

INSTITUTO TECNOLOGICO REGIONAL DE TUXTLA GUTIERREZ

ALUMNO: NEIN CRUZ GONZALEZ.

REPORTE FINAL DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

NOMBRE DEL PROYECTO: DIGITALIZACION DE ESQUEMAS DE PROTECCION CONTROL Y
MEDICION BAJO PLATAFORMA DIGITAL DE ENLACES CON FIBRA OPTICA.

ASESOR : ING. PEDRO CRUZ FARRERA.

PERIODO: AGOSTO-DICIEMBRE DE 2011

INDICE

INTRODUCCION-----	1
ANTECEDENTES-----	1.1
ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE PROTECCION-----	1.2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA -----	1.3
ESTADO DEL ARTE -----	1.4
JUSTIFICACION-----	1.5
VENTAJAS Y DESVENTAJAS-----	2.1
CONCLUSION-----	2.2
BIBLIOGRAFIA-----	2.3
ANEXOS-----	2.4

1.- INTRODUCCION.

EN EL SIGUIENTE PROYECTO VAMOS A TRATAR EL TEMA DE PROTECCION A LINEAS DE TRANSMISION OCUPANDO RELES DE PROTECCION DIGITALES COMO SON EN ESTE CASO LOS SEL (SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES) LOS CUALES SE OCUPAN ACTUALMENTE EN LA SUBESTACION BELISARIO DOMINGUEZ (ANGOSTURA) CON ESTOS RELES DE PROTECCION BASADOS EN MICROPROCESADORES NOSOTROS TENEMOS DOS HERRAMIENTAS PODEROSAS: LA UBICACIÓN DE FALLAS Y EL REPORTE DE EVENTOS. DE ESTA MANERA Y CON LA UTILIZACION DE ESTOS EQUIPOS EN LA CENTRAL HIDROELECTRICA BELISARIO DOMINGUEZ SE PODRAN REDUCIR EL TIEMPO DE UBICACIÓN DE LA FALLA Y ASI PODER RESTAURAR EL SERVICIO RAPIDAMENTE DESPUES DE UNA FALLA.

LOS RELEVADORES PUEDEN LOCALIZAR LA FALLA POR ZONA1 ZONA 2 Y ZONA 3 RESPECTIVAMENTE Y TAMBIEN HAY RELEVADORES QUE NOS VAN A PERMITIR LOCALIZAR LA FALLA DANDONOS UNA DISTANCIA APROXIMADA DE DONDE SE PRODUJO ESTE FENOMENO YA SEA POR UNA DESCARGA ADMOSFERICA O BIEN EN ALGUNAS OCASIONES POR LOS FUERTES VIENTOS, DENTRO DEL PROYECTO TAMBIEN SE INCLUYE LA UTILIZACION DE FIBRA OPTICA PARA HACER LA CONEXIÓN DE CADA TABLERO DE CONTROL Y MEDICION HACIA LA CASETA DE CONTROL ESTA NOS RESULTA MEJOR UTILIZARLA YA QUE MEDIANTE UN PEQUEÑO CABLE PODEMOS TRANSMITIR DEMASIADAS SEÑALES. ESTE PROYECTO CONTEMPLA EL USO DE RELEVADORES DE PROTECCION DIGITALIZADOS PARA LAS SEIS LINEAS DE TRANSMISION DE 115 KV QUE SE TIENEN EN ANGOSTURA Y PARA EL BANCO DE TRANSFORMADOR T6 EL CUAL REDUCE 400KV A 115 KV. ESTA LINEAS DE TRANSMISION DE 115 VAN A LA SUBESTACION CORRESPONDIENTE A CADA POBLADO.

LA LT 73970 VA A TUXTLA 2, LAS LT 73530, 73730, 73510 VAN A MAPASTEPEC, LA LT 73540 ACALA Y LA LT 73520 SE VA A SPOINHA.

ESTA LINEA DE TRANSMISION DE 115 KV ES LA QUE SE DIRIGE A LA SUBESTACION ELECTRICA SPOINHA SE VISUALIZA SU INTERRUPTOR GENERAL POR LAS TRES FASES Y ESTA CONTROLADO POR LOS REELEVADORES PUDIENDO HACER MANIOBRAS DESDE EL CUARTO DE CONTROL O DESDE EL CENTRO DE CONTROL ORIENTAL YA QUE TODO SE ENCUENTRA AUTOMATIZADO. ACA SE OBSERVA QUE EN EL INTERRUPTOR 73520 SE ENCUENTRAN LAS 3 FASES EN EL GABINETE DE AHÍ SALEN UNOS CABLES POR MEDIO DE FIBRA OPTICA CON SUS RESPECTIVAS ALARMAS Y SEÑALES QUE ENVIARIA EN CASO DE UNA FALLA.



ESTA ES UNA DE LA LT QUE SE VA A MAPASTEPEC SE OBSERVAN LAS TRES FASES LAS CUALES SE PUEDEN CERRAR INDEPENDIENTE



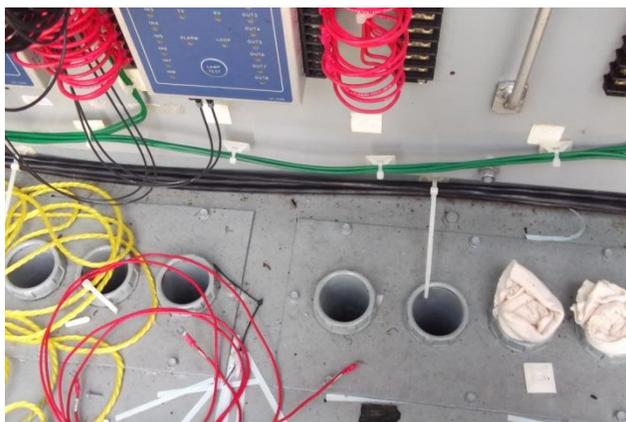
POR CADA LT CORRESPONDIENTE SE TIENE UN TABLERO DE CONTROL Y MEDICION AL CUAL LE LLEGAN LAS SEÑALES POR MEDIO DE FIBRA OPTICA

TABLERO DE CONTROL Y MEDICION CORRESPONDIENTE.

DENTRO DE ESTOS TABLEROS ENCONTRAMOS



LA ESTRUCTURA INTERNA DEL TABLERO DE CONTROL Y MEDICION COMO SE PUEDE OBSERVAR AUN NO SE HA CABLEADO



DE ESTOS TABLEROS SE ENVIARA LA INFORMACION Y O SEÑALES EN CASO DE FALLA POR MEDIO DE FIBRA OPTICA A LA CASETA DE CONTROL Y UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DE PROTECCIONES.



ACA VAMOS A PODER VISUALIZAR CUANDO HAY ALGUN DISPARO Y QUE LO ORIGINO MEDIANTE ESTOS PUERTOS NOSOTROS PODREMOS CONECTARNOS CON UNA COMPUTADORA Y DE ESTA MANERA ANALIZAR LOS EVENTOS CORRESPONDIENTES EN CASO DE UNA FALLA.

ESTOS RELEVADORES SON DE LA MARCA "SEL" (SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES) Y EN LA CENTRAL HIDROELECTRICA LA ANGOSTURA CONTAMOS CON LOS SIGUIENTES TIPOS DE PROTECCIONES

80X= BAJO VOLTAJE BANCO DE BATERIAS

27A= SUPERVISOR DE VOLTAJE DE SEC. DE ARRANQUE

40G= PROTECCION CONTRA PERDIDA DE CAMPO

59G= SOBREVOLTAJE

41= INTERRUPTOR DE CAMPO

50/51= PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INSTANTANEO Y DE TIEMPO INVERSO

21G= RESPALDO DE FASE DE LINEA A DISTANCIA

87G= DIFERENCIAL DEL GENERADOR

46G= SEC. NEGATIVA

64G= FALLA A TIERRA EN EL ESTATOR

64F= FALLA A TIERRA EN EL ROTOR

86G, 86E, 86M 86T (DIF. GENERADOR, DIF. EXCITACION, DIF. DE MAQUINA, DIF. DEL TRANSFORMADOR.

87T1, 87T2, 87T3= DIF. DEL TRANSF. FASE1,2,3

49G= SOBRETENPERATURA DEL GENERADOR

51N= RESPALDO DE FALLA A TIERRA

47G= SUPERVISOR DE VOLTAJE PARA INTERRUPOR

59G= SOBREVOLTAJE

5B= REL. PARO TEMPORAL

COMANDOS PARA ACCESAR AL PUERTO SERIAL DE LOS EQUIPOS SEL

ACC= ACCESAR

PYM= PASSWORD

HIS= CHECAR EVENTOS (LISTADO)

EVE NO= AJUSTAR PARTAMETROS SET *= HABILITACION DE ELEMENTOS

SHO= MOSTRAR AJUSTES PROGRAMADOS

2ACC= ACCESAR AL NIVEL 2

CHBD= PASSWORD

STATUS= CHECAR EL ESTADO DEL EQUIPO

PULN= COMANDO PARA INYECTAR UNA SEÑAL

1.1 ANTECEDENTES

LA CONTINUIDAD Y LA CALIDAD DEL SERVICIO SON DOS REQUISITOS ÍNTIMAMENTE LIGADOS AL FUNCIONAMIENTO SATISFACTORIO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA (SEP).

LA CONTINUIDAD HACE REFERENCIA AL HECHO DE QUE EL SEP DEBE GARANTIZAR QUE LA ENERGÍA PRODUCIDA EN LOS CENTROS DE GENERACIÓN SEA SUMINISTRADA DE FORMA ININTERRUMPIDA A LOS CENTROS DE CONSUMO. ESTA CARACTERÍSTICA ADQUIERE ESPECIAL IMPORTANCIA SI SE TIENE EN CUENTA QUE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, A DIFERENCIA DE OTROS TIPOS DE ENERGÍA, NO PUEDE SER ALMACENADA EN FORMA SIGNIFICATIVA, POR LO QUE UNA INTERRUPCIÓN DEL SUMINISTRO TIENE REPERCUSIONES DIRECTAS E INMEDIATAS SOBRE LOS PROCESOS QUE SE DESARROLLAN A PARTIR DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

EL REQUISITO DE CALIDAD SE REFIERE A QUE LA ENERGÍA DEBE SER SUMINISTRADA EN UNAS DETERMINADAS CONDICIONES, CON EL FIN DE GARANTIZAR QUE LOS DIFERENTES EQUIPOS CONECTADOS A LA RED VAN A OPERAR EN LAS CONDICIONES PARA LAS QUE HAN SIDO PROYECTADOS. LOS MÁRGENES DE VARIACIÓN ADMITIDOS EN CADA MAGNITUD (VALORES DE ONDA, FRECUENCIA, EQUILIBRIO, CONTENIDO EN ARMÓNICOS, ETC.) SON FUNCIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE LA INSTALACIÓN ALIMENTADA PERO, A NIVEL GENERAL, SE PUEDE ASEGURAR QUE EL NIVEL DE EXIGENCIA SE ESTA INCREMENTANDO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS PARA TODO TIPO DE INSTALACIONES.

CUANDO SE PRODUCE UNA FALLA LAS MAGNITUDES ASOCIADAS AL SEP ALCANZAN VALORES SITUADOS FUERA DE SUS RANGOS NORMALES DE FUNCIONAMIENTO Y DETERMINADAS ÁREAS DEL SISTEMA PUEDEN PASAR A OPERAR EN CONDICIONES DESEQUILIBRADAS, CON EL RIESGO QUE ELLO CONLLEVA PARA LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE LO INTEGRAN. EN CASO DE NO TOMAR NINGÚN TIPO DE MEDIDA EN CONTRA, LA FALLA SE PROPAGARÍA A TRAVÉS DE LA RED Y SUS EFECTOS SE IRÍAN EXTENDIENDO. COMO CONSECUENCIA DE TODO ELLO, IMPORTANTES ZONAS DE LA RED PODRÍAN LLEGAR A QUEDAR FUERA DE SERVICIO Y LA CALIDAD DEL SUMINISTRO SE RESENTIRÍA, INCLUSO EN ZONAS ALEJADAS DEL PUNTO EN QUE SE HA PRODUCIDO LA FALLA. TANTO POR RAZONES TÉCNICAS COME ECONÓMICAS, ES IMPOSIBLE EVITAR QUE SE PRODUZCAN FALLAS. EL DISEÑO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DEBE CONTEMPLAR EL HECHO DE QUE VAN A PRODUCIRSE FALLAS DE MANERA ALEATORIA E INESPERADA, POR LO QUE ES NECESARIO DOTARLO DE LOS MEDIOS ADECUADOS PARA SU TRATAMIENTO. POR ESTA RAZÓN, LOS SEP INCORPORAN UN SISTEMA DE PROTECCIÓN QUE TIENE POR OBJETIVO MINIMIZAR LOS EFECTOS DERIVADOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FALLAS QUE PUEDEN PRODUCIRSE.

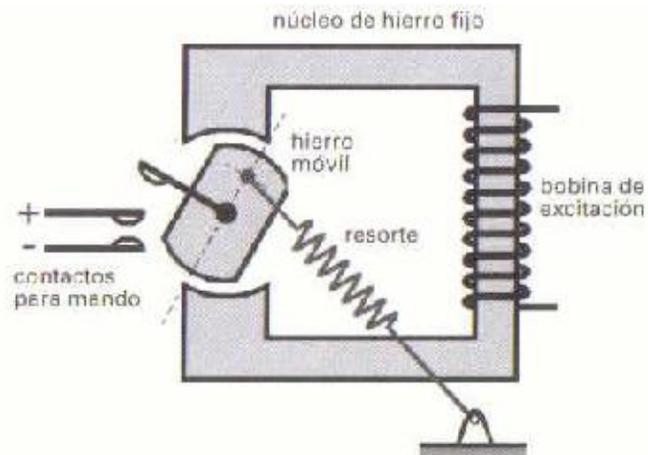
LA ACTUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN VA ENCAMINADA, POR TANTO, A MANTENER TANTO LA CALIDAD COMO LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO, INTENTANDO QUE AMBAS CARACTERÍSTICAS SE RESIENTAN MÍNIMAMENTE DURANTE UN TIEMPO MÍNIMO. PARA ELLO ES NECESARIO QUE LA RED SEA PLANIFICADA DE MANERA QUE PERMITA OFRECER ALTERNATIVAS DE OPERACIÓN QUE POSIBILITEN LA ADECUADA ALIMENTACIÓN DE TODOS LOS PUNTOS DE CONSUMO AUNQUE SE PRODUZCAN FALLAS QUE AFECTEN A ELEMENTOS DE LA GENERACIÓN, TRANSMISIÓN O DISTRIBUCIÓN.

AUNQUE UNA FALLA PUEDE APARECER EN CUALQUIERA DE LOS ELEMENTOS QUE LO COMPONEN, LOS ESTUDIOS REALIZADOS AL EFECTO PONEN DE MANIFIESTO QUE ALREDEDOR DEL 90% DE LAS FALLAS SE PRODUCEN EN LAS LÍNEAS AÉREAS, SIENDO LAS DEL TIPO FASE-TIERRA LAS MÁS COMUNES. ESTE DATO ES FÁCILMENTE JUSTIFICABLE POR EL HECHO DE QUE LAS LÍNEAS AÉREAS ABARCAN GRANDES EXTENSIONES DE TERRENO, SE ENCUENTRAN A LA INTemperIE Y ESTÁN SOMETIDAS A ACCIONES EXTERIORES QUE ESCAPAN DE CUALQUIER TIPO DE CONTROL, MIENTRAS QUE OTRO TIPO DE ELEMENTOS COMO GENERADORES, TRANSFORMADORES, ETC., OPERAN BAJO

CONDICIONES MÁS FÁCILMENTE CONTROLABLES.

LA FUNCIÓN DE LA PROTECCIÓN POR RELEVADORES ES ORIGINAR EL RETIRO RÁPIDO DEL SERVICIO DE CUALQUIER ELEMENTO DE UN SISTEMA DE POTENCIA CUANDO ESTE SUFRE UN CORTOCIRCUITO O CUANDO EMPIEZA A FUNCIONAR EN CUALQUIER FORMA ANORMAL QUE PUEDA ORIGINAR DAÑO E INTERFIERA DE OTRA MANERA CON EL FUNCIONAMIENTO EFICAZ DEL RESTO DEL SISTEMA.

EL EQUIPO DE PROTECCIÓN ESTA AYUDADO, EN ESTA TAREA, POR INTERRUPTORES QUE SON CAPACES DE DESCONECTAR EL ELEMENTO DEFECTUOSO CUANDO EL EQUIPO DE PROTECCIÓN SE LOS MANDA. ESTOS INTERRUPTORES ESTÁN LOCALIZADOS DE TAL MANERA QUE CADA GENERADOR, TRANSFORMADOR, BARRA COLECTORA, LÍNEA DE TRANSMISIÓN, ETC. PUEDA DESCONECTARSE POR COMPLETO DEL RESTO DEL SISTEMA. ESTOS INTERRUPTORES DEBEN TENER LA CAPACIDAD SUFICIENTE PARA QUE PUEDAN CONDUCIR MOMENTÁNEAMENTE LA CORRIENTE MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO QUE PUEDE FLUIR A TRAVÉS DE ELLOS, E INTERRUMPIR ENTONCES ESTA CORRIENTE; DEBEN SOPORTAR TAMBIÉN EL CIERRE DE UN CORTOCIRCUITO SEMEJANTE E INTERRUMPIRLO DE ACUERDO CON CIERTAS NORMAS PRESCRITAS. LOS FUSIBLES SE EMPLEAN DONDE LOS RELEVADORES DE PROTECCIÓN Y LOS INTERRUPTORES NO SON JUSTIFICABLES ECONÓMICAMENTE. AUNQUE LA FUNCIÓN PRINCIPAL DE LA PROTECCIÓN POR RELEVADORES ES REDUCIR LOS EFECTOS DE LOS CORTOCIRCUITOS, SURGEN OTRAS CONDICIONES ANORMALES DE FUNCIONAMIENTO QUE TAMBIÉN NECESITAN ESTA PROTECCIÓN. ESTO ES MÁS CIERTO CUANDO SE TRATA DE GENERADORES Y DE MOTORES. UNA FUNCIÓN SECUNDARIA DE LA PROTECCIÓN POR RELEVADORES ES INDICAR EL SITIO Y EL TIPO DE LA FALLA. DICHS DATOS NO SOLO AYUDAN EN LA REPARACIÓN OPORTUNA, SINO QUE TAMBIÉN POR COMPARACIÓN CON LAS OBSERVACIONES HUMANAS Y CON LOS REGISTROS AUTOMÁTICOS, PROPORCIONAN MEDIOS PARA EL ANÁLISIS DE LA EFICACIA DE LA PREVENCIÓN DE LA FALLAS Y LAS CARACTERÍSTICAS DE ATENUACIÓN QUE INCLUYE LA PROTECCIÓN POR RELEVADORES.



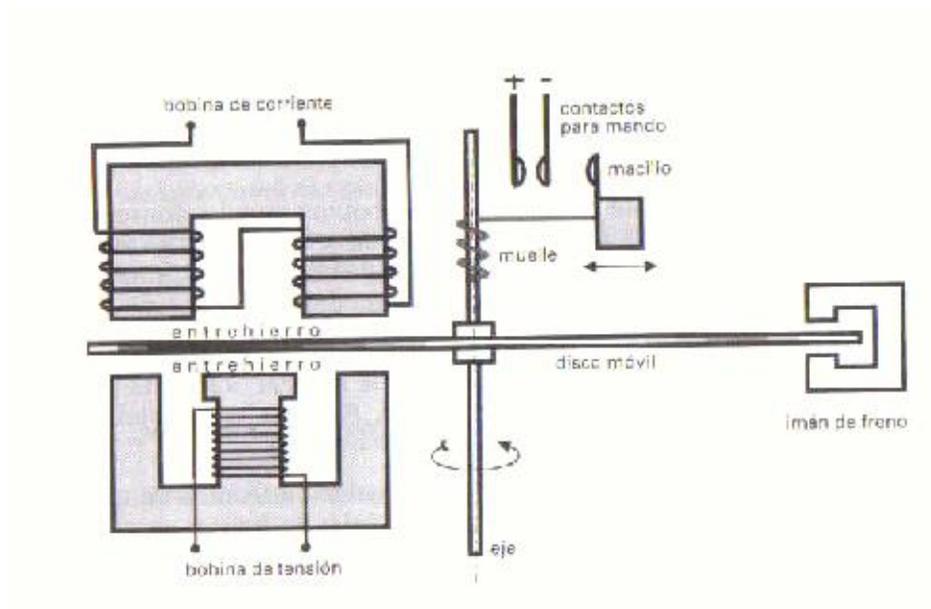
RELÉS ELECTROMAGNÉTICOS

SE BASAN EN EL PRINCIPIO DE LA FUERZA DE ATRACCIÓN EJERCIDA ENTRE PIEZAS DE MATERIAL MAGNÉTICO. DE LAS CUALES UNA SERIA FIJA Y OTRA SERIA MÓVIL, Y LA FUERZA QUE SE EJERZA ENTRE ELLOS SERÁ DE TAL MANERA QUE MOVERÁ LA PIEZA MÓVIL EN EL SENTIDO DE DISMINUCIÓN DE LA RELUCTANCIA DEL CAMPO MAGNÉTICO.

LAS PRINCIPALES VENTAJAS DE ESTE TIPO DE RELÉS SON ROBUSTEZ, SIMPLICIDAD Y ECONOMÍA. ESTAS VENTAJAS HACEN DE LOS RELÉS ELECTROMAGNÉTICOS UNOS CANDIDATOS IDEALES PARA SER UTILIZADOS COMO RELÉS DE TENSIÓN DE INTENSIDAD. POR CONTRARIO, ESTE TIPO DE RELÉ TIENE SUS DESVENTAJAS COMO SON LA DIFICULTAD DE AJUSTE Y DE REGULACIÓN DE LOS MISMOS.

RELÉS DE INDUCCIÓN

A ESTOS RELÉS SE LES CONOCE TAMBIÉN POR RELÉS FERRARIS, Y SE BASAN EN EL PRINCIPIO DE LA RUEDA DE BARLOW ES DECIR, EL MISMO PRINCIPIO QUE UTILIZAN LOS MEDIDORES. SU ESTRUCTURA BÁSICA CONSTA DE UN DISCO MÓVIL QUE GIRA SOBRE UN EJE Y QUE DEJA UN ENTREHIERRO CON RESPECTO A LOS NÚCLEOS MAGNÉTICOS DE LAS BOBINAS INDUCTORAS. SOBRE EL EJE DE LA RUEDA VA INSTALADO UN MUELLE ANTAGONISTA SOLIDARIO A CONTACTO MÓVIL. CUANDO EL PAR INDUCIDO EN EL DISCO SEA SUPERIOR AL PAR RESISTENTE DEL MUELLE, EL DISCO GIRARA HASTA CONSEGUIR QUE EL CONTACTO MÓVIL HAGA PRESIÓN SOBRE EL CONTACTO FIJO (AMBOS PERTENECIENTES AL CIRCUITO DE MANDO PARA LA ACTUACIÓN DE LA PROTECCIÓN). ESTOS RELÉS SON DE APLICACIÓN GENERAL POR LAS MÚLTIPLES COMBINACIONES QUE ADMITEN.



RELES ELECTRODINAMICOS

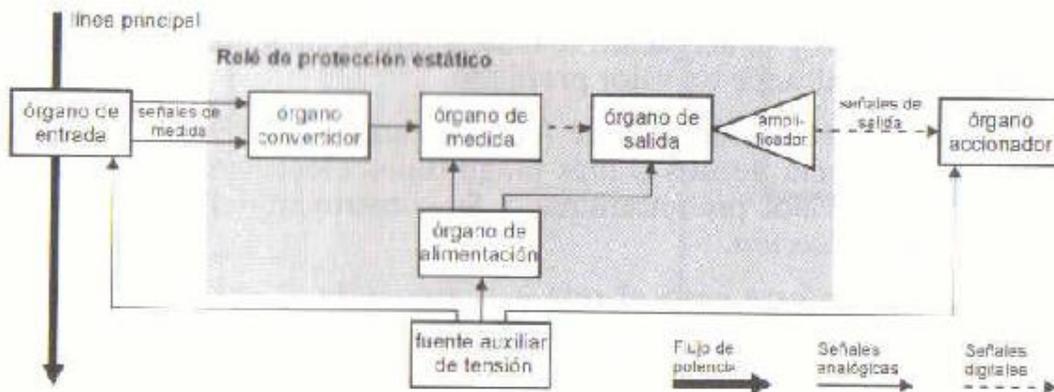
ESTÁN BASADOS EN EL MISMO PRINCIPIO, SI NO MUY SIMILAR, AL DE LOS APARATOS DE MEDIDA TIPO GALVANÓMETRO SE TRATA DE LA ACCIÓN QUE UNA BOBINA FIJA EJERCE SOBRE UNA BOBINA MÓVIL, INDUCIENDO LA PRIMERA UN PAR MOTOR QUE HARÁ GIRAR UN ÁNGULO DETERMINADO EL CONJUNTO DE LA BOBINA MÓVIL. A ESTOS RELÉS TAMBIÉN SE LES CONOCE COMO RELÉS FERRODINÁMICOS.

PARA DISMINUIR LA CORRIENTE CIRCULANTE POR LA BOBINA MÓVIL Y CONSEGUIR QUE NO CREE UN PAR ANTAGONISTA ELEVADO, SE PROCEDE A INTERCALAR EN SERIE UNA RESISTENCIA. EN EL DISEÑO DEL CIRCUITO MAGNÉTICO DE ESTOS RELÉS SE PROCURA EVITAR EL RIESGO DE SATURACIÓN DENTRO DEL CAMPO DE MEDIDA DEL RELÉ.

ESTOS RELÉS TIENEN COMO VENTAJA UNA ELEVADA SENSIBILIDAD, PERO EN CONTRA, Y DEBIDO AL PEQUEÑO RECORRIDO ANGULAR QUE PUEDE REALIZAR LA BOBINA MÓVIL, LA TEMPORIZACIÓN DE LOS MISMOS SE HACE IMPOSIBLE. ADEMÁS, COMO PUNTO NEGATIVO A AÑADIR, TIENEN UN ELEVADO COSTO DE PRODUCCIÓN.

RELES ELECTRONICOS

LOS RELÉS ELECTRÓNICOS ESTÁTICOS CUMPLEN MUY BIEN CON LAS EXIGENCIAS BÁSICAS DE UN RELÉ DE PROTECCIÓN. ESTO ES DEBIDO, PRINCIPALMENTE, A LA ELIMINACIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS LOS CUALES INTRODUCEN EN LA PROTECCIÓN RELENTIZACIONES Y DESGASTES MECÁNICOS INNECESARIOS (MANTENIMIENTO NULO). EL ESQUEMA BÁSICO DE BLOQUES DE UN RELÉ ELECTRÓNICO QUEDA REFLEJADO LAS POCAS DIFERENCIAS SOBRE EL ESQUEMA BÁSICO DE UN RELÉ DE PROTECCIÓN, EXCEPTO LA INCLUSIÓN DE ETAPAS DE AMPLIFICACIÓN.



RELES TERMICOS

SE UTILIZAN PRINCIPALMENTE CONTRA SOBRECARGAS Y SE APLICAN EN MÁQUINAS ELÉCTRICAS CON PREFERENCIA. SU MISIÓN ES LA DE DESCONECTAR LA MÁQUINA QUE PROTEGE ANTES DE QUE SUS DEVANADOS ALCANCEN UNA TEMPERATURA PERJUDICIAL PARA SU AISLAMIENTO. CONSTAN DE UNA IMAGEN TÉRMICA DEL ELEMENTO QUE HAN DE PROTEGER, ES DECIR, DE UN DISPOSITIVO CUYA LEY DE CALENTAMIENTO SEA SIMILAR A LA DEL OBJETO PROTEGIDO.

SISTEMAS DIGITALES DE PROTECCION

LOS RELEVADORES Y SISTEMAS DIGITALES DE PROTECCIÓN HAN EXPERIMENTADO UN DESARROLLO ACELERADO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS Y HAN VENIDO DESPLAZANDO A LOS ANALÓGICOS EN LA MAYORÍA DE LAS APLICACIONES POR SU MAYOR EFECTIVIDAD Y DIAGNOSTICO DE FALLAS.

1.2 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE PROTECCION

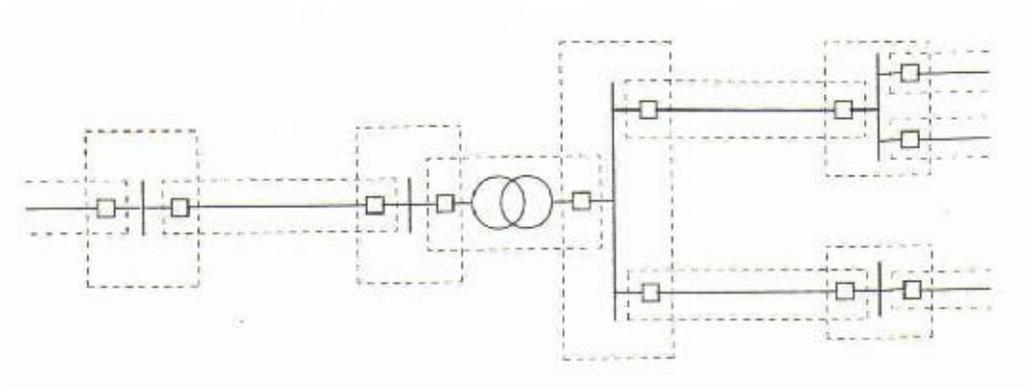
LA GRAN IMPORTANCIA DE LA FUNCIÓN REALIZADA POR EL SISTEMA DE PROTECCIÓN HACE ACONSEJABLE DOTARLO DE UNA ESTRUCTURA QUE IMPIDA QUE EL FALLO DE UNO CUALQUIERA DE SUS EQUIPOS DEJE DESPROTEGIDO AL SEP Y DESENCADENE UNA SERIE DE CONSECUENCIAS INDESEABLES.

UN ANÁLISIS TÉCNICO ACONSEJARÍA CUBRIR MEDIANTE EQUIPOS DE RESPALDO EL POSIBLE FALLO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PRINCIPALES. SIN EMBARGO, CONSIDERACIONES DE TIPO ECONÓMICO HACEN INVIABLE LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE RESPALDO EN LOS CASOS QUE LA EXPERIENCIA MUESTRA QUE LA PROBABILIDAD DE PRODUCIRSE UNA FALLA ES MÍNIMA. POR EL CONTRARIO, EN CASOS COMO EL DE LA PROTECCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS QUE SOPORTAN ESTADÍSTICAMENTE ALREDEDOR DEL 90 % DE LAS FALLAS QUE OCURREN EN UN SEP, EL ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE RESPALDO RESULTA IMPRESCINDIBLE. POR ESTA RAZÓN, EL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE LA RED SE ESTRUCTURA EN BASE A:

1. PROTECCIONES PRIMARIAS.
2. PROTECCIONES DE RESPALDO

PROTECCIONES PRIMARIAS

LAS PROTECCIONES PRIMARIAS SON AQUELLAS QUE TIENEN LA RESPONSABILIDAD DE DESPEJAR LA FALLA EN PRIMERA INSTANCIA. ESTÁN DEFINIDAS PARA DESCONECTAR EL MÍNIMO NÚMERO DE ELEMENTOS NECESARIOS PARA AISLAR LA FALLA.



CON EL FIN DE OPTIMIZAR SUS PRESTACIONES, EL SEP SE DIVIDE EN ZONAS DE PROTECCIÓN PRIMARIA DEFINIDAS EN TORNO A CADA ELEMENTO IMPORTANTE, TAL Y COMO SE INDICA EN LA FIGURA. CADA ZONA SE TRASLAPA CON SUS ADYACENTES CON EL FIN DE EVITAR QUE SE PRODUZCAN ZONAS MUERTAS NO CUBIERTAS POR PROTECCIONES PRIMARIAS. EL TRASLAPE ENTRE DOS ZONAS SE ESTABLECE ALREDEDOR DEL INTERRUPTOR COMÚN A AMBAS QUE SIRVE DE SEPARACIÓN ENTRE LOS DOS ELEMENTOS CONTIGUOS CORRESPONDIENTES.

CUANDO SE PRODUCE UNA FALLA EN EL INTERIOR DE UNA ZONA LAS PROTECCIONES PRIMARIAS CORRESPONDIENTES DEBEN DISPARAR LOS INTERRUPTORES PERTENECIENTES A LA MISMA, PERO SOLAMENTE ÉSTOS Y NINGUNO MÁS DEBE SER DISPARADO PARA DESPEJAR LA FALLA. ÚNICAMENTE EN EL CASO, POCO PROBABLE PERO POSIBLE, DE QUE LA FALLA SE PRODUZCA EN LA ZONA TRASLAPADA, LA ACTUACIÓN DE LAS PROTECCIONES PRIMARIAS PUEDEN LLEVAR A DESCONECTAR UN ÁREA MÁS AMPLIA QUE LA ESTRICTAMENTE NECESARIA PARA AISLAR LA FALLA.

PROTECCIONES DE RESPALDO

LAS PROTECCIONES DE RESPALDO SON AQUELLAS QUE TIENEN LA RESPONSABILIDAD DE DESPEJAR LA FALLA EN SEGUNDA INSTANCIA, ES DECIR, SOLAMENTE DEBEN OPERAR EN EL CASO DE QUE HAYAN FALLADO LAS PROTECCIONES PRIMARIAS CORRESPONDIENTES. POR ESTA RAZÓN ES MUY IMPORTANTE INDEPENDIZAR ENTRE SI LAS CAUSAS DE FALLO DE LA PROTECCIÓN PRINCIPAL Y DE RESPALDO, DE FORMA TAL QUE NADA QUE PUEDA PRODUCIR EL FALLO DE LA PROTECCIÓN PRINCIPAL SEA CAPAZ TAMBIÉN DE PROVOCAR EL FALLO DE LA PROTECCIÓN DE RESPALDO. USUALMENTE ESTO SE CONSIGUE EMPLEANDO DISTINTOS ELEMENTOS Y CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN, CONTROL, ETC., EN UNO Y OTRO TIPO DE PROTECCIÓN.

LAS PROTECCIONES DE RESPALDO DEBEN OPERAR CON RETARDO EN TIEMPO RESPECTO A LAS PRINCIPALES CON EL FIN DE DEJARLES TIEMPO SUFICIENTE PARA QUE PUEDAN ACTUAR. UNA VEZ QUE SE HAYA PRODUCIDO ESTA ACTUACIÓN, LAS PROTECCIONES DE RESPALDO DEBEN SER REINICIALIZADAS CON EL FIN DE IMPEDIR INNECESARIAS APERTURAS DE INTERRUPTORES.

SE DENOMINA PROTECCIÓN DE RESPALDO LOCAL A AQUELLA QUE SE UBICA EN LA MISMA SUBESTACIÓN QUE LA PROTECCIÓN PRIMARIA CORRESPONDIENTE. LA DUPLICIDAD DE ELEMENTOS, COMO POR EJEMPLO LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA PARA PROTECCIÓN QUE LAS ALIMENTAN, SE HACE IMPRESCINDIBLE EN ALGUNOS CASOS SI SE QUIERE CONSEGUIR INDEPENDIZAR LAS CAUSAS DE FALLO EN UNO Y OTRO TIPO DE PROTECCIÓN.

CUANDO LA PROTECCIÓN DE RESPALDO ESTA INSTALADA EN UNA SUBESTACIÓN CONTIGUA A LA QUE CONTIENE LA PROTECCIÓN PRINCIPAL RECIBE EL NOMBRE DE PROTECCIÓN DE RESPALDO REMOTO. LAS PROTECCIONES DE RESPALDO REMOTO PRESENTAN LA VENTAJA DE SEPARAR, COMO CONSECUENCIA DE SU PROPIA FILOSOFÍA DE INSTALACIÓN, LAS CAUSAS DE FALLO RESPECTO A LAS PROTECCIONES PRIMARIAS CORRESPONDIENTES. SIN EMBARGO, PRESENTAN EL INCONVENIENTE DE QUE SU ACTUACIÓN CONDUCE SIEMPRE A LA DESCONEXIÓN DE UN ÁREA DE LA RED MAYOR QUE LA ESTRICTAMENTE NECESARIA PARA AISLAR LA FALLA.

FINALMENTE, ES NECESARIO SEÑALAR QUE UNA MISMA PROTECCIÓN PUEDE DESEMPEÑAR FUNCIONES DE PROTECCIÓN PRIMARIA PARA UN DETERMINADO ELEMENTO Y, AL MISMO TIEMPO, FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE RESPALDO PARA OTRO ELEMENTO. ASIMISMO, CUANDO LAS PROTECCIONES PRIMARIAS SE ENCUENTRAN FUERA DE SERVICIO DEBIDO A TAREAS DE REPARACIÓN O MANTENIMIENTO, LAS PROTECCIONES DE RESPALDO CORRESPONDIENTES SE CONVIERTEN EN PROTECCIÓN PRIMARIA FRENTE A LAS FALLAS QUE PUEDAN PRODUCIRSE.

ELEMENTOS DE UN EQUIPO DE PROTECCION

UN EQUIPO DE PROTECCIÓN NO ES SOLAMENTE LA PROTECCIÓN O RELÉ, PROPIAMENTE DICHO, SINO QUE INCLUYE A TODOS AQUELLOS COMPONENTES QUE PERMITEN DETECTAR, ANALIZAR Y DESPEJAR LA FALLA. LOS PRINCIPALES ELEMENTOS QUE COMPONEN UN EQUIPO DE PROTECCIÓN SON:

- BATERIA DE ALIMENTACION
- TRANSFORMADORES DE MEDIDA PARA PROTECCIÓN.
- RELÉ DE PROTECCIÓN.
- INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.

LA BATERÍA DE ALIMENTACIÓN ES EL ELEMENTO QUE GARANTIZA LA CONTINUIDAD DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA NECESARIA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN. LA ALIMENTACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN NO PUEDE REALIZARSE DIRECTAMENTE DESDE LA LÍNEA. SI ASÍ SE HICIESE, UNA FALLA QUE DEJASE SIN ALIMENTACIÓN UNA SUBESTACIÓN, O PROVOCASE UNA DEFECTUOSA ALIMENTACIÓN DE LA MISMA, DEJARÍA TAMBIÉN FUERA DE SERVICIO A TODOS LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN UBICADOS EN ELLA. ELLO IMPLICARÍA GRAVES CONSECUENCIAS DEBIDO A QUE ES PRECISAMENTE EN CONDICIONES DE FALLA CUANDO UN EQUIPO DE PROTECCIÓN DEBE ACTUAR.

POR TANTO, UN EQUIPO DE PROTECCIÓN DEBE CONTAR CON UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN PROPIA QUE LE PERMITA OPERAR EN ISLA, SIN DEPENDER DE FUENTES EXTERNAS, DURANTE UN TIEMPO SUFICIENTE. GENERALMENTE, LA BATERÍA DE CORRIENTE CONTINUA ESTA PERMANENTE CONECTADA A TRAVÉS DE UN CARGADOR A LA LÍNEA DE CORRIENTE ALTERNA DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE LA SUBESTACIÓN Y, EN CASO DE FALLO EN LA LÍNEA DE C.A., TIENE UNA AUTONOMÍA DEL ORDEN DE 10 O 12 HORAS.

TRANSFORMADORES DE MEDIDA PARA PROTECCION

LOS DATOS DE ENTRADA A LA PROTECCIÓN, O RELÉ, DEBEN REFLEJAR EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRA EL SEP. AUNQUE EXISTEN EXCEPCIONES, LOS DATOS QUE SE UTILIZAN HABITUALMENTE SON LOS CORRESPONDIENTES A LAS MAGNITUDES DE TENSIÓN E INTENSIDAD. LÓGICAMENTE, DEBIDO A SU ELEVADO VALOR, LAS TENSIONES E INTENSIDADES EXISTENTES EN LA RED NO PUEDEN SER UTILIZADAS DIRECTAMENTE COMO SEÑALES DE ENTRADA AL RELÉ, POR LO QUE DEBEN EMPLEARSE ELEMENTOS QUE LAS REDUZCAN A UN NIVEL ADECUADO. ESTOS ELEMENTOS SON LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA PARA

PROTECCIÓN. LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA REPRODUCEN A ESCALA REDUCIDA EN SU SECUNDARIO LA MAGNITUD DE ELEVADO VALOR QUE ALIMENTA SU PRIMARIO. PARA QUE LA INFORMACIÓN LLEGUE CORRECTAMENTE A LA PROTECCIÓN ES NECESARIO QUE, ADEMÁS, LAS CONEXIONES SECUNDARIAS SE REALICEN RESPETANDO LOS SENTIDOS MARCADOS POR LOS TERMINALES CORRESPONDIENTES DE PRIMARIO Y SECUNDARIO, MÁXIME SI SE TIENE EN CUENTA QUE ALGUNOS TIPOS DE PROTECCIONES SON SENSIBLES A LA POLARIDAD DE LA SEÑAL QUE LES LLEGA. EL DATO PROPORCIONADO POR LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA ESTA AFECTADO POR UN DETERMINADO ERROR. LA CLASE DE PRECISIÓN ES UN DATO CARACTERÍSTICO DE CADA TRANSFORMADOR DE MEDIDA QUE HACE REFERENCIA AL MÁXIMO ERROR QUE PUEDE INCORPORAR LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL TRANSFORMADOR CUANDO FUNCIONA DENTRO DE LAS CONDICIONES PARA LAS QUE SE DISEÑA. CUANTO MENOR SEA EL VALOR DE LA CLASE DE PRECISIÓN, MENOR SERÁ EL ERROR MÁXIMO Y MAYOR SERÁ LA EXACTITUD DE LOS DATOS OBTENIDOS MEDIANTE EL TRANSFORMADOR.

LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA CONVENCIONALES PROPORCIONAN INFORMACIÓN FIABLE CUANDO TRABAJAN EN EL RANGO DE VALORES CORRESPONDIENTES A LA OPERACIÓN NORMAL DEL SISTEMA. SIN EMBARGO, ES EN CONDICIONES DE FALLA CUANDO ES MÁS NECESARIO QUE LAS PROTECCIONES RECIBAN DATOS FIABLES. POR ESTA RAZÓN, LOS DATOS DE LA RED DEBEN SER SUMINISTRADOS A LAS PROTECCIONES MEDIANTE TRANSFORMADORES DE MEDIDA PARA PROTECCIÓN, QUE SON PROYECTADOS Y CONSTRUÍDOS PARA GARANTIZAR PRECISIÓN EN LAS CONDICIONES EXTREMAS QUE SE PRODUCEN CUANDO OCURRE UNA FALLA.

TRANSFORMADORES DE POTENCIA. HABITUALMENTE, SU TENSIÓN NOMINAL SECUNDARIA ES DE 110 V EN LOS PAÍSES EUROPEOS Y DE 120 V EN AMÉRICA. PUEDEN SER DEL TIPO FASE-FASE, UTILIZADOS SOLAMENTE PARA TENSIONES INFERIORES A 72.5 KV, O DEL TIPO FASE-TIERRA. EN LOS SISTEMAS DE TRANSMISIÓN ES MUY COMÚN LA UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE TENSIÓN CAPACITIVOS QUE, BÁSICAMENTE, CONSISTEN EN UN DIVISOR CAPACITIVO QUE SIRVE PARA REDUCIR LA TENSIÓN APLICADA AL PRIMARIO DE UN TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO CONVENCIONAL. EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN QUE SE QUIERA MEDIR, LOS TRANSFORMADORES DE TENSIÓN PUEDEN SER CONECTADOS SEGÚN DIVERSOS ESQUEMAS DE CONEXIÓN.

LOS TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD SE CONECTAN EN SERIE CON EL CONDUCTOR POR EL QUE CIRCULA LA CORRIENTE QUE QUIERE SER MEDIDA. SU INTENSIDAD NOMINAL SECUNDARIA ES USUALMENTE DE 5 A, AUNQUE TAMBIÉN SUELE SER UTILIZADA LA DE 1 A. EL MAYOR PELIGRO PARA SU PRECISIÓN ES QUE LAS GRANDES CORRIENTES QUE SE PRODUCEN COMO CONSECUENCIA DE UNA FALLA PROVOQUEN SU ENTRADA EN SATURACIÓN.

ES MUY HABITUAL QUE LOS TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD DISPONGAN DE VARIOS SECUNDARIOS CON DIFERENTES CARACTERÍSTICAS, YA QUE CADA SECUNDARIO TIENE SU PROPIO NÚCLEO Y ES INDEPENDIENTE DE LOS OTROS. UN TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD QUE DISPONGA, POR EJEMPLO, DE DOS SECUNDARIOS ES NORMAL QUE TENGA UNO DESTINADO A MEDIDA Y OTRO A PROTECCIÓN. EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD QUE SE QUIERA MEDIR, LOS TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD SE CONECTAN SEGÚN DIVERSOS ESQUEMAS DE CONEXIÓN.

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL Y DE CORRIENTE

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

EN LA PROTECCIÓN POR RELEVADORES SE UTILIZAN DOS TIPOS:

- 1.- EL TRANSFORMADOR DE POTENCIAL PARA INSTRUMENTOS.
- 2.- EL DISPOSITIVO DE POTENCIAL DE CAPACIDAD O CAPACITIVO.

EL TRANSFORMADOR DE POTENCIAL ES UN TRANSFORMADOR CONVENCIONAL QUE TIENE DOS ARROLLAMIENTOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS. EL ARROLLAMIENTO PRIMARIO ESTA CONECTADO DIRECTAMENTE AL CIRCUITO DE POTENCIA YA SEA ENTRE DOS FASES O ENTRE FASE Y TIERRA. EL DISPOSITIVO DE POTENCIAL CAPACITIVO ES UN EQUIPO DE TRANSFORMACIÓN DE TENSIÓN QUE UTILIZA UN DIVISOR DE TENSIÓN CAPACITIVO CONECTADO ENTRE FASE Y TIERRA DE UN CIRCUITO DE POTENCIA.

LAS IMPRECISIONES DE RELACION Y ANGULO DE FASE DE CUALQUIER CLASE DE PRECISION NORMAL ASA DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL SON DESPRECIABLES EN LA PRACTICA DE LA PROTECCIÓN POR RELEVADORES SI LA CARGA ESTA DENTRO DE LA CAPACIDAD "TERMICA" EN VOLT-AMP DEL TRANSFORMADOR.

LA CAPACIDAD TERMICA CORRESPONDE A LA CAPACIDAD DE PLENA CARGA DE UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA Y ES MAS ELEVADA QUE LA CAPACIDAD UTILIZADA PARA CLASIFICAR TRANSFORMADORES DE POTENCIAL COMO LA PRECISION PARA PROPÓSITOS DE MEDICION.

LA CARGA, ES LA CARGA EXTERNA TOTAL EN VOLT-AMP. EN EL SECUNDARIO ALA TENSIÓN SECUNDARIA NOMINAL. AL ESTAR VARIAS CARGAS CONECTADAS EN PARALELO SE DETERMINA LA CARGA TOTAL SUMÁNDO EN FORMA ARITMÉTICA LAS CARGAS INDIVIDUALES.

UN TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CON UNA PRECISION ACEPTABLE EN SU TENSIÓN NOMINAL ES ADECUADO PARA DESEMPEÑARSE DESDE CERO A 110 % DE SU TENSIÓN NOMINAL. EL FUNCIONAMIENTO QUE EXCEDE EL 10% DE SOBRE TENSIÓN PUEDE ORIGINAR AUMENTO DE ERRORES Y CALENTAMIENTO EXCESIVO.

RELE DE PROTECCION

EL RELÉ DE PROTECCIÓN, QUE USUALMENTE ES DENOMINADO SIMPLEMENTE RELÉ O PROTECCIÓN, ES EL ELEMENTO MÁS IMPORTANTE DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN. EN SENTIDO FIGURADO PUEDE DECIRSE QUE DESEMPEÑA LA MISIÓN DE CEREBRO, YA QUE ES EL QUE RECIBE LA INFORMACIÓN, LA PROCESA, TOMA LAS DECISIONES Y ORDENA LA ACTUACIÓN EN UNO U OTRO SENTIDO.

PARA REALIZAR TODO ELLO, CON INDEPENDENCIA DE LA TECNOLOGÍA EMPLEADA PARA SU CONSTRUCCIÓN, UNA PROTECCIÓN DESARROLLA INTERNAMENTE TRES ETAPAS FUNDAMENTALES:

1. ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES.
2. APLICACIÓN DE FUNCIONES DE PROTECCIÓN.
3. LÓGICA DE DISPARO.

LAS PROTECCIONES NECESITAN DATOS QUE, GENERALMENTE, NO PUEDEN SER PROPORCIONADOS DIRECTAMENTE POR LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA QUE LAS ALIMENTAN. POR ESTA RAZÓN, LA PRIMERA ETAPA CONSISTE EN ACONDICIONAR LAS SEÑALES DE ENTRADA AL FORMATO QUE EL RELÉ NECESITA PARA SU FUNCIONAMIENTO. NORMALMENTE LOS DATOS DE ENTRADA SON LOS VALORES INSTANTÁNEOS DE LAS MAGNITUDES DE FASE (TENSIÓN

Y/O INTENSIDAD). A PARTIR DE ELLOS SE DETERMINAN, EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES ESPECIFICAS DE CADA RELÉ, VALORES EFICACES, VALORES MÁXIMOS, COMPONENTES DE SECUENCIA, ARMÓNICOS FUNDAMENTALES O DE ORDEN SUPERIOR, ETC.

UNA VEZ QUE LA PROTECCIÓN DISPONE DE LOS DATOS QUE NECESITA PROCEDE A APLICAR LOS CRITERIOS DE DECISIÓN QUE LE HAYAN SIDO IMPLEMENTADOS. LOS CRITERIOS DE DECISIÓN SE CONSTRUYEN MEDIANTE FUNCIONES BÁSICAS DE PROTECCIÓN QUE SERÁN EXPLICADAS MÁS ADELANTE. EL ELEMENTO EN EL QUE SE REALIZA CADA FUNCIÓN BÁSICA SE DENOMINA UNIDAD DE MEDIDA. EL ADECUADO FUNCIONAMIENTO DE UNA PROTECCIÓN, DEBIDO A LA COMPLEJIDAD Y VARIEDAD DE FACTORES QUE ES NECESARIO TENER EN CUENTA, EXIGE GENERALMENTE LA INCORPORACIÓN DE VARIAS FUNCIONES BÁSICAS. POR TANTO, UNA PROTECCIÓN ESTA COMPUESTA NORMALMENTE POR VARIAS UNIDADES DE MEDIDA.

LOS RESULTADOS PROPORCIONADOS POR LAS DISTINTAS FUNCIONES QUE INTEGRAN LA PROTECCIÓN SE ANALIZAN CONJUNTAMENTE MEDIANTE LA LÓGICA DE DISPARO, QUE ES LA RESPONSABLE DE TOMAR LA DECISIÓN DE COMO DEBE ACTUAR LA PROTECCIÓN. ESTA ACTUACIÓN SE LLEVA A CABO MEDIANTE LOS CIRCUITOS AUXILIARES DE CONTROL DE LOS INTERRUPTORES ASOCIADOS AL FUNCIONAMIENTO DE LA PROTECCIÓN. LA ORDEN SE TRANSMITE A TRAVÉS DE LOS CONTACTOS QUE ENERGIZAN LOS CIRCUITOS DE DISPARO DE

LOS INTERRUPTORES QUE HAYAN SIDO DEFINIDOS POR LA LÓGICA DE DISPARO COMO AQUELLOS QUE ES NECESARIO ABRIR PARA AISLAR LA FALLA.

ASIMISMO, LA PROTECCIÓN GOBIERNA OTRA SERIE DE CIRCUITOS AUXILIARES DE CONTROL QUE SIRVEN, POR EJEMPLO, PARA ACTIVAR ALARMAS, ENVIAR INFORMACIÓN AL DESPACHO CENTRAL DE MANIOBRAS, ETCÉTERA.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

EL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO ES EL ELEMENTO QUE PERMITE ABRIR O CERRAR UN CIRCUITO EN TENSIÓN, INTERRUMPIENDO O ESTABLECIENDO UNA CIRCULACIÓN DE INTENSIDAD. OPERA BAJO EL CONTROL DE LA PROTECCIÓN Y SU APERTURA, COORDINADA CON LA DE OTROS INTERRUPTORES, PERMITE AISLAR EL PUNTO EN QUE SE HA PRODUCIDO LA FALLA. BÁSICAMENTE CONSTA DE:

- CIRCUITO DE CONTROL, QUE ES GOBERNADO POR LA PROTECCIÓN CORRESPONDIENTE.
- CONTACTOS PRINCIPALES, QUE AL SEPARARSE O JUNTARSE IMPLICAN, RESPECTIVAMENTE, LA APERTURA O CIERRE DEL INTERRUPTOR.
- CONTACTOS AUXILIARES, QUE REFLEJAN EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRA EL INTERRUPTOR. MEDIANTE ELLOS SE REALIMENTA A LA PROTECCIÓN Y A OTROS EQUIPOS CON LA INFORMACIÓN DE SI EL INTERRUPTOR ESTA ABIERTO O CERRADO Y, POR TANTO, PERMITEN CONOCER SI EL INTERRUPTOR HA OPERADO CORRECTAMENTE SIGUIENDO LA ORDEN DADA POR LA PROTECCIÓN.
- CÁMARA DE EXTINCIÓN, EN LA QUE SE CREA UN AMBIENTE DE ALTA RIGIDEZ DIELECTRICA QUE FAVORECE LA EXTINCIÓN DEL ARCO QUE SE PRODUCE COMO CONSECUENCIA DE LA SEPARACIÓN DE LOS CONTACTOS DEL INTERRUPTOR QUE SE ENCUENTRAN INMERSOS EN ELLA. COMO MEDIOS DIELECTRICOS MÁS EMPLEADOS ACTUALMENTE CABE CITAR EL ACEITE Y EL HEXAFLUORURO DE AZUFRE.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DEBIDO A QUE LA CONTINUIDAD EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA DEBE GARANTIZAR QUE LA ENERGÍA PRODUCIDA EN LOS CENTROS DE GENERACIÓN SEA SUMINISTRADA DE FORMA ININTERRUMPIDA A LOS CENTROS DE CONSUMO. ESTA CARACTERÍSTICA ADQUIERE ESPECIAL IMPORTANCIA SI SE TIENE EN CUENTA QUE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, A DIFERENCIA DE OTROS TIPOS DE ENERGÍA, NO PUEDE SER ALMACENADA EN FORMA SIGNIFICATIVA, POR LO QUE UNA INTERRUPCIÓN DEL SUMINISTRO TIENE REPERCUSIONES DIRECTAS E INMEDIATAS SOBRE LOS PROCESOS QUE SE DESARROLLAN A PARTIR DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. EL REQUISITO DE CALIDAD SE REFIERE A QUE LA ENERGÍA DEBE SER SUMINISTRADA EN UNAS DETERMINADAS

CONDICIONES, CON EL FIN DE GARANTIZAR QUE LOS DIFERENTES EQUIPOS CONECTADOS A LA RED VAN A OPERAR EN LAS CONDICIONES PARA LAS QUE HAN SIDO PROYECTADOS. LOS MÁRGENES DE VARIACIÓN ADMITIDOS EN CADA MAGNITUD (VALORES DE ONDA, FRECUENCIA, EQUILIBRIO, CONTENIDO EN ARMÓNICOS, ETC.) SON FUNCIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE LA INSTALACIÓN ALIMENTADA PERO, A NIVEL GENERAL, SE PUEDE ASEGURAR QUE EL NIVEL DE EXIGENCIA SE ESTA INCREMENTANDO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS PARA TODO TIPO DE INSTALACIONES

CUANDO SE PRODUCE UNA FALLA LAS MAGNITUDES ASOCIADAS AL SEP ALCANZAN VALORES SITUADOS FUERA DE SUS RANGOS NORMALES DE FUNCIONAMIENTO Y DETERMINADAS ÁREAS DEL SISTEMA PUEDEN PASAR A OPERAR EN CONDICIONES DESEQUILIBRADAS, CON EL RIESGO QUE ELLO CONLLEVA PARA LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE LO INTEGRAN. EN CASO DE NO TOMAR NINGÚN TIPO DE MEDIDA EN CONTRA, LA FALLA SE PROPAGARÍA A TRAVÉS DE LA RED Y SUS EFECTOS SE IRÍAN EXTENDIENDO. COMO CONSECUENCIA DE TODO ELLO, IMPORTANTES ZONAS DE LA RED PODRÍAN LLEGAR A QUEDAR FUERA DE SERVICIO Y LA CALIDAD DEL SUMINISTRO SE RESENTIRÍA, INCLUSO EN ZONAS ALEJADAS DEL PUNTO EN QUE SE HA PRODUCIDO LA FALLA.

TANTO POR RAZONES TÉCNICAS COME ECONÓMICAS, ES IMPOSIBLE EVITAR QUE SE PRODUZCAN FALLAS. EL DISEÑO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DEBE CONTEMPLAR EL HECHO DE QUE VAN A PRODUCIRSE FALLAS DE MANERA ALEATORIA E INESPERADA, POR LO QUE ES NECESARIO DOTARLO DE LOS MEDIOS ADECUADOS PARA SU TRATAMIENTO. POR ESTA RAZÓN, LOS SEP INCORPORAN UN SISTEMA DE PROTECCIÓN QUE TIENE POR OBJETIVO MINIMIZAR LOS EFECTOS DERIVADOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FALLAS QUE PUEDEN PRODUCIRSE.

LA ACTUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN VA ENCAMINADA, POR TANTO, A MANTENER TANTO LA CALIDAD COMO LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO, INTENTANDO QUE AMBAS CARACTERÍSTICAS SE RESIENTAN MÍNIMAMENTE DURANTE UN TIEMPO MÍNIMO. PARA ELLO ES NECESARIO QUE LA RED SEA PLANIFICADA DE MANERA QUE PERMITA OFRECER ALTERNATIVAS DE OPERACIÓN QUE POSIBILITEN LA ADECUADA ALIMENTACIÓN DE TODOS LOS PUNTOS DE CONSUMO AUNQUE SE PRODUZCAN FALLAS QUE AFECTEN A ELEMENTOS DE LA GENERACIÓN, TRANSMISIÓN O DISTRIBUCIÓN.

AUNQUE UNA FALLA PUEDE APARECER EN CUALQUIERA DE LOS ELEMENTOS QUE LO COMPONEN, LOS ESTUDIOS REALIZADOS AL EFECTO PONEN DE MANIFIESTO QUE ALREDEDOR DEL 90% DE LAS FALLAS SE PRODUCEN EN LAS LÍNEAS AÉREAS, SIENDO LAS DEL TIPO FASE-TIERRA LAS MÁS COMUNES. ESTE DATO ES FÁCILMENTE JUSTIFICABLE POR EL HECHO DE QUE LAS LÍNEAS AÉREAS ABARCAN GRANDES EXTENSIONES DE TERRENO, SE ENCUENTRAN A LA INTemperIE Y ESTÁN SOMETIDAS A ACCIONES EXTERIORES QUE ESCAPAN DE CUALQUIER TIPO DE CONTROL, MIENTRAS QUE OTRO TIPO DE ELEMENTOS COMO GENERADORES, TRANSFORMADORES, ETC., OPERAN BAJO CONDICIONES MÁS FÁCILMENTE CONTROLABLES.

TIPOS DE PERTURBACIONES EN INSTALACIONES DE ALTA TENSION

DE TODAS LAS PERTURBACIONES O FUENTES DE FALLAS EN EL SERVICIO NORMAL DE DIFERENTES ELEMENTOS QUE COMPONEN UN SISTEMA ELÉCTRICO DE ALTA TENSION, A CONTINUACIÓN SE MENCIONAN LAS MÁS FRECUENTES: DEFECTO EN AISLAMIENTOS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS ACCIÓN DE ANIMALES CAÍDA DE ÁRBOLES U OTROS OBJETOS SOBRE LÍNEAS DESTRUCCIÓN MECÁNICA DE MÁQUINAS ROTATIVAS EXCESO DE CARGA CONECTADA A UNA LÍNEA FACTORES HUMANOS

ESTAS PERTURBACIONES Y MUCHAS OTRAS SE PUEDEN AGRUPAR DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN CINCO GRUPOS DE FALLAS:

CORTOCIRCUITO

SE PRODUCE CORTOCIRCUITO CUANDO EXISTE CONEXIÓN DIRECTA ENTRE DOS O MÁS CONDUCTORES DE DISTINTA FASE. SE CARACTERIZA POR UN AUMENTO INSTANTÁNEO DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE CUYO VALOR ESTA LIMITADO ÚNICAMENTE POR LA IMPEDANCIA DE CORTOCIRCUITO Y DE LAS MÁQUINAS ASOCIADAS AL MISMO.

SOBRECARGA

ES UNA ELEVACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE POR ENCIMA DE LOS VALORES MÁXIMAS PERMISIBLES PARA LA INSTALACIÓN.

RETORNO DE CORRIENTE

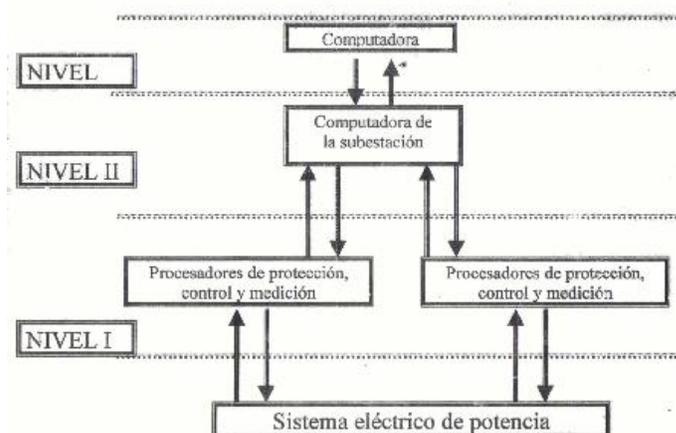
EN DETERMINADAS CIRCUNSTANCIAS PUEDE DARSE LA INVERSIÓN EN EL SENTIDO NORMAL DE LA CORRIENTE.

1.4 ESTADO DEL ARTE

EN EL MERCADO DE LOS RELEVADORES DE PROTECCION DIGITALES EXISTEN EMPRESAS COMO SON PROTECSA INGENIERIA, S.A DE C.V LAS CUALES COMPITEN CON DIFERENTES FABRICANTES ESTA EN ESPECIAL SE DEDICA AL SOFTWARE Y DISEÑO DE ESTE TIPO DE EQUIPOS, OFRECE PROTECCION Y CONTROL PARA PODER PROPORCIONAR ESTABILIDAD ANTE LAS FALLAS DE UNA DINAMICA CRECIENTE EN ININFRAESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA ELECTRICA MUNDIAL.

LA TENDENCIA ACTUAL ES LA INTEGRACIÓN DE LAS FUNCIONES DE PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDICIÓN EN SISTEMAS DIGITALES DE SUBESTACIONES Y PLANTAS GENERADORAS, QUE SE ALCANZAN CON COMPUTADORAS CENTRALES DE NIVEL DEL SISTEMA DE POTENCIA. LA SIGUIENTE FIGURA MUESTRA UNA ESTRUCTURA JERÁRQUICA CON TRES NIVELES, DOS DE ELLOS EN LA SUBESTACIÓN. EN EL NIVEL I ESTA EN LOS PROCESADORES DIGITALES ENCARGADOS DIRECTAMENTE DE LAS FUNCIONES DE PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDICIÓN Y QUE SE ENCUENTRAN INTERCONECTADOS CON EL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA. EL NIVEL II CORRESPONDE A LA COMPUTADORA DE LA SUBESTACIÓN, QUE CONCENTRA LA INFORMACIÓN PROVENIENTE DE LOS PROCESADORES DEL NIVEL I Y LA TRANSMITE A LA COMPUTADORA CENTRAL DEL SISTEMA (NIVEL II), O TRANSMITE COMANDOS DE CONTROL DE ESTA COMPUTADORA AL NIVEL I, PARA SER EJECUTADOS POR LOS PROCESADORES SOBRE LOS INTERRUPTORES DE LA SUBESTACIÓN.

EN RESUMEN, EN EL NIVEL I SE REALIZAN LAS FUNCIONES DIRECTAS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDICIÓN, SE RECIBE INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA SUBESTACIÓN Y SE ENVÍAN A ESTOS LOS COMANDOS DE CONTROL, SE HACEN FUNCIONES DE DIAGNÓSTICO, EXISTEN FACILIDADES PARA LA COMUNICACIÓN HOMBRE-MAQUINA, Y SE REALIZAN LAS COMUNICACIONES CON EL NIVEL SUPERIOR. EN EL NIVEL II SE HACEN FUNCIONES DE RESPALDO DE LOS PROCESADORES DEL NIVEL I (INCLUYENDO EL RESPALDO DE PROTECCIONES), SE RECOLECTAN , PROCESAN Y ALMACENAN DATOS, SE REALIZAN ANÁLISIS DE SECUENCIA DE EVENTO, EXISTEN MEDIOS PARA LA COMUNICACIÓN HOMBRE-MAQUINA Y SE DESARROLLAN LAS COMUNICACIONES CON LOS NIVELES I Y III. EN EL NIVEL III SE ORIGINAN ACCIONES DE CONTROL NIVEL DE SISTEMA, SE RECOLECTAN Y PROCESAN DATOS, SE REALIZAN ANÁLISIS DE SECUENCIA DE EVENTOS Y OTROS, SE HACEN REGISTROS OSCILOGRÀFICO, SE ELABORAN REPORTES Y SE ORGANIZAN LAS COMUNICACIONES CON EL NIVEL INFERIOR. EN ESTE NIVEL SE EJECUTAN LA MAYOR PARTE DE LAS FUNCIONES DE PROTECCIÓN ADAPTIVA AL SISTEMA.



SISTEMAS DE PROTECCIÓN MÁS USUALES

LAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS QUE CONTROLAN LOS RELÉS DE PROTECCIÓN SON:

- INTENSIDAD: LOS RELÉS QUE ACTÚAN POR INTENSIDAD LO HACEN CON LA CORRIENTE QUE TRAVIESA EL RELÉ. SUELEN ACTUAR PARA UN VALOR MÁXIMO O MÍNIMO DE INTENSIDAD PREFIJADA Y SU CONSTITUCIÓN PUEDE SER LA DE UN RELÉ ELECTROMAGNÉTICO O UN RELÉ TÉRMICO.

- TENSIÓN: LOS RELÉS QUE TRABAJAN CON ESTA MAGNITUD LO HACEN POR LAS VARIACIONES DEL VALOR DE TENSIÓN APLICADA AL RELÉ. PUEDEN ACTUAR, AL IGUAL QUE EN EL CASO ANTERIOR, PARA VALORES

MÁXIMO, MÍNIMO O NULO DE TENSIÓN Y SUELEN SER RELÉS ELECTROMAGNÉTICOS.

- PRODUCTO: LOS RELÉS DE PRODUCTO ACTÚAN POR LA ACCIÓN DEL PRODUCTO DE DOS MAGNITUDES ELÉCTRICAS. ELLO SE CONSIGUE GENERALMENTE POR LA INTERACCIÓN DE DOS BOBINAS QUE SON CONTROLADAS POR DICHAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS, POR LO QUE ESTOS RELÉS SON DEL TIPO

ELECTRODINÁMICO.

- COCIENTE: LOS RELÉS DE COCIENTE, AL IGUAL QUE LOS ANTERIORES, SON DE TIPO ELECTRODINÁMICO Y SU ACTUACIÓN SE DEBE A QUE EL COCIENTE DE DOS MAGNITUDES ALCANCE UN VALOR PREFIJADO.

- DIFERENCIA: LA ACTUACIÓN DEL RELÉ (DENOMINADO RELÉ DIFERENCIAL) SE DEBE A QUE LA DIFERENCIA DE DOS O MÁS MAGNITUDES ELÉCTRICAS DEL MISMO TIPO SOBREPASE UN VALOR PREDETERMINADO. SE CONSTRUYEN DEL TIPO ELECTROMAGNÉTICO O DE INDUCCIÓN.

- FRECUENCIA: EN ESTE CASO EL RELÉ ACTÚA CUANDO EL VALOR DE FRECUENCIA MEDIDO SE ALEJA DEL VALOR PREFIJADO. SUELE SER RELÉS DE INDUCCIÓN.

1.5 JUSTIFICACION

EL PROYECTO ES BUENO YA QUE CON EL USO DE RELEVADORES DE PROTECCION DIGITALES OBTENDREMOS MEJORES RESULTADOS Y MAYOR CALIDAD ASI TAMBIEN SE TENDRAN:

MEJORA DEL SERVICIO ELECTRICO

AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE ADMINISTRACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSISION Y DISTRIBUCION

REDUCCION DE COSTOS MEDIANTE LA MEJORA Y SEGUIMIENTO DE LAS OPERACIONES

AUMENTO DE LA RENTABILIDAD DEL NEGOCIO

RAPIDO RESTABLECIMIENTO

REDUCCION DE LOS CORTES DE SUMINISTRO

CON LA OCUPACION DE FIBRA OPTICA PARA CONEXIÓN CON LOS EQUIPOS SE OBTENDRAN AHORROS EN CABLES

CAPACIDAD PARA AUTODIAGNOSTICARSE

MONITOREO CONTINUO DEL RELEVADOR INTERNAMENTE HACIENDO POSIBLE QUE CUANDO EXISTA UNA FALLA EL RELEVADOR DIGITAL QUEDA FUERA DE SERVICIO AUTOMATICAMENTE BLOQUEANDO SUS FUNCIONES DE PROTECCION Y ENVIANDO UNA SEÑAL DE ALERTA. ADEMÁS LOS RELEVADORES DIGITALES PUEDEN ALMACENAR Y ENVIAR DATOS DE ALGUNOS CICLOS DE DATOS DE ALGUNOS CICLOS DE PREFALLA Y FALLA PARA SU POSTERIOR ANALISIS.

ESTAS CARACTERISTICAS DE LOS RELEVADORES TRAEN COMO CONSECUENCIA LA REDUCCION DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO Y UNA GRAN CONFIABILIDAD EN SU OPERACIÓN ADEMÁS DE QUE SIMPLIFICAN EL CABLEADO ASI TAMBIEN LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO SON MENORES

2.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

LOS RELEVADORES Y SISTEMAS DIGITALES DE PROTECCIÓN HAN EXPERIMENTADO UN DESARROLLO ACELERADO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS Y HAN VENIDO DESPLAZANDO A LOS ANALÓGICOS EN LA MAYORÍA DE LAS APLICACIONES.

- EL COSTO DE LOS RELEVADORES DIGITALES ES YA COMPARABLE CON EL DE LOS ANALÓGICOS, EN ALGUNOS CASOS ES MENOR, Y SU TENDENCIA ES A DECRECER.
- LOS RELEVADORES DIGITALES TIENEN CAPACIDAD DE AUTODIAGNÓSTICO, LO QUE LOS HACE MÁS CONFIABLES QUE LOS ANALÓGICOS.
- ESTOS RELEVADORES SON TOTALMENTE COMPATIBLES CON LA TECNOLOGÍA DIGITAL QUE SE ESTA INTRODUCIENDO EN LAS SUBESTACIONES.
- TIENEN UNA GRAN FLEXIBILIDAD FUNCIONAL, QUE LES PERMITE REALIZAR OTRAS FUNCIONES, COMO LAS DE MEDICIÓN, CONTROL Y SUPERVISIÓN.
- TIENEN CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN CON OTROS EQUIPOS DIGITALES DE LA SUBESTACIÓN Y DEL SISTEMA.
- PUEDEN CONSTRUIR LA BASE DE UNA PROTECCIÓN ADAPTIVA, CUYOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN CAMBIAN AUTOMÁTICAMENTE CON LAS CONDICIONES DEL SISTEMA.

ENTRE LAS DESVENTAJAS SE PUEDE MENCIONAR:

- HAY UN DESARROLLO INSUFICIENTE DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN, QUE LIMITA LAS POSIBILIDADES

QUE OFRECE LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN DE LOS RELEVADORES.

- EL HARDWARE DE LOS RELEVADORES DIGITALES CAMBIA CON GRAN VELOCIDAD, LO QUE DIFICULTA SU

MANTENIMIENTO.

- AUN HAY DIFICULTADES PARA LA ADAPTACIÓN DE LOS RELEVADORES DIGITALES A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICAS DE UNA SUBESTACIÓN.

TCS Y TPS

EN LA PROTECCIÓN POR RELEVADORES SE UTILIZAN DOS TIPOS:

- 1.- EL TRANSFORMADOR DE POTENCIAL PARA INSTRUMENTOS.

EL DISPOSITIVO DE POTENCIAL DE CAPACIDAD O CAPACITIVO.

EL TRANSFORMADOR DE POTENCIAL ES UN TRANSFORMADOR CONVENCIONAL QUE TIENE DOS ARROLLAMIENTOS

PRIMARIOS Y SECUNDARIOS. EL ARROLLAMIENTO PRIMARIO ESTA CONECTADO DIRECTAMENTE AL CIRCUITO DE POTENCIA YA SEA ENTRE DOS FASES O ENTRE FASE Y TIERRA.

EL DISPOSITIVO DE POTENCIAL CAPACITIVO ES UN EQUIPO DE TRANSFORMACIÓN DE TENSIÓN QUE UTILIZA UN DIVISOR DE TENSIÓN CAPACITIVO CONECTADO ENTRE FASE Y TIERRA DE UN CIRCUITO DE POTENCIA.

LAS IMPRECISIONES DE RELACION Y ANGULO DE FASE DE CUALQUIER CLASE DE PRECISION NORMAL ASA DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL SON DESPRECIABLES EN LA PRACTICA DE LA PROTECCIÓN POR RELEVADORES SI LA CARGA ESTA DENTRO DE LA CAPACIDAD "TERMICA" EN VOLT-AMP DEL TRANSFORMADOR. LA CAPACIDAD TERMICA CORRESPONDE A LA CAPACIDAD DE PLENA CARGA DE UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA Y ES MAS ELEVADA QUE LA CAPACIDAD UTILIZADA PARA CLASIFICAR TRANSFORMADORES DE POTENCIAL COMO LA

PRECISION PARA PROPÓSITOS DE MEDICION.

LA CARGA, ES LA CARGA EXTERNA TOTAL EN VOLT-AMP. EN EL SECUNDARIO ALA TENSIÓN SECUNDARIA NOMINAL. AL ESTAR VARIAS CARGAS CONECTADAS EN PARALELO SE DETERMINA LA CARGA TOTAL SUMÁNDO EN FORMA ARITMÉTICA LAS CARGAS INDIVIDUALES.

UN TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CON UNA PRECISION ACEPTABLE EN SU TENSIÓN NOMINAL ES ADECUADO PARA DESEMPEÑARSE DESDE CERO A 110 % DE SU TENSIÓN NOMINAL.

EL FUNCIONAMIENTO QUE EXCEDE EL 10% DE SOBRE TENSIÓN PUEDE ORIGINAR AUMENTO DE ERRORES Y CALENTAMIENTO EXCESIVO.

2.2 CONCLUSION

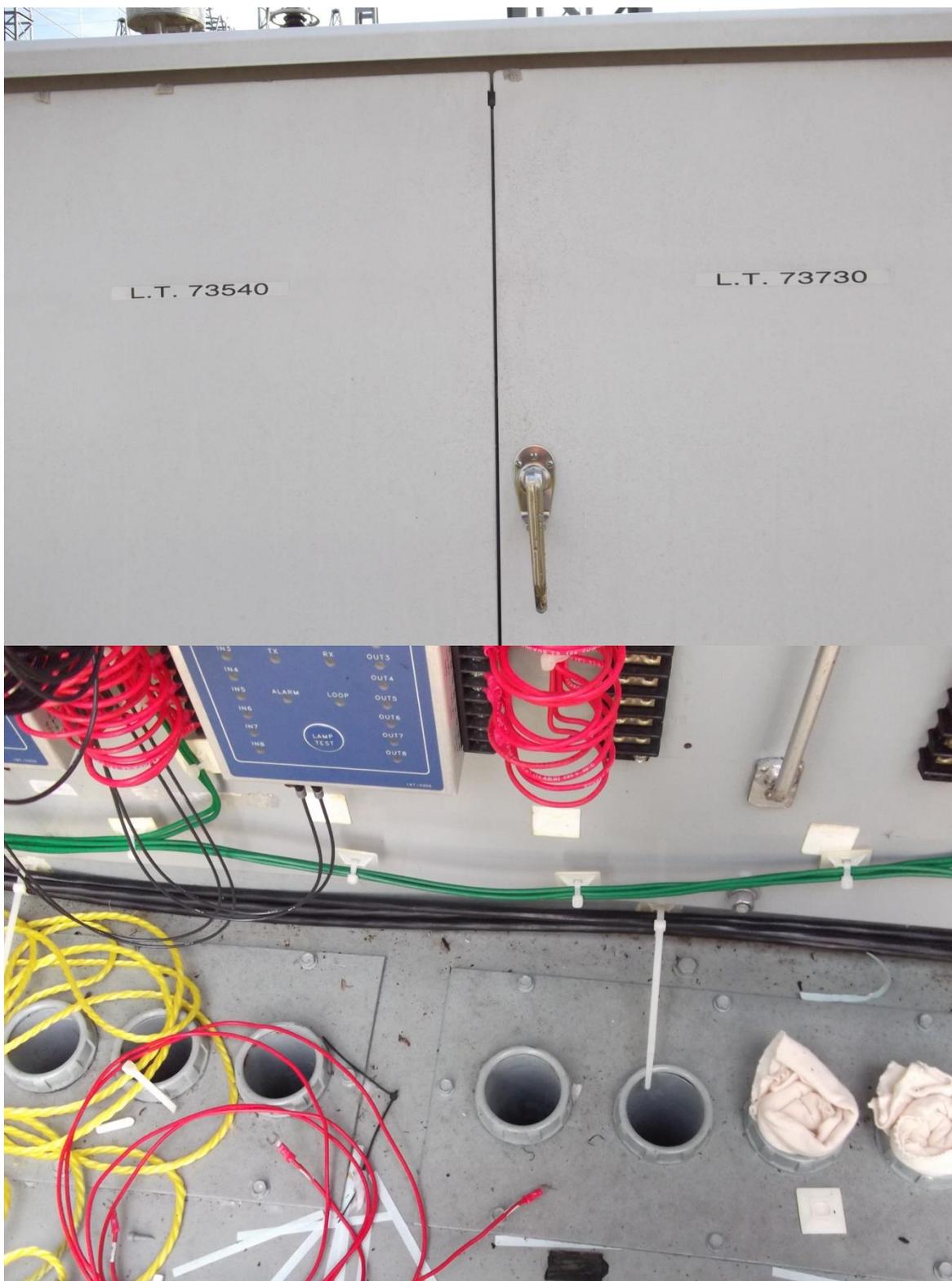
EL USO DE RELEVADORES DE PROTECCION DIGITALES COMO HEMOS VENIDO ESTUDIANDO PRESENTA MAYORES VENTAJAS QUE LOS ELECTROMECHANICOS, CON ELLOS PODREMOS TENER UN AUTODIAGNOSTICO INTERNO DEL PROPIO RELEVADOR VER EVENTOS POR LO QUE SE TENDRA UNA MEJOR PROTECCION A NUESTRO SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA. MANTENER ININTERRUMPIDAMENTE NUESTRA TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA O EL RAPIDO REESTABLECIMIENTO DEL MISMO SON ALGUNAS DE LAS VENTAJAS.

2.3 BIBLIOGRAFIA

- MANUAL E INSTRUCTIVOS DE OPERACIÓN.
SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES (SEL)

- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
DIRECCION DE OPERACIÓN
REGLAMENTO DENOMIDADO: REGLAS DE DESPACHO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA
ELECTRICO NACIONAL
SEPTIEMBRE 2001 MEXICO D.F.

2.4 ANEXOS SUBESTACION ELECTRICA BELISARIO DOMINGUEZ (LA ANGOSTURA)



Schweitzer Engineering Laboratories, S.A. DE C.V.
Av. Rogelio González Caballero # 425
Parque Ind. Stiva Aeropuerto, Apodaca N.L.C.P.66600
Tel. (81) 8625-2550 Fax: (81) 8625-2551

TABLERO DE PROTECCION, CONTROL Y MEDICION

No De SERIE: 06/0774	FRECUENCIA: N/A	VOLTAJE DE CONTROL: N/A
MODELO: TPCM-E-ESABS-1	TIPO DE SERVICIO: NEMA 3R	
No. DE PARTE: 720-00984	VOLT. DE AUX. Y SERV: N/A	
VOLT. SEC. DE TP 's DE PROT: N/A	CORRTE. SECUNDARIA DE TC 's: N/A	
No. CONTRATO DEL CLIENTE: 700198684		















