Instantaneous Relays
4. IDMT with Instantaneous.
5. Stepped Characteristic

6. Programmed Switches
7. Voltage restraint over current relay

(B) logic အပေါ်တွင်အခြေခံကာ

1. Differential
2. Unbalance
3. Neutral Displacement
4. Directional
5. Restricted Earth Fault
6. Over Fluxing
7. Distance Schemes
8. Bus bar Protection
9. Reverse Power Relays
10. Loss of excitation
11. Negative Phase Sequence Relays etc.

(C) Actuating parameter အပေါ်တွင်အခြေခံကာ

1. Current Relays
2. Voltage Relays
3. Frequency Relays
4. Power Relays etc.

(D) Operation Mechanism အပေါ်တွင်အခြေခံကာ

- (A) Electro Magnetic Relay
- (B) Static Relay
- Analog Relay
- Digital Relay
- Numerical /Microprocessor Relay
- (C) Mechanical relay.
- (1) Thermal

  (a) OT Trip (Oil Temperature Trip)

(b) WT Trip (Winding Temperature Trip)

(C) Bearing Temp Trip etc.

- **(2) Float Type**

(a) Buchholz

(b) OSR

(c) PRV

- (d) Water level Controls etc.
- **(3) Pressure Switches.**
- **(4) Mechanical Interlocks.**
- **(5) Pole discrepancy Relay.**

(E) Applications အပေါ်တွင် အခြေခံကာ

1. Primary Relays.
2. Backup Relays

Operation Mechanism အပေါ်တွင်အခြေခံသည့် Relay ပုံစံများ

---

(1) Electromagnetic Relay:

- Electromagnetic relays များအား အောက်ပါအခြေအနေများအပေါ်တွင်မူတည်ကာ အုပ်စုနှစ်စုခွဲနိုင်ပါသည်။
- **(A) Electromagnetic Attraction Relay:**
- Electromagnetic Attraction Principle အားဖြင့် အလုပ်လုပ်သော relay
- **(B) Electromagnetic Induction Relay:**
- Electromagnetic Induction Principle အားဖြင့် အလုပ်လုပ်သော relay

(2) Solid State (Static) Relay:

- Solid-state (and static) relays အား အောက်ပါ designations များအတိုင်း ထပ်မံ အမျိုးအစားခွဲခြားနိုင်ပါသည်။
- **(A) Analog Relay:**
- Analog relay များတွင် တိုင်းတာရရှိသော quantity များအား သင့်လျော်သော lower voltage signal များ အဖြစ် ပြောင်းလည်းကာ ယင်းတို့အား level detector များ ရှိ reference value များနှင့် ပေါင်းစည်း၍ဖြစ်စေ၊ နှိုင်းယှဉ်၍ဖြစ်စေ ပြုခြင်းဖြင့် အလိုရှိသော output ကို ရရှိစေပါသည်။

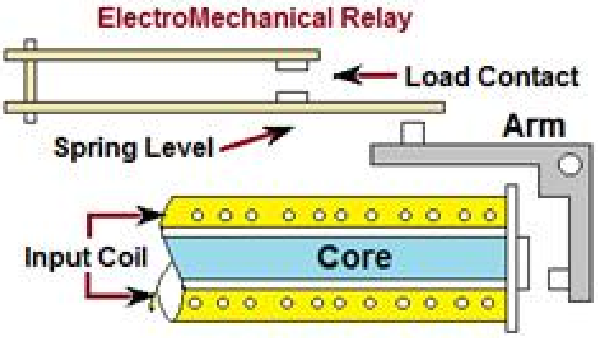
- **(B)Digital Relay:**
- Digital Relay များတွင် တိုင်းတာရရှိသော ac quantity များအား analog form ဖြစ်စေကာ ဆက်တိုက်ဆိုသလို square-wave (binary) voltage များအဖြစ် ပြောင်းလည်းပါသည်။ Logic circuit များ သို့မဟုတ် microprocessor များသည် trip လုပ်မှုအား decision လုပ်ရန် phase relationship များအား နှိုင်းယှဉ်ပါသည်။
- **(C)Numerical Relay:**
- Numerical Relay များတွင်မူ တိုင်းတာရရှိသော ac quantity များအား sampled လုပ်ကာ numeric data များအဖြစ်အသွင်ပြောင်းယူပါသည်။ microprocessor သည် ယင်း data များ အပေါ်တွင် mathematical နှင့် logical operation များလုပ်ကာ trip လုပ်ရန် decision ချပါသည်။

(1) Electromechanical Relay:

- **History of Relay:** ပထမဦးဆုံးသော မျိုးဆက်ဖြစ်ကာ သက်တမ်းအရင့်ဆုံးသော relaying system တစ်ခုအဖြစ် နှစ်ပေါင်းများစွာ အသုံးပြုလျှက်ရှိပါသည်။ ယင်း relay များသည် accuracy၊ dependability နှင့် reliability ကဲ့သို့သော အချက်များအတွက် ကောင်းမွန်စွာ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ အခြေခံအားဖြင့် operating mechanism နှစ်မျိုးရှိကာ electromagnetic-attraction relay နှင့် electromagnetic-induction relay တို့ဖြစ်ကြပါသည်။
- **Measuring Principles:** electromechanical protective relay တို့သည် voltages နှင့် currents တို့အား magnetic၊ electric forces နှင့် torques များအဖြစ်သို့ ပြောင်းလည်းပြစ်ကာ relay အတွင်းရှိ spring အား ဖိအားသက်ရောက်စေပါသည်။ relay အတွင်းရှိ spring tension နှင့် electromagnetic coil အပေါ်ရှိ tap များသည် ယင်း relay လုပ်ဆောင်နိုင်ရန် အသုံးပြုသူမှ set လုပ်ရန် အဓိကလုပ်ငန်းစဉ်များ
- **Function of Relay:** ယင်းသို့သောrelay များ၏ လုပ်ဆောင်ပုံသည် အမြဲ instantaneous action ရှိကာ ကြိုတင်စီစဉ်ထားသော time delay မပါရှိပဲ mechanical motion ကြောင့် pickup ဖြစ်ပြီးနောက်တွင် closing လုပ်ပါသည်။ bellow များ၊ dashpot သို့မဟုတ် clockwork escapement mechanism တစ်ခုကိုအသုံးပြုကာ time delay ကို ထည့်သွင်းနိုင်ပါသည်။ သို့သော် timing accuracy မှာမူ induction type relay များနှင့် ယှဉ်လျှင် တိကျမှုအားနည်းပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် time dealy ပါသော ယင်း relay များကို switchgear application များတွင် တစ်ခါတစ်ရံ အသုံးပြုကြပါသည်။
- Electromechanical Relays များ၏ coil များအား AC သို့မဟုတ် DC ဖြင့် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် ယင်းသို့သော electromechanical principle ကိုအသုံးပြုသော relay များတွင် asymmetrical fault ၏ DC Component သည် သက်ရောက်မှု ရှိပေမည်။
- Relay အတော်များများအား semi flush mounting draw out case အတွင်းထည့်သွင်းထားကြသည်။ relay တပ်ဆင်သူတို့သည် switchgear cubicle ၏ တံခါးပေါ်တွင် relay များကို အမြဲလိုလို တပ်ဆင်ကြပါသည်။

သူတို့သည် sensor နှင့် control wire တို့ကို case တွင်တပ်ဆင်ကြပါသည်။ relay အား manufacturer မှ ထုတ်လုပ်သည့်အခြေအနေပေါ်မူတည်ကာ case အတွင်းထည့်သွင်းကာ small switch များ သို့မဟုတ် bridging plug များအသုံးပြုကာ ဆက်သွယ်ကြပါသည်။

- ယင်းအချက်ကြောင့် relay အား disconnect လုပ်နိုင်ကာ wirng အား မထိခိုက်စေပဲ case အတွင်းမှ ထုတ်ယူနိုင်ပါသည်။ relay အား disconnect လုပ်ရာတွင် case အတွင်းရှိ current transformer (CT) connection အား အလိုအလျောက် short circuit ဖြစ်စေခြင်းဖြင့် CT အား overvoltage ဖြစ်ကာ ပျက်စီးခြင်းမှ ကာကွယ်ပေးပါသည်။
- **Electromagnetic-attraction Relay လုပ်ဆောင်ပုံ:** စံပြု electro-mechanical relay တစ်ခုလုပ်ဆောင်ပုံကို အောက်တွင်ပြထားပါသည်။ coil mechanism အား ဗို့အားတစ်ခု applied လုပ်လိုက်ပါက ယင်း input voltage မှ core အား သံလိုက်အား ရစေကာ ယင်းမှ arm ကို ယင်းဘက်သို့ ဆွဲယူလိုက်ပါသည်။ ယင်းကြောင့် output contact ကို ထိစေကာ load circuit ကို close ဖြစ်စေပါသည်။ input voltage ကို ဖယ်ရှားလိုက်သည်နှင့် spring lever သည် contact များအား တစ်ခုနှင့် တစ်ခု ဝေးကွာသွားစေခြင်းဖြင့် load circuit connection ကို break လုပ်ပေးပါသည်။



- **Operation of Electromagnetic-Induction Relay:** Induction relays များအား ရိုးရှင်းသည်ဖြစ်စေ၊ရှုပ်ထွေးသည်ဖြစ်စေ တိကျသော pickup နှင့် time-current response များ အားလည်း wide range ဖြင့် ပုံစံကွဲမျိုးစုံဖြင့်ရရှိနိုင်ပါသည်။
- ယင်းတို့သည် ပုံသဏ္ဍာန်အားဖြင့် induction motor များနှင့် တူပါသည်။ Relay တွင်မူ ရွေ့လျားသော element (rotor) သည် အမြဲလိုလို metal disk တစ်ခုကဲ့သို့ဖြစ်သော်လည်း တစ်ခါတစ်ရံတွင် ယင်းသည် metal cylinder သို့မဟုတ် cup ကဲ့သို့ရှိပါသည်။ ရပ်တန့်နေသောအစိတ်အပိုင်း (stator) တွင် တစ်ခုသို့မဟုတ် တစ်ခုထက်ပိုသော electromagnet များ စုစည်းပါဝင်ကာ current နှင့် potential ကွိုင်တို့မှ induce current တို့သည် disk တွင်ဖြစ်ပေါ်လာစေခြင်းဖြင့် ယင်းအား rotate ဖြစ်စေပါသည်။ ယင်းသို့ rotational force များသည် disk လည်ပတ်နိုင်စေရန် လုံလောက်သော force များအား ရရှိသည်နှင့် moving contact ကိုသယ်ဆောင်ကာ

stationary contact ဖြင့်ထိစေမည်ဖြစ်ပြီး spring တစ်ခုကိုအသုံးပြုကာ diskmotion အား restrain ဖြစ်စေပါသည်။

- Relay မှ control လုပ်ထားသော circuit အား close လုပ်ပေးပါမည်။ sense လုပ်၍ရသော fault ကြီးပါက ကွိုင်အတွင်း current များစေကာ disk ကို ပိုမိုလျှင်မြန်စွာ လည်ပတ်စေပါသည်။
- Time dial ကဲ့သို့သော calibrated adjustment တစ်ခုသည် moving နှင့် stationary contact များ အကြား အချိန်ကွာဟမှု ကြားကာလဖြစ်ကာ ယင်းသည် relay ၏ operating time ပြောင်းလဲမှုသည် အလျှင်မြန်ဆုံး (contact များသည် အနည်းငယ်သာ open ဖြစ်ခြင်း) မှသည် အနှေးဆုံးကြာချိန် (contact များသည် disk တစ်ပတ်လုံးခန့် လည်နိုင်သည့်အတိုင်းအတာမျှ အထိ) ရှိတတ်ပါသည်။ Reset action သည် rotational force ကိုဖယ်ရှားလိုက်သည့်အချိန်တွင် စတင်ကာ breaker တစ်ခုကို trip လုပ်မည့် relay contact အား close လုပ်ခြင်းအားဖြင့်ဖြစ်စေ၊ သို့မဟုတ် relay မှ malfunction အား sense လုပ်မိကာ ဖယ်ရှားလိုက်သော အခါတွင်ဖြစ်စေ ဖြစ်တတ်ပါသည်။ restraining spring မှ disk အား မူလနေရာသို့ရောက်စေကာ reset လုပ်ပါသည်။ reset လုပ်ရန်ကြာမြင့်သောအချိန်သည် relay အမျိုးအစားနှင့် time-dial setting (contact အကွာအဝေး) ပေါ်တွင်မူတည်သည်။
- Electromechanical Relay အတော်များများသည် ပုံမှန်အားဖြင့် minimum input မှ output isolation ဗို့အားများအထိ rated ပမာဏ 1500 မှ 2000VA အထိ ရှိကြပါသည်။ (Relay Burden ကိုပြောတာဖြစ်မယ် ထင်ပါတယ်။)

Electromagnetic relays သုံးစွဲရာတွင် တွေ့ကြုံရသော အကန့်အသတ်များ။

- Operation လုပ်သော speed
- သက်တမ်းကြီးမြင့်လာသောအချက်ကြောင့် characteristic များ ပြောင်းလည်းသွားခြင်း
- အစိတ်အပိုင်းများ ပျက်စီးမှုမှ relay တစ်ခုလုံးပျက်စီးရသည်အထိဖြစ်စေခြင်း
- အရွယ်အစားကြီးခြင်း။ အတွင်းပိုင်းတွင်ပါရှိသော mechanical component များ၏ အရွယ်အစားကြောင့် electromechanical relay ၏ အရွယ်အစားသည် PCB ဒီဇိုင်းနှင့် ယှဥ်ပါက အရွယ်အစားအကန့်အသတ်ရှိပါသည်။
- Power consumption များခြင်း
- CT တွင် မြင့်မားသော burden ကိုဖြစ်စေခြင်း
- Phase indication မှ လွဲ၍ အခြားသော fault data များ မရရှိနိုင်ခြင်း
- Electromechanical relay တွင် ဒီဇိုင်းသဘာဝအရ load တစ်ခုအား switch လုပ်ရန် အတွက် mechanical contact များအား make လုပ်ရပေမည်။ ယင်း contact များ၏ point များသည် သက်တမ်း (ပုံမှန်အားဖြင့် လုပ်ဆောင်မှု အကြိမ်ပေါင်း ၁၀၆ ကြိမ်) ထက်ကျော်လွန်သွားပါက oxidation breakdown ဖြစ်နိုင်ကာ relay အား အစားထိုးရန်လိုအပ်ပေသည်။
- Electromechanical Relay သည် activate လုပ်သော အခါတွင် contact နေရာတွင် bounce ဖြစ်တတ်ပါသည်။ Bounce ဖြစ်မှုသည် အချိန်အတိုင်းအတာ တစ်ခုကြာမြင့်စေကာ load circuit တွင် ဖွင့်လိုက်ပိတ်လိုက်နှင့် flickering ဖြစ်စေကာ ယင်းနှင့် သက်ဆိုင်သော အခြေအနေတစ်ခုအား load design တွင်ထည့်သွင်းစဥ်းစားပေးရပါမည်။
- Electromechanical Relay သုံးစွဲရာတွင် အကန့်အသတ်ဖြစ်စေသော အချက်တွင် Isolation voltage နှင့် သက်ဆိုင်သော အပိုင်းလည်းပါဝင်ပါသည်။

(2) The Solid State Relay (Static Relay):

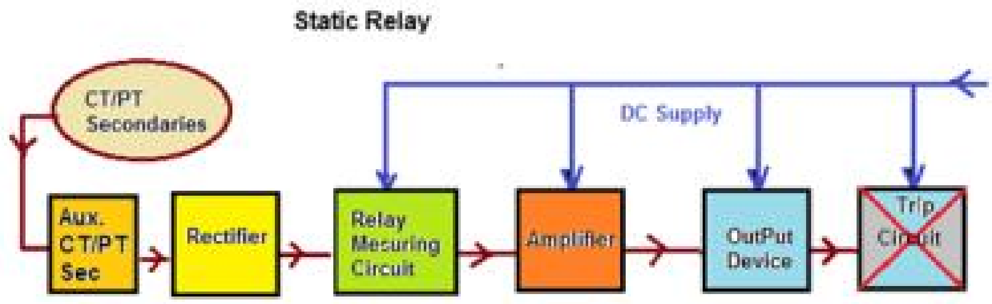
- **History of Relay:** Static Relay များ သည် relay မျိုးဆက်သစ်တစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ Static Relay များအား ၁၉၆၀ တွင်စတင် အသုံးပြုကြပါသည်။ Static ဆိုသော ဝေါဟာရအရ ထိုကဲ့သို့သော relay များတွင် moving part များ မပါရှိပါ။ Electromechanical Relay များနှင့် နှိုင်းယှဥ်ပါက static relay များသည် သက်တမ်းရှည်ကြာ အသုံးပြုနိုင်ခြင်း၊ operating လုပ်ရာတွင် အသံထွက်မှု လျော့ကျခြင်း၊ လျှင်မြန်စွာ တုန့်ပြန်နိုင်ခြင်း စသော ကောင်းမွန်သောအချက်များ ရှိပါသည်။ သို့သော် electromechanical relay များကဲ့သို့ ခိုင်မာ တောင့်တင်းခြင်းမရှိပေ။

- Static relay များအား ထုတ်လုပ်ရာတွင် transistor များ၊ ICများ၊ capacitor များ နှင့် microprocessor အသေးစားများစသည့် semiconductor ပစ္စည်းများ ပါဝင်ကြပါသည်။
- Static relay များအား ဒီဇိုင်းထုတ်ရာတွင် electromechanical relay များအသုံးပြုခဲ့ရာမှ ရရှိလာသော အချက်အလက်များ အတိုင်း အစားထိုးလုပ်ဆောင်နိုင်ရန် ပြုလုပ်ထားပါသည်။
- **Measuring principles:** Static relay များ၏ အလုပ်လုပ်သော principle သည် electromechanical relay များနှင့် အလားသဏ္ဍာန်တူကာ ဆိုလိုသည်မှာ solid static relay များသည် electromechanical relay များ လုပ်ဆောင်သည့်အတိုင်း လုပ်ဆောင်နိုင်ကြပါသည်။
- Solid static relay များသည် magnetic coil နှင့် mechanical component များအစား analogue electronic device များအား relay characteristic ရရှိစေရန်အသုံးပြုထားပါသည်။ measurement ပြုလုပ်ရာတွင် static circuit များအား အသုံးပြုကာ comparator များ၊ level detector များ၊ filter များ စသည်ဖြင့် ပါရှိကာ conventional electromagnetic rely တွင်မူ operating torque နှင့် restraining torque တို့ကို နှိုင်းယှဉ်ပါသည်။ voltage / current တို့ကဲ့သို့သော relaying quantity များအား rectify လုပ်ကာ တိုင်းတာပါသည်။ တိုင်းတာလိုသော quantity များအား ကောင်းမွန်စွာ သတ်မှတ်ပြီးနောက် output device မှ trigger လုပ်ပြီးသည်နှင့် circuit breaker ၏ trip circuit သည် energized လုပ်ပါမည်။
- Solid State relay တွင် incoming voltage နှင့် current တို့၏ waveform များအား analog circuit များအနေဖြင့် monitor လုပ်ကာ record လုပ်ခြင်း သို့မဟုတ် digitize လုပ်ခြင်း မပြုလုပ်ပေ။ Analog value များအား user မှ set လုပ်ထားသော setting value များနှင့် relay အတွင်းရှိ potentiometer အားဖြင့် နှိုင်းယှဉ်ကာ အချို့တွင် transformer ရှိ tap များအားဖြင့် နှိုင်းယှဉ်ပါသည်။
- အချို့သော solid state relay များတွင် ရိုးရှင်းသော microprocessor တစ်ခုသည် relay ၏ အချို့သော ရိုးရှင်းသည့် ပုံသေ လုပ်ဆောင်မှု logic များအားလုပ်ဆောင်သည်။ အချို့သော time overcurrent solid state relay များတွင် incoming AC current အား small signal AC တန်ဘိုးအဖြစ် ဦးစွာပြောင်းလည်းကာ ယင်း AC အား rectifier နှင့် filter အတွင်း ဖြတ်သန်းစေခြင်းဖြင့် AC မှ DC သို့ပြောင်းလည်းလိုက်ခြင်းဖြင့် AC waveform ၏ အလိုက်သင့် တန်ဘိုးများအဖြစ် ပြောင်းလည်းသွားပါသည်။ op-amp တစ်ခုနှင့် comparator ကို အသုံးပြုကာ trip point သို့ ရောက်စေမည့် DC ကိုဖန်တီးယူပါသည်။ ရိုးရှင်းသော microprocessor သည် DC signal အား slow speed A/D conversion အဖြစ်ပြောင်းပြီးနောက် ရရှိလာသည့်တန်ဘိုးအား time-overcurrent response curve တွင်ပေါင်းစည်းခြင်းဖြင့် ယင်းတန်ဘိုးသည် set point ထက်ကျော်လွန်သွားသောအခါတွင် trip လုပ်ပါသည်။ ယင်း relay တွင် microprocessor ပါသည်ဆိုသော်ငြားလည်း digital / numerical relay များကဲ့သို့ စွမ်းဆောင်ရည်မပြည့်ဝသောကြောင့် microprocessor relay ဟု အမည်ရှင်းလင်းစွာမတပ်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။

- **Function of Relay:** အစဦးထုတ်လုပ်သော relay များတွင် transitor နှင့် diode များအား resistor များ၊ capacitor များ နှင့် inductor များ စသည့် discrete device များကိုသုံးစွဲခဲ့သော်လည်း electronic နည်းပညာတိုးတက်လာသော နောက်ပိုင်းထုတ်လုပ်သော relay များတွင် linear နှင့် digital integrated circuit များအား သုံးစွဲကာ signal processing နှင့် logic function များအား လည်း ထည့်သွင်း အသုံးပြုလာကြပါသည်။ အခြေခံ circuit တည်ဆောက်ပုံတူကြသော်လည်း packaging အနေဖြင့် protection function တစ်ခုတည်းအတွက် သတ်မှတ်ကာ function တစ်ခု case တစ်ခုအဖြစ်ထားရှိကာ complex function အဖြစ် အလိုရှိပါက case များစွာအား ပူးတွဲ အသုံးပြုကြပါသည်။

- User programming အနေဖြင့် relay characteristic curve များအား adjust လုပ်နိုင်မည့် အခြေခံ လုပ်ဆောင်ချက်အနေဖြင့်သာ ကန့်သတ်ထားရှိပါသည်။ ထို့ကြောင့် electromechanical relay မှ analog electronic အဖြစ် ရိုးရှင်းစွာ အစားထိုးခြင်းသာဖြစ်ကာ setting လုပ်ရာတွင် ပိုမို flexible ဖြစ်လာကာ space လိုအပ်ချက်ကိုလည်း လျော့ချနိုင်ပါသည်။
- အချို့သော အခြေအနေတွင် relay burden လျော့ကျသွားခြင်းဖြင့် CT/VT output လိုအပ်ချက်များအား လျော့ကျစေသကဲ့သို့ဖြစ်ပါသည်။ static relay တွင် armature သို့မဟုတ် အခြားသော moving element များ မပါရှိဘဲ mechanical motion မဖြစ်စေသော electronic၊ magnetic သို့မဟုတ် အခြားသော component များမှ response ကို ရရှိစေပါသည်။
- Static နှင့် electromagnetic နှစ်ခုစလုံးကိုအသုံးပြုသော relay ကိုလည်း static relay ဟု ခေါ်ဆိုကာ ယင်း relay မှ ရရှိမည့် response သည် static unit မှ ရရှိမည်ဖြစ်သောကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။

- Electromechanical relay များအား output stage တွင် auxiliary relay များ အဖြစ်ထပ်ဆောင်းထည့်သွင်း တပ်ဆင်ကြပါသည်။ ထို့ကြောင့် protective system တစ်ခုသည် static relay နှင့် auxiliary relay များ ပါဝင်တည်ဆောက်ထားပါသည်။
- Static relay သည် electromagnetic relay များထက် ပိုမိုကောင်းမွန်သည့်အချက်များမှာ အလျှင်အမြန် လုပ်ဆောင်နိုင်မှုနှင့် တိကျသော တိုင်းတာနိုင်မှုတို့ဖြစ်ပါသည်။
- Static relay များတွင် function/ features ကဲ့သို့သော constraint limit ရှိပါသည်။ ပြီးခဲ့သည့် ဆယ်စုနှစ်ကာလအတွင်း အချို့သော microprocessor များအား အသုံးပြုကာ (၁) Fuse failure အခြေအနေ (၂) Self check အခြေအနေ (၃) Dead Pole checking နှင့် (၄) Carrier အသုံးပြုသော protection အခြေအနေများ အား ရရှိစေပါသည်။
- **Operation of Relay:** Static relay တစ်ခုအတွက် လိုအပ်သောအစိတ်အပိုင်းများအား အောက်ပါပုံတွင်ပြထားပါသည်။ CT နှင့် PT တို့၏ output များသည် static components များ အတွက် အသုံးပြုရန်မသင့်သောကြောင့် auxiliary CT နှင့် PT များအသုံးပြုကာ သင့်လျော်သော level ရရှိစေပါသည်။ ထို့နောက် auxiliary CT ၏ output အား rectifier သို့ပေးစေသည်။ rectifier သည် CT၊ PT နှင့် Transducer တို့မှ relaying quantity များအား rectify လုပ်ပေးပါသည်။



- Rectify လုပ်ပြီးသော output ကို comparator များ၊ level detector များ၊ filter များ၊ logic circuit များပါဝင်နေသည့် measuring circuit သို့ ပို့ဆောင်ပါသည်။ dynamic input ဖြစ်သော (relaying quantity) သည် threshold value ထက်ကျော်သွားသောအခါတွင် output သည်စတင် actuate ဖြစ်ပါသည်။ measuring unit ၏ output အား amplifier အသုံးပြုကာ amplify လုပ်ပြီးနောက် electro-magnetic တစ်ခုဖြစ်သော output unit device သို့ ပို့ဆောင်ပါသည်။ relay operate လုပ်သောအခါတွင် output unit သည် trip coil အား energize ဖြစ်စေပါသည်။

Solid State Relay သုံးစွဲခြင်း၏ အကျိုးများ

- Static Relay ၏ burden သည် Electromagnetic relay များထက်နည်းပါသည်။ ထို့ကြောင့် error နည်းပါသည်။
- အလေးချိန်ပေါ့ပါးသည်။
- တပ်ဆင်ရန် နေရာအနည်းငယ်သာလိုအပ်ခြင်းကြောင့် panel space ပိုထွက်စေပါသည်။
- Switching လုပ်ရာတွင် Arc အထွက်နည်းပါသည်။
- acoustical noise လည်း မရှိပါ။
- Function တစ်ခုချင်းစီအား စုတွဲကာ Multi-function အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။
- တုန့်ပြန်မှု မြန်ဆန်ပါသည်။
- Reliability မြင့်မားကာ ကြာရှည်အသုံးခံပါသည်။ (၁၀၉ ကြိမ်ထက်ပိုမိုကာလုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။)
- Electromechanical Relay နှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် High Range of Setting ထားရှိနိုင်ပါသည်။
- Electromechanical Relay ထက် ပိုမိုတိကျပါသည်။
- Electromagnetic Interference လည်း နိမ့်ပါသည်။
- power consumption နည်းပါသည်။
- Shock နှင့် vibration တို့ကိုလည်း ခံနိုင်ရည်ရှိပါသည်။
- contact bounce ဖြစ်ခြင်း မရှိပေ။
- Microprocessor compatible ဖြစ်ခြင်း
- Voltage အား isolate လုပ်ထားနိုင်ခြင်း
- No moving parts: wear out ဖြစ်စေသော moving part များ မပါရှိသကဲ့သို့ Electromechanical Relay များပျက်စီးစေသည့် အရေးအကြီးဆုံးအချက်ဖြစ်သော arc ဖြစ်စေသည့် contact များလည်း မပါရှိပေ။
- No mechanical contact bounce or arcing: Solid state relay သည် mechanical foce များ သို့မဟုတ် ယင်း၏ contact များ သည် operation လုပ်ရန် moving လုပ်ခြင်း စသော အချက်များပေါ်တွင် မှီတည်ခြင်း မရှိပဲ electronically ဖြင့်သာ လုပ်ကိုင်ပါသည်။ mechanical contact မပါရှိခြင်းကြောင့် bounce ဖြစ်ခြင်း သို့မဟုတ် arcing ဖြစ်ခြင်း တို့ မဖြစ်နိုင်တော့ပဲ reset time မှာလည်း အတော်လေး တိုသွားပါသည်။
- Low input signal levels: Telecommunication သို့မဟုတ် microprocessor အသုံးပြုကာ control လုပ်သည့် industry များအတွက် စံထား သုံးစွဲအပ်ပါသည်။ solid state relay တို့သည် application များစွာတွင် အကောင်းဆုံး ရွေးချယ်မှုတစ်ခုအဖြစ် အလျှင်အမြန် ရောက်ရှိလာကာ အထူးသဖြင့် Telecommunication သို့မဟုတ် microprocessor အသုံးပြုကာ control လုပ်သည့် industry များတွင်ဖြစ်ပါသည်။

- Cost Issues: အတိတ်တချိန်က electromechanical relay နှင့် solid state relay များအကြား ဈေးနှုန်းကွာခြားမှုသည် အတော်လေးများခဲ့ပါသည်။ တိုးတက်ကောင်းမွန်လာသော manufacturing technology ကြောင့် ဈေးနှုန်းကွာဟမှုကို အတော်များများ လျော့ချလာနိုင်ခြင်းက ဒီဇိုင်းအင်ဂျင်နီယာများအတွက် solid state relay အသုံးပြုမှုအား တိုးတက်လာစေပါသည်။

Static relays သုံးစွဲရာတွင် တွေ့ရှိရသော ကန့်သတ်ချက်များ

- Relay Operation လုပ်ရန်အတွက် Auxiliary voltage လိုအပ်ပါသည်။
- Static relays များသည် voltage transient များအား sensitive ဖြစ်ခြင်းကြောင့် CT နှင့် PT များ တို့၏ primary circuit ရှိ breaker နှင့် isolator တို့ကို operation လုပ်မိစေပါသည်။
- Control circuit နှင့် relay contat များ break ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ပြင်းထန်သော over voltage ကိုဖြစ်စေပါသည်။ ထိုသောသော voltage spike အချိန်တိုလေးမျှဖြစ်ခြင်းသည်ပင် semiconductor component များအား ပျက်စီးစေကာ relay များ၏လုပ်ဆောင်မှုကို ချို့ယွင်းစေပါသည်။
- Temperature dependence of static relays: semiconductor devices များ၏ characteristic များသည် ambient temperature ကြောင့် အကျိုးသက်ရောက်မှုများ ရှိတတ်ပါသည်။
- Power System တွင်ဖြစ်လာတတ်သော Electromagnetic interference နှင့် switching transient များကြောင့်ဖြစ်သော disturbance များအား ကာကွယ်နိုင်ရန် relay များ အတွင်း အဆင်မြင့်သော isolation နှင့် filter circuits များအား ထည့်သွင်း တည်ဆောက်ထားရပါမည်။
- Reliablility မြင့်သော power supply circuits များ လိုအပ်ပါသည်။
- Humidity, high ambient temperature, PCB များအပေါ်တွင် ဖုံမှုံများ စုမိစေကာ track ဖြစ်စေခြင်း စသော environmental effect များ
- အစိတ်အပိုင်းများ ပျက်စီးခြင်း
- Fault data အား အလွယ်တကူမရရှိနိုင်ခြင်း
- သုံးစွဲနေစဥ်ကာလအတွင်း Characteristic များ ပြောင်းလည်းခြင်း

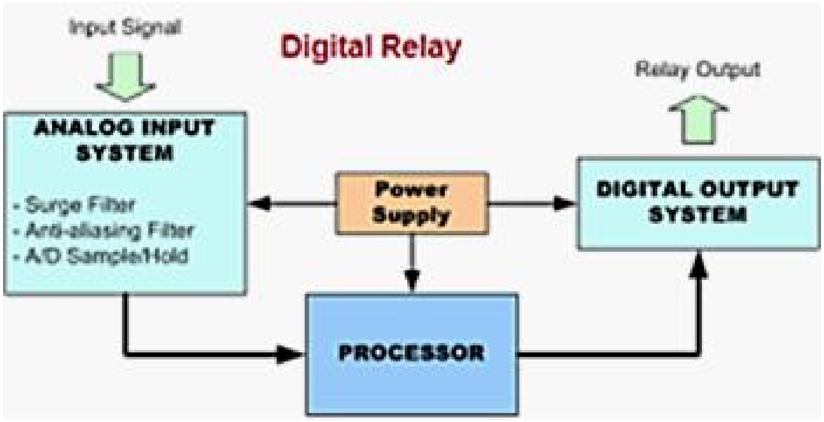
(A) Digital Relay:

- **History of Relay:** ၁၉၈၀ခုနှစ်များခန့်တွင် digital relay များ ဈေးကွက်အတွင်းသို့ရောက်ရှိလာပါသည်။ solid state relay များနှင့် နှိုင်းယှဉ်ပါက digital relay များ တွင် တိုးတက်လာသော microprocessor များ နှင့် microcontroller များ အား အသုံးပြုလာကြပါသည်။ analog signal များအား အသုံးပြုမည့်အစား

တိုင်းတာရရှိလာသော analog quantity များအားလုံးအား digital signal များ အဖြစ် ပြောင်းလည်း အသုံးပြုပါသည်။

- Digital protection relay တို့သည် relay technology ၏ တိုးတက်လာမှုတစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ Digital Relay တွင် microprocessor များ နှင့် microcontroller များအား static relay များတွင်အသုံးပြုသော analog circuit များနေရာတွင် အစားထိုးအသုံးပြုကာ relay ကို ဖန်တီးတည်ဆောက်ထားပါသည်။ Digital relay များအား ၁၉၈၀ ခုနှစ်ခန့်လောက်တွင်စတင်အသုံးပြုလာကြပါသည်။ သို့သော် ထိုကဲ့သို့သော နည်းပညာသည် နောက်ထပ် ငါးနှစ်မျှအကြာတွင် numerical relay များ ပေါ်ပေါက်လာမှုနှင့်အတူ ကွယ်ပျောက်ခဲ့ရပါသည်။
- ၁၉၉၀ ခုနှစ် နှစ်လယ်လောက်မှ စတင်ကာ solid state နှင့် electromechanical relay များနေရာတွင် digital relay များဖြင့် အစားထိုးလာကြပါသည်။ distribution ကဏ္ဍတွင် digital relay များဖြင့် အစားထိုးသုံးစွဲမှုမှာ အနည်းငယ် နှေးကွေးခဲ့ပါသည်။ အရေးကြီးသော feeder relay များအတွက် ယနေ့အချိန် ကာလတွင် digital relay များ အား သုံးစွဲနေကြသော်လည်း အချို့သော နေရာများတွင် သုံးစွဲရလွယ်ကူစေခြင်းငှာ solid state relay များအား ဆက်လက်သုံးစွဲနေကြခြင်းဖြင့် digital relay သုံးစွဲရာတွင်ဖြစ်တတ်သော ရှုပ်ထွေးမှုများအား မဖြစ်ပေါ်စေတော့ပေ။
- **Measuring principles:** static relays များနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် digital relays များတွင် Analogue to Digital Convertor (A/D conversion) ကို အသုံးပြုကြကာ တိုင်းတာရရှိလာသော analogue quantities များအား microprocessor အား အသုံးပြုကာ protection algorithm ကို ဖန်တီးယူပါသည်။ microprocessor သည် counting technique တစ်ခုခု ကို အသုံးပြုခြင်း၊ သို့မဟုတ် Discrete Fourier Transform (DFT) ကိုအသုံးပြုကာ algorithm တွင် ထည့်သွင်းလုပ်ဆောင်စေပါသည်။
- Digital Relay တွင်အသုံးပြုသော microprocessor သည် အကန့်အသတ်ဖြင့်သာ လုပ်ဆောင်နိုင်ကာ numerical relay များတွင်ပါရှိသော memory အောက်လျော့နည်းပါသည်။
- **Function of Relay:** ယင်း relay ၏လုပ်ဆောင်နိုင်မှုမှာလည်း အကန့်အသတ်ရှိကာ protection function များအပေါ်တွင်လည်း ကန့်သတ်မှုများကို ဖြစ်စေပါသည်။ electromechanical သို့မဟုတ် static relay များနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် function များ ထပ်ဆောင်းပါဝင်ကာ ပုံမှန်အားဖြင့် setting range အားလည်း ပိုမိုကျယ်ပြန့်စွာ အသုံးပြုနိုင်ပြီး၊ ပိုမိုတိကျမှုရှိပါသည်။ သီးခြား computer နှင့် ဆက်သွယ်နိုင်ရန် communication link တစ်ခုလည်း ပါရှိပါသည်။

- Microprocessor များတွင် အသုံးပြုသော power အကန့်အသတ်ကြောင့် digital relay များ တွင် cycle တစ်ခုအတွက် waveform များအားတိုင်းတာရာတွင် ရရှိနိုင်သော sample အရေအတွက်အပေါ်တွင် အကန့်အသတ်ဖြစ်စေပါသည်။ ထိုသို့သောအကြောင်းကြောင့် အချို့သော application များလုပ်ဆောင်ရာတွင်အမြန်နှုန်း အား အကန့်အသတ်ဖြစ်စေပါသည်။ ထို့ကြောင့် အချို့သော protection function များအတွက် digital relay များသည် သဘာဝတူ static relay များနှင့် ယှဉ်လျှင် operating time ပိုမိုကြာမြင့်ပါသည်။ သို့သော် power system stability ဖြစ်စေမည့် ဖြစ်နိုင်သော အခြေအနေများအရ ထိုသို့သော ပိုမိုကြာမြင့်ချိန်တို့သည် tripping time အားလုံးပေါင်းပါက ထင်ရှားလောက်အောင် ပိုမိုကြာမြင့်မှု မရှိပေ။
- **Operation of Relay:** Digital relay တစ်ခုတွင် (၁) Analogue input subsystem, (၂) Digital input subsystem, (၃) Digital output subsystem, (၄) A processor along with RAM (data scratch pad), main memory (historical data file) နှင့် Power supply တို့ ပါဝင်ကြပါသည်။



- Digital relaying လုပ်ရာတွင် တစ်ခု သို့မဟုတ် တစ်ခုထက်ပိုသော analog signal များအား digital processing လုပ်ရာတွင် အဆင့် ၃ ဆင့်ရှိကာ analog signal မှ digital signal သို့ ပြောင်းပြီးနောက် ယင်း digital form Boolean အား trip သို့မဟုတ် not to trip စသော ဆုံးဖြတ်ချက်များ ချနိုင်စေရန် processing လုပ်ပေးခြင်းဖြစ်ပါသည်။

Digital Relay သုံးစွဲခြင်း၏ ကောင်းကျိုးများ

- Functionality များအား အဆင့်မြင့်စွာ integration လုပ်ထားခြင်း
- monitoring functions များ ထပ်ဆောင်းပါဝင်ခြင်း
- သုံးစွဲရ လွယ်ကူခြင်း
- အပူချိန် ပမာဏ ကျယ်ပြန့်စွာ တွင် အလုပ်လုပ်နိုင်ခြင်း
- ပိုမိုရှုပ်ထွေးသော function များအား စီစဉ်လုပ်ဆောင်နိုင်ခြင်း နှင့် ယေဘုယျအားဖြင့် ပိုမိုတိကျခြင်း
- Self-checking လုပ်နိုင်ခြင်းနှင့် အမှားအယွင်း တစ်စုံတစ်ရာအတွက် ပြင်ဆင်လုပ်ဆောင်နိုင်ခြင်း
- အခြားသော digital equipment များနှင့် တွဲဖက်လုပ်ဆောင်နိုင်ခြင်း
- အပူချိန်၊ သက်တမ်းကြီးရင့်မှု စသော အချက်များအပေါ်တွင် အမှီပြုမှုနည်းခြင်း
- စရိတ်သက်သာ ကာ အမြောက်အများ ထုတ်လုပ် နိုင်ခြင်း
- ပိုမိုတိကျခြင်း
- Distance Relay အတွက် plane ရနိုင်ခြင်း
- Signal storage ရနိုင်ခြင်း

Digital Relay သုံးစွဲရာတွင် ဖြစ်တတ်သော ကန့်သတ်ချက်များ

- နည်းပညာအသစ်များ စဉ်ဆက်မပြတ်ထွက်ပေါ်လာမှုကြောင့် lifetime တိုတောင်းခြင်း
- Devices များ အလျှင်အမြန် ဖျက်သိမ်းခြင်း
- power system transients များကြောင့် ပျက်စီးနိုင်ခြေရှိခြင်း
- digital systems များသည် ပိုမို ရှုပ်ထွေးလာခြင်းကြောင့် အသုံးပြုရန်အတွက် အထူးလေ့ကျင့်ထားသော ဝန်ထမ်းများ လိုအပ်ခြင်း
- Setting နှင့် monitoring data များအား လိုအပ်သလို maintenance လုပ်ရန် လိုအပ်ခြင်း

(B) Numerical Relay:

- **History of Relay:** microprocessor ကိုအခြေခံ အသုံးပြုသော protection device များအား ၁၉၈၅ ခုနှစ်ခန့်တွင်စတင်အသုံးပြုခဲ့ကြပါသည်။ numerical technology ကို အသုံးပြုသူတို့မှ ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် လက်ခံကြပြီး အသုံးပြုသူတို့ထံမှ ရရှိလာသောအတွေ့အကြုံတို့သည် ဒုတိယ မျိုးဆက် numerical relay များအဖြစ် ၁၉၉၀ ခုနှစ်ခန့်တွင် အဆင့်မြှင့်တင်ရန် အထောက်အကူဖြစ်ခဲ့ပါသည်။
- Electromechanical နှင့် static relay များတို့သည် hard wired relay များဖြစ်ကြပါသည်။ ယင်းတို့၏ ပါယာကြိုးများအား ပုံသေတပ်ဆင်ထားရကာ setting ကို manually အပြောင်းအလဲ လုပ်ပေးရပါသည်။ Numerical Relay တို့မှာမူ program ထည့်သွင်း၍ ရသော relay များဖြစ်ပါသည်။ relay ၏ characteristic နှင့် behavior ကို program အားဖြင့် ထည့်သွင်း အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။
- ပထမမျိုးဆက် numerical relays များသည် အဓိကအားဖြင့် static relay များ၏ protection characteristic ကို ရရှိနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းပြုခဲ့သော်လည်း ခေတ်မီ numerical protection device များတွင်မူ ပြည့်စုံသော protection ကို ရရှိစေရုံမျှမက control နှင့် monitoring ကဲ့သို့သော ထပ်ဆောင်းလုပ်ဆောင်ချက်များကိုပါ ရရှိနိုင်ပါသည်။ numerical protection device များသည် protection၊ reliability၊ troubleshooting နှင့် fault နှင့် ပတ်သက်သော အချက်အလက်များကိုပါ ရရှိနိုင်သည့် ကောင်းမွန်သော အချက်များကိုပေးစွမ်းနိုင်ပါသည်။
- Digital နှင့် numerical relay တို့၏ နည်းပညာပိုင်းဆိုင်ရာ အသေးစိတ် ကွဲပြားခြားနားမှု အဓိက အချက်မှာ protection အပြင် အခြားသော ရှားပါး နည်းပညာများ လည်းတွေ့နိုင်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် numerical relay တို့သည် digital relay တို့မှ နည်းပညာတိုးတက်လာမှုကြောင့် သဘာဝအတိုင်း တိုးတက်ပြောင်းလည်း လာမှုဟု မြင်နိုင်စရာ ရှိပေသည်။ ယင်းတို့သည် အထူးပြုလုပ်ထားသော digital signal processor (DSP) အား တွက်ချက်မှုပြုရန် hardware အဖြစ်အသုံးပြုထားကာ ယင်းနှင့် တွဲဖက်ကာ software tool များကိုလည်း အသုံးပြုရပေသည်။
- **Measuring principles:** input analogue signals များအား digital အနေအထားသို့ပြောင်းလည်း ပြီး သင့်လျော်သော mathematical algorithm ကိုသုံးကာ ဆက်လက်လုပ်ဆောင်ပါသည်။ ထိုသို့ processing လုပ်ရာတွင် signal processing application များအတွက်အကောင်းဆုံးလုပ်ဆောင်နိုင်ရန် ဖြစ်သော digital signal processor သို့မဟုတ် အတိုအားဖြင့် DSP ဟုခေါ်သော အထူးပြုလုပ်ထားသော microprocessor ကို အသုံးပြုပါသည်။ real time အခြေအနေတွင် signal များအား digial processing လုပ်ရန် very high power microprocessor လိုအပ်ပါသည်။
- Conventional relay (electromechanical နှင့် static) များတွင် သုံးသော technique များနှင့် measuring principle များသည် numerical technique နှင့်နှိုင်းယှဉ်လျှင်နည်းပါးကာ အသုံးပြုသော protection algorithm၊

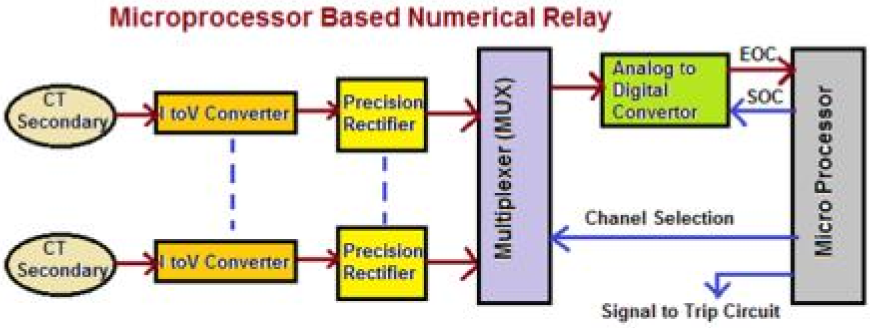
sampling လုပ်ခြင်း၊ signal processing လုပ်ခြင်း၊ hardware ရွေးချယ်ခြင်း၊ software discipline စသော များစွာသော အချက်များတွင်ကွဲပြားခြားနားမှုများ ရှိပါသည်။ ယင်းသို့သော relay များသည် microprocessor ကို အခြေခံသော relay များဖြစ်သော်လည်း အကျဉ်းချုပ်အားဖြင့် electromechanically control လုပ်ထားသော relay များအစုပင်ဖြစ်ပါသည်။

- **Function of Relay:** ခေတ်မှီသော power system protection devices များအား functions များစွာဖြင့် စုစည်းတည်ဆောက်ထားပါသည်။ ယနေ့ခေတ် numerical relay များတွင် protection, control, monitoring နှင့် measuring အစရှိသည်များအားà ရရှိနိုင်ပါသည်။ ထို့ပြင် ယင်း device များ၏ communication လုပ်ဆောင်နိုင်မှုတွင် remote control, monitoring နှင့် data transfer စသည်တို့လည်း ပါဝင်ပါသည်။
- ပုံမှန်အားဖြင့် electromechanical နှင့် static protection relay များသည် single-function၊ single characteristic များဖြစ်ကြသော်လည်း numerical relay များမှာမူကား multi-function၊ multiple characteristics များဖြစ်ပါသည်။
- Conventional relay (electromechanical နှင့် static) များတွင် သုံးသော technique များနှင့် measuring principle များသည် numerical technique နှင့်နှိုင်းယှဉ်လျှင်နည်းပါးကာ အသုံးပြုသော protection algorithm၊ sampling လုပ်ခြင်း၊ signal processing လုပ်ခြင်း၊ hardware ရွေးချယ်ခြင်း၊ software discipline စသော များစွာသော အချက်များတွင်ကွဲပြားခြားနားမှုများ ရှိပါသည်။
- ပထမမျိုးဆက် numerical relays များသည် အဓိကအားဖြင့် static relay များ၏ protection characteristic ကို ရရှိနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းပြုခဲ့သော်လည်း ခေတ်မှီ numerical protection device များတွင်မူ ပြည့်စုံသော protection ကို ရရှိစေရုံမျှမက control နှင့် monitoring ကဲ့သို့သော ထပ်ဆောင်းလုပ်ဆောင်ချက်များကိုပါ ရရှိနိုင်ပါသည်။ numerical protection device များသည် protection၊ reliability၊ troubleshooting နှင့် fault နှင့် ပတ်သက်သော အချက်အလက်များကိုပါ ရရှိနိုင်သည့် ကောင်းမွန်သော အချက်များကိုပေးစွမ်းနိုင်ပါသည်။
- Numerical protection devices များအား generation၊ transmission နှင့် distribution systems များအတွက်ရရှိနိုင်ပါသည်။

- Numerical relays များသည် micro processor အပေါ်တွင်အခြေခံကာdisturbance recorder များတွင်အသုံးပြုသည့် parameter များအား record လုပ်နိုင်သည့် အချက်အပြင် setting နှင့် alarm များအားလည်း အလွယ်တကူ ပြုလုပ်နိုင်ပြီး equipment တစ်ခုတည်းနှင့် protection များစွာကိုလုပ်ဆောင်နိုင်ခြင်းကြောင့် တပ်ဆင်ရန် နေရာလည်း အနည်းငယ်မျှသာ လိုအပ်ပါသည်။ ကျယ်ပြန့်သော setting range၊ ပိုမိုတိကျမှု၊ Low burden စသည့်အချက်တို့ကြောင့် CT ၏ VA ကို အနည်းငယ်သာ လိုအပ်ခြင်းကြောင့် ကုန်ကျစရိတ်ကို လျော့ကျစေပါသည်။ relaying function များအားလုံးတို့အား numeric value များအဖြစ် လုပ်ဆောင်ပါသည်။
- နောက်ပိုင်းဖော်ပြမည် တို့တွင် relay hardware, relay software, multiple protection characteristics, adaptive protection characteristics, data storage, instrumentation feature, self-check feature, communication capability, additional functions, size နှင့် cost-effectiveness စသည်တို့ကို ဖော်ပြပါမည်။
- Numerical protection devices များအား generation, transmission နှင့် distribution systems များအတွက် ရရှိနိုင်ပါသည်။ ခေတ်မီသော power system protection devices များအား functions များစွာဖြင့် စုစည်းတည်ဆောက်ထားပါသည်။ ယနေ့ခေတ် numerical relay များတွင် protection, control, monitoring နှင့် measuring အစရှိသည်များအားစု ရရှိနိုင်ပါသည်။ ထို့ပြင် ယင်း device များ၏ communication လုပ်ဆောင်နိုင်မှုတွင် remote control, monitoring နှင့် data transfer စသည်တို့လည်း ပါဝင်ပါသည်။
- ယင်းသို့သော relay များသည် precision အလွန်ကောင်းမွန်ပြီး အသုံးပြုရလွယ်ကူသော electronic product များဖြစ်ကြပါသည်။ case တစ်ခုအတွင်း function ပေါင်းများစွာအား ထည့်သွင်းထားခြင်းကြောင့် capital cost နှင့် maintenance cost တို့ကို electromechanical relay တို့နှင့် ယှဉ်လျှင် save ဖြစ်စေပါသည်။ conventional electromechanical relay များ၏ အားနည်းချက်များအား micro controller အသုံးပြုခြင်းဖြင့် relay ကို

operating လုပ်စေပါသည်။ microcontroller အခြေခံအသုံးပြုသော relay များသည် အသုံးပြုရ ကောင်းမွန်ကာ ထုတ်လုပ်စရိတ်လည်း သက်သာပါသည်။

- ထို့ပြင် ယင်းသို့သော device များ၏ communication capability ကောင်းမွန်မှုကြောင့် remote control၊ monitoring နှင့် data transfer တို့ကို လုပ်ဆောင်နိုင်စေပါသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် electromechanical နှင့် static relay များတို့သည် single-function နှင့် single characteristics ကိုသာ ရရှိစေသော်လည်း၊ ခေတ်မီသော numerical protection တို့တွင်မူ multifunction နှင့် multiple characteristics ကိုရရှိစေပါသည်။ အချို့သော protection တို့တွင် adaptable characteristic များ ရရှိနိုင်ကာ မတူကွဲပြားသော system condition အပေါ်တွင်မူတည်ကာ input parameter များအပေါ်တွင်မူတည်ပြီး protection characteristic များအား dynamically changes လုပ်နိုင်ပါသည်။
- Operation of Relay: CT ထံမှ current signal အား I to V converter အသုံးပြုကာ အလိုက်သင့်သော voltage signal အဖြစ် ပြောင်းလည်းပေးပါသည်။
- Load current နှင့် proportional ဖြစ်သော ac Voltage အား precision rectifier အသုံးပြုကာ dc တန်ဘိုးအဖြစ်သို့ ပြောင်းလည်းပြီး တစ်ခုထက်ပိုသော input များအား လက်ခံနိုင်သည့် multiplexer (MUX) သို့ ပို့ဆောင်ကာ ယင်းမှ output တစ်ခုကို ရရှိစေပါသည်။
    - Microprocessor မှ command signal များအား multiplexer သို့ပို့ကာ switch on လုပ်လိုသော circuit မှ current အား proportional ဖြစ်သော rectify လုပ်ထားသည့် voltage အဖြစ် လက်ခံ ရရှိစေပါသည်။



- Multiplexer ၏ output အား analog to digital converter (ADC) ထံသို့ပေးပို့ကာ digital signal ပုံစံ အဖြစ်သို့ ရရှိစေပါသည်။ Microprocessor သည် ADC signal ကို start of conversion (SOC) အနေဖြင့် ပေးပို့ကာ ပြည့်စုံသော conversion ဖြစ် မဖြစ် ကို စစ်ဆေးပြီးနောက် end of conversion (EOC) ကို ADC မှ digital ပုံစံဖြင့် လက်ခံ ရရှိပါသည်။ ထို့နောက် microprocessor သည် ယင်း data အား pick-up value ဖြင့် နှိုင်းယှဉ်ပါသည်။ အကယ်၍ input သည် pick-up value ထက် ကြီးပါက microprocessor သည် desire circuit ၏ circuit breaker ကို trip လုပ်ပေးပါသည်။

- Instantaneous over current relay တို့တွင် ကြိုတင်သတ်မှတ်ထားသော time delay မပါရှိဘဲ circuit breaker သည် ရုတ်တရက် trip လုပ်နိုင်ပါသည်။ Normal Inverse, Very Inverse, Extremely Inverse နှင့် Long Inverse over current relay တို့တွင် inverse current-time characteristics များအား microprocessor ၏ memory အတွင်း look-up table အနေဖြင့် ဇယားဖွဲ့ကာ သိုမှီးထားပါသည်။

Numerical relays အသုံးပြုခြင်း၏ အကျိုးများ

- **Compact Size:** Electromechanical Relay များသည် mechanical comparison device များဖြစ်ကာ ယင်းအချက်ကြောင့် relay များအား အရွယ်အစား ပိုမိုကြီးမားစေပါသည်။ relay တစ်ခု activation ဖြစ် မဖြစ်ဆိုသော အချက်အား flag system အသုံးပြုကာ indicate လုပ်ကြပါသည်။ Numerical Relay များမှာမူကား အရွယ်အစားအားဖြင့် compact ဖြစ်ကာ relay activation ကို LCD ဖြင့် ညွှန်ပြကြပါသည်။
- Digital Protection တို့သည် အရွယ်အစားအားဖြင့် သေးငယ်ကြကာ function ချင်းတူပါက Analog Technology အသုံးပြုခြင်းထက် panel wiring ဆက်သွယ်ရာတွင်လည်း အနည်းငယ်သာ လိုအပ်ပါသည်။
- **Flexibility:** protection functions အတော်များများအား software တစ်ခုတည်းတွင် သင့်လျော်သလို modify လုပ်ခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ၊ ယင်း၏ hardware တွင်ဖြစ်စေ၊ သို့မဟုတ် hardware တွင် အနည်းငယ်မျှ modify လုပ်ခြင်းဖြင့် ဖြစ်စေ ရရှိနိုင်ပါသည်။
- **Reliability:** component အနည်းငယ်ကိုသာ အသုံးပြုခြင်းကြောင့် အစိတ်အပိုင်းများ ဆက်သွယ်မှု နည်းပါးကာ အစိတ်အပိုင်းများ ပျက်စီးမှု နည်းပါးခြင်းကြောင့် reliability ကိုတိုးတက်ကောင်းမွန်စေပါသည်။
- **Multi Function Capability:** သုံးစွဲနေကျ electromechanical နှင့် static protection relays များတို့သည် single-function နှင့် single characteristics သာရှိသော relay များဖြစ်ကြပါသည်။ operation လုပ်ဆောင်နိုင်မှု အတိုင်းအတာမှာလည်း electromechanical relays များသည် numerical relay များနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် အနည်းငယ်မျှသာ ရှိပါသည်။
- **Different types of relay characteristics:** protection characteristics များ အား match လုပ်ရာတွင်လည်း ကောင်းမွန်ကာ ယင်း characteristics များအား microprocessor ၏ memory အတွင်းသိုမှီးထားပါသည်။
- **Digital communication capabilities:** microprocessor ကိုအခြေခံသော relay များတွင် digital communication equipment များနှင့် တွဲဆက်အသုံးပြုနိုင်ရန် ပြုလုပ်ထားပါသည်။ Substation LAN (Local Area Network) အား fibre optic communication ဖြင့် ချိတ်ဆက်နိုင်ပါသည်။
- **Modular frame:** relay hardware တွင် အလွယ်တကူ လုပ်ဆောင်နိုင်စေသည့် standard module များ ပါဝင်ပါသည်။

- **Low burden:** microprocessor အခြေခံတည်ဆောက်ထားသော relay များသည် instrument transformer အတွက် minimum burden ဖြစ်စေပါသည်။
- **Sensitivity:** sensitivity မြင့်မားပြီး pickup ratio လည်းမြင့်မားပါသည်။
- **Speed:** static relays များတွင် tripping time သည် ½ cycle သို့မဟုတ် ထို့ထက် လျော့နည်းစွာ ရရှိနိုင်ပါသည်။
- **Fast Resetting:** Resetting လုပ်ချိန် တိုတောင်းပါသည်။
- **Data History:** fault data နှင့် disturbance record များကို ရရှိနိုင်ပါသည်။ (1) Nature of fault, (2) Magnitude of fault level, (3) Breaker problem, (4) C.T. saturation , (5) Duration of fault တို့ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် fault များအား သရုပ်ခွဲရာတွင် အထောက်အကူဖြစ်စေပါသည်။
- **Auto Resetting & Self Diagnosis:** Electromechanical relay များတွင် relay activate ဖြစ်ပြီးနောက် ပုံမှန်အခြေအနေသို့ ပြန်လည်ရရှိသည် မရရှိသည်ကို detect လုပ်နိုင်ခြေမရှိပေ။ ထို့ကြောင့် autoresetting လုပ်ရန် မဖြစ်နိုင်ဘဲ operating person ဖြင့်သာလုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။ numerical relay တွင်မူ auto resetting ရရှိနိုင်ပါသည်။
- Function ပေါင်းများစွာအား case တစ်ခုတည်းတွင်ထည့်သွင်းထားခြင်းကြောင့် electromechanical relay များနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် numerical relay များတွင် capital cost နှင့် maintenance cost များကို save လုပ်နိုင်ပါသည်။
- Zero sequence voltages and currents များကို processor အတွင်းမှာပင် တွက်ထုတ်နိုင်ကာ သီးခြား connection များ မလိုအပ်ပေ။
- အခြေခံ hardware သည် function များစွာအား မျှဝေထားသည်ဖြစ်ရာ protection function တစ်ခုစီအတွက်ကုန်ကျစရိတ်များအား သိသိသာသာ လျော့ချပြီးသားဖြစ်စေသည်။
- Loss of voltage feature သည် ယာယီ သို့မဟုတ် အမြဲ loss of voltage ဖြစ်စဉ်တွင် relay အား block လုပ်ပေးနိုင်ပါသည်။

Numerical Relay အသုံးပြုရာတွင် ဖြစ်ပေါ်တတ်သော ကန့်သတ်ချက်များ

- Numerical Relay များသည် function များစွာ ပေးစွမ်းနိုင်ခြင်း၊ precision ပိုမိုကောင်းမွန်ခြင်း စသည်တို့ကို ပေးစွမ်းနိုင်ပါသည်။ ယင်းအချက်တို့ကြောင့် ပိုမိုကောင်းမွန်သော protection ကို ရရှိစေနိုင်သည်ဟု မဆိုလိုပေ။
- Numerical Relay များသည် ဆုံးဖြတ်ချက်များအား အလျင်အမြန်ချနိုင်သည်။ သို့သော် လက်တွေ့တွင် အလျှင်အမြန် protection သည်ပင်လျှင် တန်ဘိုးတစ်ခုမဟုတ်ဘဲ protective equipment ၏ လုပ်ဆောင်မှုတစ်လျောက်တွင် interrupt လုပ်နိုင်ရန် circuit breaker များအား လိုအပ်လျှက်ရှိနေသေးကာ ယင်း circuit breaker တို့၏ အလျှင်အမြန် interrupt လုပ်နိုင်မှုမှာလည်း အကန့်အသတ် ရှိပေသည်။

- Numerical Relay protection များသည် တစ်ခါတစ်ရံတွင် non-proprietary software အပေါ်တွင်မှီနေသည်ဖြစ်ရာ ယင်းအချက်သည် system အား hack အလုပ်နိုင်ရ ရန် အဖြစ်နိုင်ဆုံးသော အချက်ဖြစ်နေပါသည်။
- Numerical Relay Protection တို့သည် တစ်ခါတစ်ရံတွင် ပြင်ပမှ transient interference တို့ သက်ရောက်မှုကို ခံရသော်လည်း conventional technology အသုံးပြုသော relay တို့မှာမူ ထိုအချက်ကို မခံစားရပေ။
- Numerical Relay Protection သည် common function များအား မျှဝေ အသုံးပြုပါသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ ယင်းတို့တွင် common failure mode ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ယင်းအချက်သည် protection element များစွာအား အကျိုးသက်ရောက်မှု ရှိပေသည်။ ဥပမာအားဖြင့် power supply ပြတ်တောက်သွားခြင်း သို့မဟုတ် အဝင်ပိုင်း signal processor စသည်တို့သည် မတူကွဲပြားသော protection function များ ပါဝင်သော protection device တစ်ခုလုံးအား အလုပ်မလုပ်နိုင်စေရန်တားဆီးမှု ပြုနိုင်ပေသည်။ ယင်းပြဿနာအတွက် equipment အား infant mortality stage မှာကတည်းကပင် အမြင့်ဆုံးသော reliability ရရှိစေရန် အတွက် ဒီဇိုင်းပြုရာတွင် အတွေ့အကြုံနှင့် သတိများစွာထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။
- multifunction numeric relay တစ်ခုသည် three phase, ground, နှင့် negative sequence directional သို့မဟုတ် non-directional over current protection များ၊ four shot recloser, forward သို့မဟုတ် reverse power protection, breaker failure, over/under frequency, နှင့် over/under voltage protection, sync check, breaker monitoring နှင့် control စသည့် protection function 10-11 မျိုးမျှကို လုပ်ဆောင်နိုင်ကာ single function Solid State သို့မဟုတ် Electromechanical relays များကို အသုံးပြုမည်ဆိုပါက ကုန်ကျစရိတ်သည် အနည်းဆုံး ၅ ဆမှ ၆ဆ တိုင်အောင်မြင့်မားပေမည်။
- ထို့ပြင် numerical relay များတွင် communication လုပ်ဆောင်နိုင်မှု၊ sequence-of-events recording, fault reporting, rate-of-change frequency, နှင့် metering functions စသည် တို့အား system အတွင်း စုစည်းထည့်သွင်းထားပါသည်။

Comparison of Different Type Relay:

Characteristic	Electro Mechanical Relay	Static Relay	Digital Relay	Numerical Relay
Technology Standard	1st generation Relays.	2nd generation Relays.	Present generation Relays.	Present generation Relays.
Operating Principle	They use principle of electromagnetic principle.	In this relays transistors and IC's r been used	They use Microprocessor. Within built software with predefined values	They use Microprocessor. Within built software with predefined values
Measuring elements/ Hardware	Induction disc, Electromagnets, Induction cup, Balance Beam	R, L, C, Transistors, Analogue ICs comparators	Microprocessors, Digital ICs, Digital Signal Processors	Microprocessors, Digital ICs, Digital Signal processors
Measuring method	Electrical quantities converted into mechanical force, torque	Level detects, comparison with reference value in analogue Comparator	A/D conversion, Numerical algorithm techniques	A/D conversion, Numerical algorithm techniques
Surrounding Environment	Depend upon gravitation and the value changes to the surrounding magnetic fields also.	There value may vary with respect to temperature also.		
Relay Size	Bulky	Small	Small	Compact
Speed of Response	Slow	Fast	Fast	Very Fast
Timing function	Mechanical clock works, dashpot	Static timers	Counter	Counter
Time of Accuracy	Temp .Dependant	Temp. Dependant	Stable	Stable
Reliability	High	Low	High	High
Vibration Proof	No	Yes	Yes	Yes
Characteristics	Limited	Wide	Wide	Wide
Requirement of Draw Out	Required	Required	Not Required	Not Required
CT Burden	High	Low	Low	Low
CT Burden	8 to 10 VA	1 VA	<0.5 VA	<0.5 VA

Reset Time	Very High	Less	Less	Less
Auxiliary supply	Required	Required	Required	Required
Range of settings	Limited	Wide	Wide	Wide
Isolation Voltage	Low	High	High	High
Function	Single Function	Single Function	Multi Function	Single Function
Maintenance	Frequent	Frequent	Low	Very Low
Resistance	100 mille ohms	10 Ohms	10 Ohms	10 Ohms
Output Capacitance	< 1 Pico Farad	> 20 Pico Farads	> 20 Pico Farads	> 20 Pico Farads
Deterioration due to Operation	Yes	No	No	No
Relay Programming	No	Partially	Programmable	Programmable
SCADA Compatibility	No	No	Possible	Yes
Operational value indication	Not Possible	Possible	Possible	Possible
Visual indication	Flags, targets	LEDs	LEDs, LCD	LEDs, LCD
Self monitoring	No	Yes	Yes	Yes
Parameter setting	Plug setting, dial setting	Thumb wheel,dual in line switches	Keypad for numeric values,through computer	Keypad for numeric values,through computer
Fault Disturbance Recording	Not possible	Not possible	possible	possible

Relay များ၏ ANSI မှ သတ်မှတ်ထားသော အမည်များ

No	Type of Relay
2	Time delay relay
3	3 Checking or Interlocking relay
21	21 Distance relay
25	Check synchronizing relay
27	Under voltage relay

30	Annunciation relay
32	Directional power (Reverse power) relay
37	Low forward power relay
40	Field failure (loss of excitation)
46	Negative phase sequence relay
49	Machine or Transformer Thermal relay
50	Instantaneous Over current relay
51	A.C. IDMT Over current relay
52	Circuit breaker
52a	Circuit breaker Auxiliary switch "Normally open" ('a 'contact)
52b	Circuit breaker Auxiliary switch "Normally closed" ('b'contact)
55	Power Factor relay
56	Field Application relay
59	Overvoltage relay
64	Earth fault relay
67	Directional relay
68	Locking relay
74	Alarm relay
76	D.C Over current relay
78	Phase angle measuring or out of step relay
79	AC Auto reclose relay
80	Monitoring loss of DC supply
81	Frequency relay
81 U	Under frequency relay
81 O	Over frequency relay
83	Automatic selective control or transfer relay
85	Carrier or pilot wire receive relay

86	Tripping Relay
87	Differential relay
87G	Generator differential relay
87G	T Overall differential relay
87U	UAT differential relay
87NT	Restricted earth fault relay
95	Trip circuit supervision relay
99	Over flux relay
186A	Auto reclose lockout relay
186B	Auto reclose lockout relay

Transmission & Distribution Lines protection တို့တွင် အသုံးပြုသော Relay များ။

No	Line	Protection
1	400 KV Transmission Line	Main-I: Non switched or Numerical Distance Scheme
		Main-II: Non switched or Numerical Distance Scheme
2	220 KV Transmission Line	Main-I : Non switched distance scheme (Fed from Bus PTs)
		Main-II: Switched distance scheme (Fed from line CVTs) With a changeover facility from bus PT to line CVT and vice-versa

3	132 KV Transmission Line	Main Protection: Switched distance scheme (fed from bus PT).
		Backup Protection: 3 Nos. directional IDMT O/L Relays and 1 No. Directional IDMT E/L relay.
4	33 KV Lines	Non-directional IDMT 3 Over Current and 1 Earth Fault relays
5	11KV Line	Non-directional IDMT 2 Over Current and 1 Earth Fault relays

Reference:

- Handbook of Switchgear –Bhel
- Digital/Numerical Relays -T.S.M. Rao