

Banco de pruebas de relés

Heriberto Figueroa
Candidato a graduación

Sinopsis

Se describe el funcionamiento de un banco de pruebas para simular el sistema de protección de un centro de transmisión de energía. El banco de pruebas que se desarrolló integra una serie de artefactos electromecánicos, denominados relés, que trabajan conjuntamente para proteger los componentes de un sistema eléctrico contra averías en ese sistema. El banco de pruebas se acoplará al restante equipo del laboratorio de protección de sistemas. El equipo que se construyó para este propósito provee una herramienta versátil al instructor del laboratorio de protección para ilustrarle al estudiante el funcionamiento y operación real de un sistema de protección. Por tal razón, el equipo construido se donará a la Universidad Politécnica de Puerto Rico.

Abstract

Description of a test bench that simulates the operation of the protection system of a transmission center. The test bench developed integrates several electromagnetic devices, known as relays, that work together to protect against faults the different components of an electric system. The test bench will be coupled to the rest of the equipment in the laboratory of protection systems. All of the equipment built for this purpose makes up a versatile tool for teaching engineering students the operation of a real protection system and will be donated to the Polytechnic University of Puerto Rico.

Figueroa/Banco de pruebas de relés

Introducción

El objetivo principal de este trabajo es el de facilitar la labor del instructor en el laboratorio de protección. Para lograr este objetivo se construyó un gabinete en metal donde se colocaron varios instrumentos de medición, control y mecanismos auxiliares que simulan el sistema de protección de un centro de transmisión. El gabinete consta de siete relés de protección, una barra con tres interruptores y un transformador de potencia.

Este banco de pruebas, que es monofásico, le muestra al estudiante la operación y el funcionamiento de una subestación que se utiliza para transmitir energía eléctrica. El banco muestra los diferentes relés de protección. A estos relés se les pueden hacer pruebas de sobrecorriente, diferencial de corriente, direccionalidad y sincronismo.

En este proyecto se acopla el restante equipo del laboratorio al banco de pruebas. Todo el equipo que resulte de este trabajo se le donará a la Universidad Politécnica de Puerto Rico para su laboratorio de protección.

Sistemas de energía eléctrica

Todo sistema de energía eléctrica debe ser confiable y seguro y debe estar disponible las 24 horas del día para suplir su demanda. La confiabilidad y disponibilidad del sistema deben ser de alta prioridad para minimizar las interrupciones.

Los relés de protección se mantienen en guardia para reaccionar inmediatamente y proteger los equipos del sistema eléctrico y minimizar las interrupciones. Para comprender mejor la función de los relés debemos definir el concepto de sistemas de energía eléctrica.

Un sistema de energía eléctrica se diseña para suplir la demanda de energía presente y futura, transmitirle la energía a las áreas destinadas y

distribuirla al usuario. El sistema se compone de dispositivos eléctricos tales como generadores, transformadores, líneas de transmisión, subestaciones con sus interruptores automáticos, el equipo que constituye la carga eléctrica y otros.

Para garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico es necesario mantener todos los componentes del sistema en condiciones de operación óptimas. Esta condición óptima se logra con el diseño y mantenimiento adecuado del sistema, y con un control eficaz de cualquier falla que pueda ocurrir para minimizar la carga interrumpida y el tiempo de interrupción. Para controlar las fallas se usan relés de protección que emiten señales para desconectar y aislar fallas en el sistema y evitar daños mayores al sistema eléctrico.

El relé de protección

Cuando ocurre una falla, el relé de protección debe desconectar o aislar del sistema la avería surgida para asegurar que el resto del sistema pueda seguir operando normalmente (sin menoscabar la estabilidad del sistema). La prontitud del sistema para separar e identificar una avería o falla eléctrica es clave, ya que minimiza los daños, el costo y el tiempo de reparación. La pronta intervención de los equipos de protección para aislar las fallas permite que la red de transmisión eléctrica continúe funcionando normalmente.

Un relé de protección es un artefacto eléctrico que cuando lo energizan las corrientes o los voltajes para los cuales se calibró, responde a las magnitudes y relaciones entre esos voltajes y corrientes para indicar o aislar una condición anormal de operación. Consiste de un elemento de operación y unos contactos. El elemento de operación recibe la información de los transformadores de corriente o voltaje, realiza una función de medida o rastreo e interpreta los resultados en movimiento de sus contactos. Cuando estos contactos cierran, envían una señal para alertar o completar la orden para abrir un interruptor, aislar la zona e interrumpir el evento. Otro

Figuroa/Banco de pruebas de relés

componente del relé, el elemento visual indicativo, demuestra que el relé ha operado.

Los elementos electromagnéticos que hacen operar los relés de protección se clasifican en cuatro tipos básicos de acuerdo a su construcción: pasador ("plunger"), inducido de gozne ("hinged armature"), disco de inducción ("induction disk") y copa de inducción ("induction cup").

El pasador y el inducido son elementos de tipo de atracción magnética, en la cual una bobina atrae la armadura, funcionando con el principio del electroimán. A este principio de electroimán se le puede aplicar uno de los dos tipos de corrientes, directa o alterna, para que puedan realizar la función de operar y registrar cualquier anomalía del sistema. En los elementos de copa y disco los mecanismos son de inducción magnética, en los cuales se produce un par torsional al igual que en un motor de inducción. Desde luego, para que funcionen solo se pueden aplicar corrientes alternas.

Hay cuatro características básicas necesarias para el funcionamiento de los relés de protección: sensibilidad, selectividad, rapidez y confiabilidad. Un relé debe ser lo suficientemente sensitivo para operar bajo las condiciones mínimas de fallas que puedan surgir. En un sistema de potencia la carga produce variantes en los límites de la potencia suplida. Estas variantes de cargas requieren cambios en la energía que suple la fuente de generación. Por esta razón, varios interruptores del sistema de potencia se activan y desactivan para proveer las mejores condiciones y eficiencia del sistema. Muchas veces la condición de proveer para una carga mínima establece el criterio de cuán sensible debe de ser la operación del relé de protección. Bajo esa condición de suplir potencia mínima, una falla de corto circuito produce una caída de corriente de tal magnitud que puede afectar todo el sistema si los relés de protección no son lo suficientemente sensibles para operar y remover el efecto de la falla en la red.

La selectividad de un relé de protección es su capacidad para reconocer

necesarios para aislar el elemento averiado. El relé debe discriminar entre una falla en su área o una falla fuera de su área para que no opere si la falla cae fuera de su área de protección. Algunos circuitos de protección son inherentemente selectivos, esto es, las fallas externas al equipo que protegen no los afectan, como es el caso de la protección diferencial. Otros tipos de relés operan con retardación de tiempo por fallas fuera de su área y son relativamente selectivos. Esta selectividad se obtiene ajustando los tiempos de operación y las características relativas del relé para que reaccione ante un área específica. Esta calibración es importante si el relé es de múltiples ajustes, ya que la selectividad se establece sobre el alcance de la magnitud de la corriente de corto circuito.

La rapidez o velocidad de operación de un relé de protección es de gran importancia. Si la respuesta ante una falla no es inmediata, entonces la falla se puede extender a otras áreas o aumentar la magnitud de los daños. La rapidez de operación del relé tiene un efecto directo en la estabilidad general del sistema, o sea, se debe aislar la falla a la brevedad posible. Durante una falla de corto circuito el resto del sistema de potencia transmite menos energía debido a que las fuentes de generación tienden a salirse de sincronismo. Por lo tanto, mientras menor sea el tiempo que la falla esté presente, menor es el efecto en el sincronismo y la estabilidad del sistema.

La confiabilidad del relé es de especial importancia para los sistemas de protección. La confiabilidad indica el grado de seguridad de que el relé operará correctamente cuando sea necesario y que no operará cuando la avería caiga fuera de su campo de protección.

Banco de pruebas: relés de protección

Luego de mencionar brevemente los conceptos generales de los relés podemos comenzar a explicar el funcionamiento del banco de pruebas. Este gabinete se fabricó con planchas de acero galvanizado de un grosor número 22. Sus medidas son de 36 pulgadas x 36 pulgadas x 18 pulgadas. Está

Figuroa/Banco de pruebas de relés

cubierto en el interior con paneles de madera de 1/4 pulgada. En su interior se colocaron 14 mecanismos básicos que componen el sistema de protección de una subestación pequeña. El propósito primordial del banco de pruebas es simular una fase de un sistema de transmisión de potencia compuesto de un transformador, una barra, interruptores y líneas de transmisión. Los componentes básicos del banco son los siguientes:

1. Relé HU Protección diferencial del transformador
2. Relé CO-6 Protección de resguardo del transformador
3. Relé CWP Protección direccional de tierra para línea de transmisión
4. Relé KAB Protección diferencial de barra
5. Relé CVX De sincronismo del interruptor
6. Relé CR-8 Protección direccional de fase para línea de transmisión
7. Relé MG-6 Auxiliar (tres)- Simulan los interruptores
8. Interruptor de control (tres)
9. Relé auxiliar de disparo "lock out"
10. Tres bombillas de indicación de interruptor de control.
 - a. Roja indica interruptor cerrado
 - b. Verde indica interruptor abierto
 - c. Ambar indica potencial

Banco de pruebas: circuitos de control

El banco de pruebas construido, que se describe eléctricamente en la figura 1, simula un centro de transmisión de energía eléctrica compuesto de un transformador, una barra de conexión y dos líneas de transmisión con sus respectivos interruptores (OCB) y relés de protección. Este banco es prácticamente idéntico al sistema de control de una subestación similar en la industria. De esta forma el estudiante en el laboratorio tiene la oportunidad de estudiar y analizar los diferentes artefactos de protección para el equipo instalado en un sistema eléctrico. Con este banco de pruebas podemos estudiar y aplicar las distintas técnicas empleadas en la industria

para proteger los distintos componentes de los sistemas eléctricos.

Cualquier sistema de protección de un centro de transmisión se compone de relés de protección que procesan los disturbios o anomalías en el sistema eléctrico para dar una alarma o sacar un equipo de servicio. Los relés de protección necesitan circuitos de corriente alterna (AC), de los cuales obtienen los parámetros del sistema eléctrico (corrientes y voltajes) para procesarlos y determinar si hay alguna condición anormal. De acuerdo a la información obtenida, el relé da una alarma o saca el equipo fuera de servicio. Los relés también necesitan una fuente de energía independiente del sistema eléctrico que protegen para dar la orden de abrir los contactos de los interruptores. Por lo general, esta fuente de energía es de corriente directa (DC). Un centro de transmisión también necesita circuitos de control para realizar otras funciones como abrir y cerrar un interruptor o cerrarlo automáticamente de ser necesario. Esta característica se integra en el banco de pruebas.

Los elementos del banco de pruebas son los siguientes:

1. Relés de protección para una línea de transmisión, un transformador de distribución de alta capacidad y la barra de interconexión de las líneas de transmisión y el transformador.
2. Relés auxiliares que simulan la operación de los interruptores.
3. Bombillas que indican si los interruptores están cerrados o abiertos, o si hay potencial en la línea de transmisión o el transformador.
4. Circuitos de control para abrir y cerrar los interruptores, o cerrar automáticamente en el caso de interruptores de líneas de transmisión.
5. Bornes para simular pruebas a los relés de protección.
6. Una fuente de energía de corriente directa (DC) (sistema auxiliar de energía del banco).

Figuroa/Banco de pruebas de relés

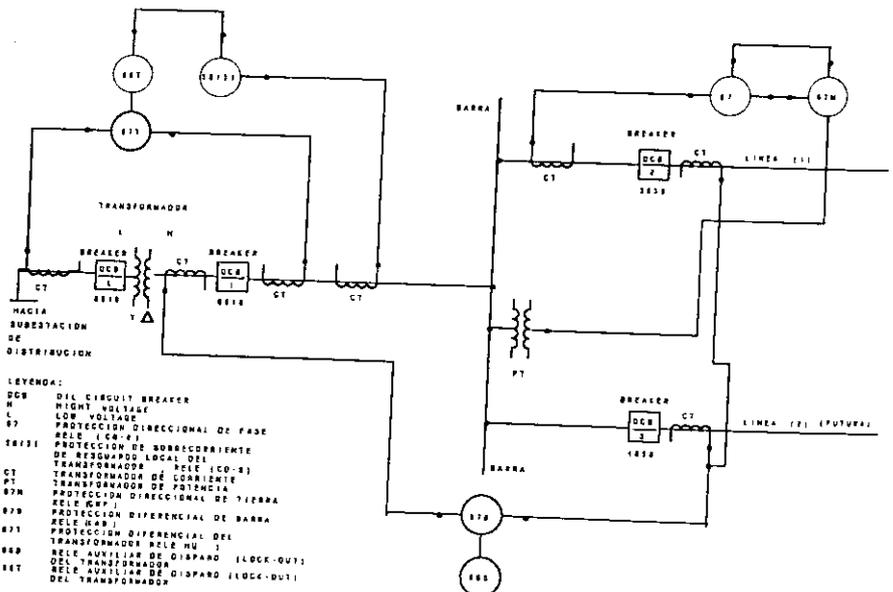


Figura 1. Diagrama esquemático del banco de pruebas

Protección y circuitos de control para el transformador

Hay dos tipos de protección para el transformador de un centro de transmisión: diferencial y resguardo. La protección diferencial solo detecta fallas entre los interruptores del transformador y consta de un relé de protección diferencial (HU). Este sistema de protección no detecta fallas fuera de esta área, por lo que se dice que este sistema protege el 100% del transformador. Debido a que la protección diferencial del transformador lo protege totalmente (fig. 2), se necesita protección adicional de sobrecorriente para resguardar la protección diferencial y los interruptores del secundario del transformador. La protección de resguardo la desempeña el relé de protección de sobrecorriente (CO-6). Estos dos tipos de protección requieren unos ajustes y unos tiempos de coordinación para

operar, y finalmente, accionar sus contactos para dar la orden de abrir todos los interruptores del transformador.

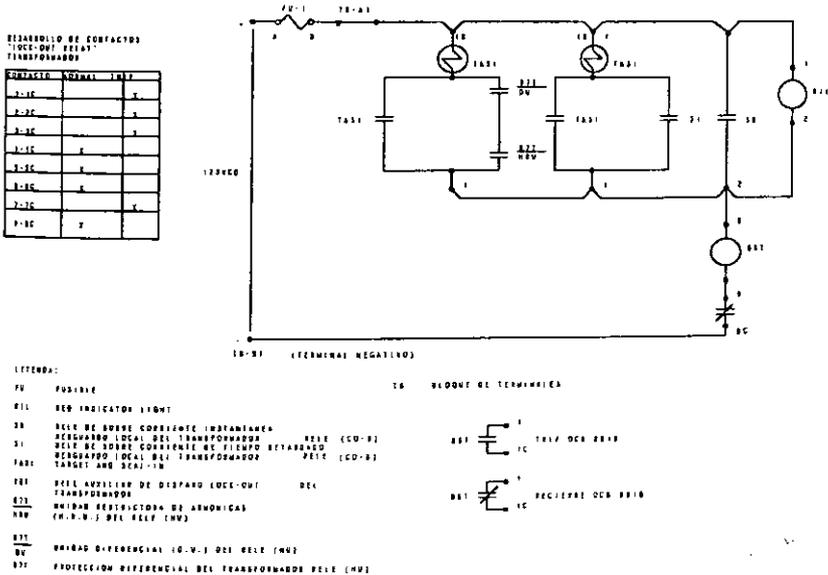


Figura 2. Circuito de la protección del transformador

El circuito de protección del transformador se alimenta de una fuente de energía de 125 voltios y presenta los contactos usados para ambos tipos de protección: diferencial y resguardo. Cuando uno de los circuitos de protección opera, sus contactos dan paso al voltaje de control para accionar un relé auxiliar que ordena operar todos los interruptores del transformador. La figura 2 también muestra el diagrama eléctrico, la secuencia del paso de la corriente, los componentes internos que forman los dos tipos de protección del transformador, la tabla para el desarrollo de los contactos del relé de barra ("lock-out") y una bombilla roja (RIL) que monitorea la bobina del "lock-out" y la fuente de voltaje (DC).

Figuroa/Banco de pruebas de relés

La figura 3 presenta el circuito de protección diferencial del transformador (relé HU). En este circuito la unidad HRU es la unidad restrictora de armónicas y la unidad DU es la unidad diferencial. En el diagrama se presenta el transformador de corriente (CT), la bobina de operación (O) y la unidad instantánea de corriente (INST). La figura 4 detalla los circuitos de pruebas del relé HU.

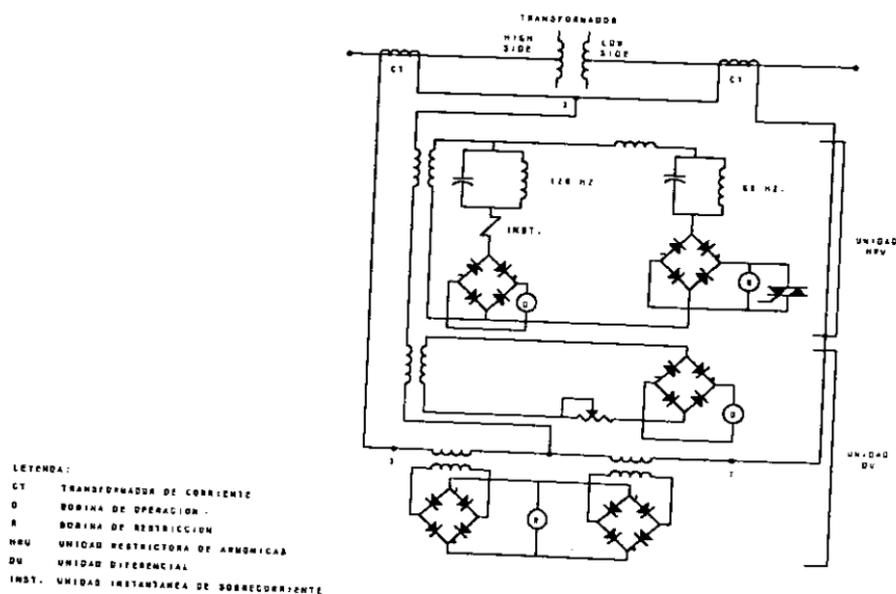


Figura 3. Circuito de protección diferencial del transformador (relé HU)

La figura 5 muestra el circuito de pruebas de la unidad que presenta la figura 3. La figura 6 ilustra el circuito de pruebas diferencial o característica de "slope" y la figura 7 muestra el circuito de pruebas de la unidad de sobrecorriente.

1. 'PICK-UP LOWER UNIT' (DU)

TAPS = 5

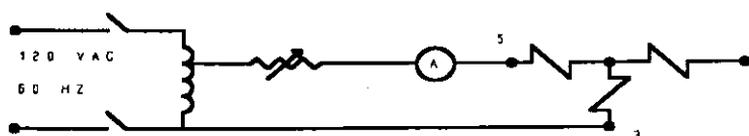
PICK-UP ACCEPTABLE

a) RELE 30% SENSITIVIDAD

1.35 @ 1.55 AMP

b) RELE 35% SENSITIVIDAD

1.60 @ 1.90 AMP



2. 'PICK-UP UPPER UNIT' (HRU)

TAP = 5

UTILIZE EL CIRCUITO ANTERIOR

LA CORRIENTE DE OPERACION ES MAS BAJA QUE EN LA UNIDAD(DU)PERO NO MENOR DE UN (1) AMP.

3. 'PICK-UP INSTANTANEOUS UNIT'

TAPS = 5

UTILIZE EL CIRCUITO ANTERIOR

APLIQUE 50 AMPS. POR LOS BORNES 3 Y 7, Y LA UNIDAD DEBE OPERAR Y TIRAR BANDERA. ESTA PRUEBA DEBE HACERSE LO MAS RAPIDO POSIBLE PARA NO DANAR EL RELE

Figura 4. Circuitos de prueba para el relé HU

Protección y circuitos de control de barra

La protección diferencial de la barra del banco se compone del relé (KAB) de protección diferencial y, como es diferencial, cubre el 100% del área protegida. En la figura 1 este relé se identifica como el 87B, comprendido entre los interruptores 0010, 3050 y 4050, y supervisa las corrientes de entrada y salida a la barra.

Figuroa/Banco de pruebas de relés

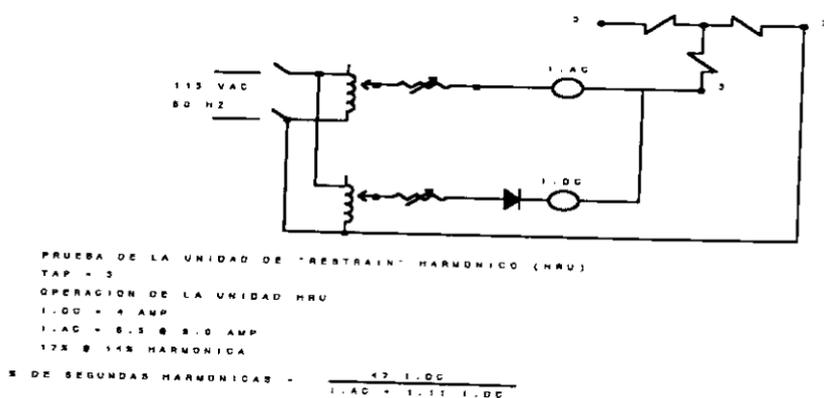


Figura 5. Circuito prueba unidad "restrain" harmónico (HRU)

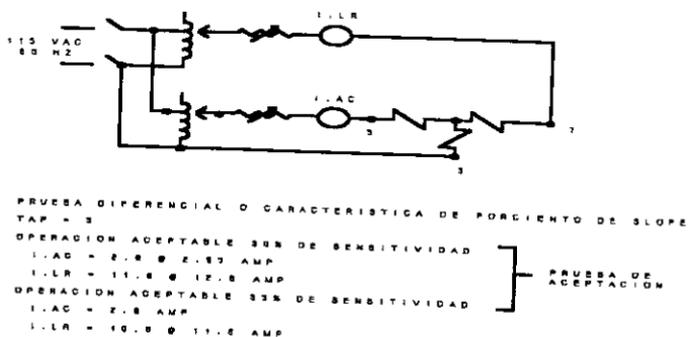


Figura 6. Circuito prueba diferencial o característica de "slope"

1: PARA PROBAR UNIDAD DE SOBRECORRIENTE

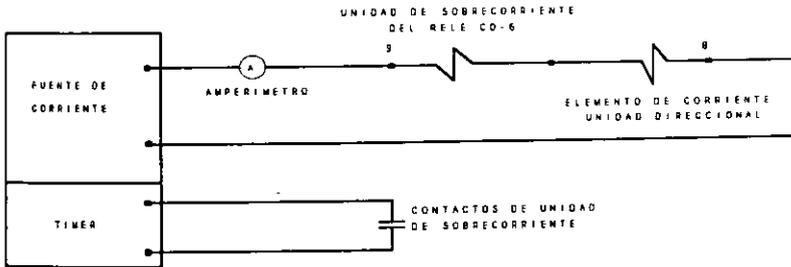
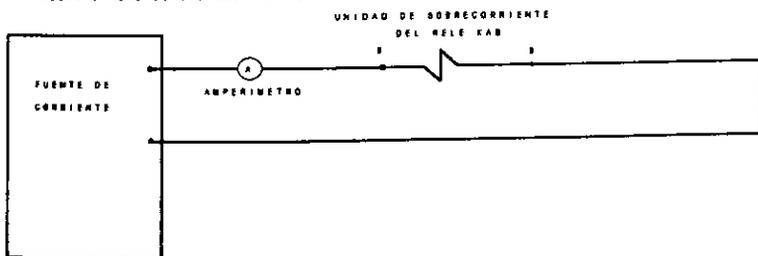


Figura 7. Circuito de pruebas unidad de sobrecorriente del relé CO-6

La figura 8 muestra el circuito de control que responde al detectar una anomalía en su área. Comenzando por el terminal 10, vemos que hay un fusible que precede el circuito con el único propósito de proteger los demás artefactos que componen el circuito. Entre los terminales 9 y 10 se conecta una luz roja indicadora (RIL) que se alimenta a través de la bobina del relé auxiliar de disparo 86B. Esta luz se mantiene encendida hasta que cierre el contacto de la unidad diferencial 87B, se energice la bobina del relé auxiliar de disparo 86B y los demás contactos del auxiliar de barra cierren para dar paso a la señal que opera todos los interruptores de la barra (0010, 3050 y el 4050). También podemos observar que entre el terminal 9 y 10 hay tres de los componentes que permiten el paso de la señal en forma de corriente eléctrica para que los sistemas respondan ante cualquier anomalía. La tabla en la figura 8 muestra la función del relé auxiliar de disparo 86B que se encarga de pasar la orden. Cuando la señal energiza el relé 86B, la luz roja indicadora se apaga y la luz verde de cada interruptor conectado a la barra se enciende para indicar que estos interruptores están abiertos. En la figura 9 se muestra el diagrama para las pruebas de voltaje y corriente que se requieren para ver el comportamiento del relé de protección diferencial KAB. Para que estas unidades operen, ajuste las unidades a los valores deseados y verifique el ajuste con un amperímetro y voltímetro, respectivamente.

interruptor esta cerrado. También podemos ver dos conjuntos de contactos: el del 86B o el interruptor de barra "lock-out", que al cerrar activa la bobina de disparo del interruptor MG-6, y el contacto del interruptor manual CS/T para abrir manualmente el interruptor. Dado que los dos relés que proveen la protección de la línea 3050 son el relé de sobrecorriente direccional de fase (CR-8), identificado en la figura 10 como 67, y el relé de sobrecorriente y voltaje direccional de tierra (CWP), identificado como 67N, los circuitos de prueba para estos relés se ilustran en las figuras 11 y 12, respectivamente.

1: PARA PROBAR UNIDAD DE SOBRECORRIENTE



2: PARA PROBAR UNIDAD DE VOLTAJE

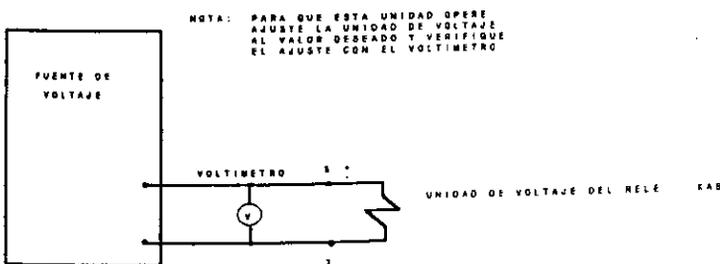


Figura 9. Circuitos de pruebas de sobrecorriente y sobrevoltaje para el relé de protección diferencial KAB.

62 (de 5 segundos) y el relé auxiliar de automaticidad (04), trabajando conjuntamente con el control de cierre del interruptor MG-6 (CS/C). El control de cierre CS/C se puede operar manualmente para activar o desactivar los interruptores de línea.

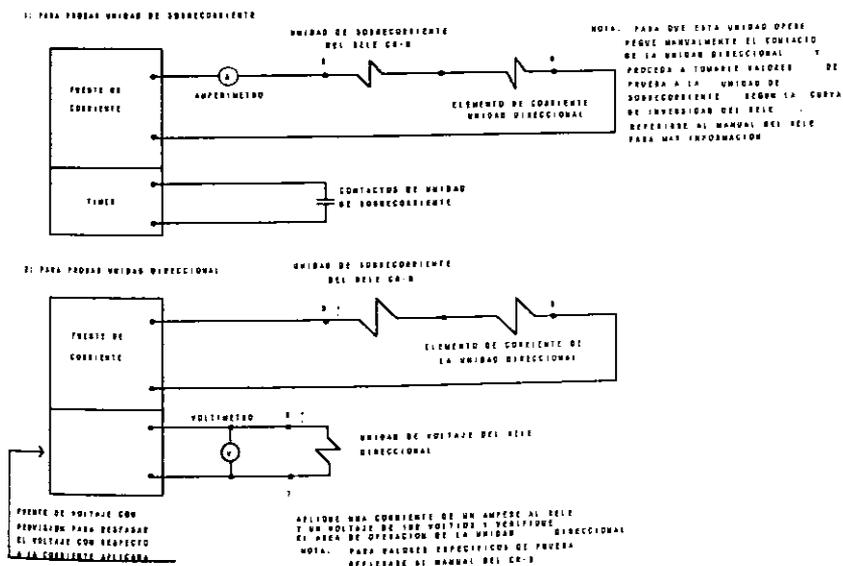


Figura 11. Circuitos de pruebas de sobrecorriente y sobrevoltaje para el relé de sobrecorriente direccional de fase CR-8

Si el circuito de recierre automático está "ON", activado por el interruptor de presión, al momento que un circuito de protección dispara un interruptor, un contacto "b" de este interruptor acciona el circuito de recierre automático. Este circuito de recierre permite que el relé 62 haga un recierre del interruptor automáticamente a los cinco segundos. Si el recierre es exitoso, el relé 62 se restituye y queda listo para otra operación. En el circuito de la figura 13, el contacto 86B evita que el interruptor MG-6 se

Figuroa/Banco de pruebas de relés

cierre cuando la protección de la barra haya operado. El interruptor MG-6 cierra únicamente cuando se restituye el relé 86B para evitar energizar la barra sin haberla inspeccionado luego de una avería. El relé de sincronismo CVX, identificado en la figura 13 con el número 25, permite el paso de la señal eléctrica si el voltaje de las dos líneas se encuentra en el límite previsto y con un margen de voltaje seleccionado para permitir la automaticidad en el recierre de los interruptores. El circuito de prueba para el relé de sincronismo (CVX) se muestra en la figura 14.

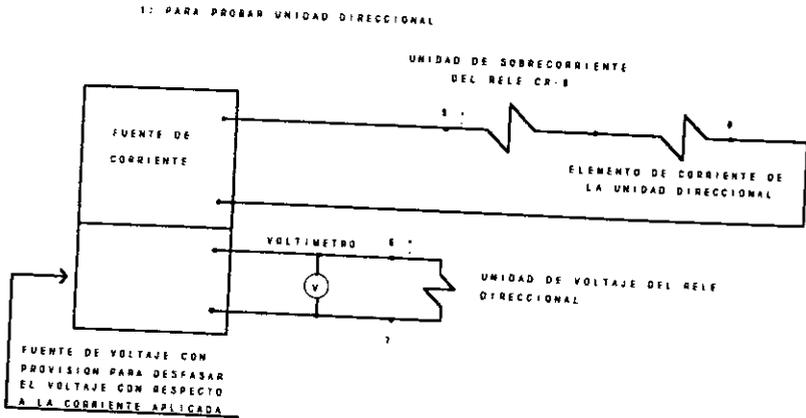


Figura 12. Circuitos de pruebas para el relé de sobrecorriente y voltaje direccional de tierra CWP

Circuitos de control y disparo de la línea 0010

La figura 15 presenta el circuito de control y disparo para la línea del interruptor 0010 que alimenta el transformador. El circuito se compone de cuatro de los componentes eléctricos del circuito: los contactos del relé auxiliar de disparo de barra 86B ("lock-out"), los contactos del relé auxiliar de disparo del transformador 86T ("lock-out"), el interruptor de control-disparo CS/T y la bobina de disparo del interruptor (TC). El control de

Figueroa/Banco de pruebas de relés

decir que podemos disparar o activar los sistemas de protección manualmente para simular cualquier avería en el banco de pruebas. Ante una falla, los relés KAB y HU controlan los dos contactos principales, 86T y 86B, y sus bobinas, respectivamente (circuitos de las figuras 2 y 8).

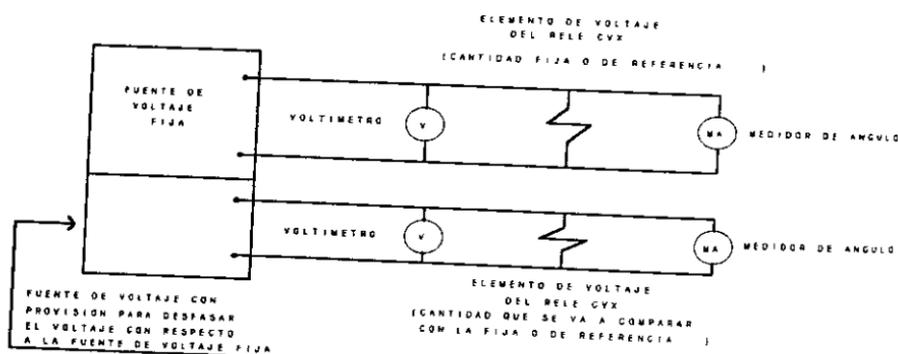


Figura 14. Circuito de pruebas del relé de sincronismo CVX.

Circuitos de control y recierre del interruptor 0010

La figura 16 muestra el circuito de recierre del interruptor 0010. Para cerrar este interruptor, los contactos del relé auxiliar de disparo de barra y transformador (86B y 86T) deben estar cerrados para permitir que la bobina de cierre del interruptor MG-6 se active cuando el interruptor de control de cierre (CS/C) se activa manualmente. Al operar manualmente el interruptor de control de cierre se puede cerrar el interruptor 0010.

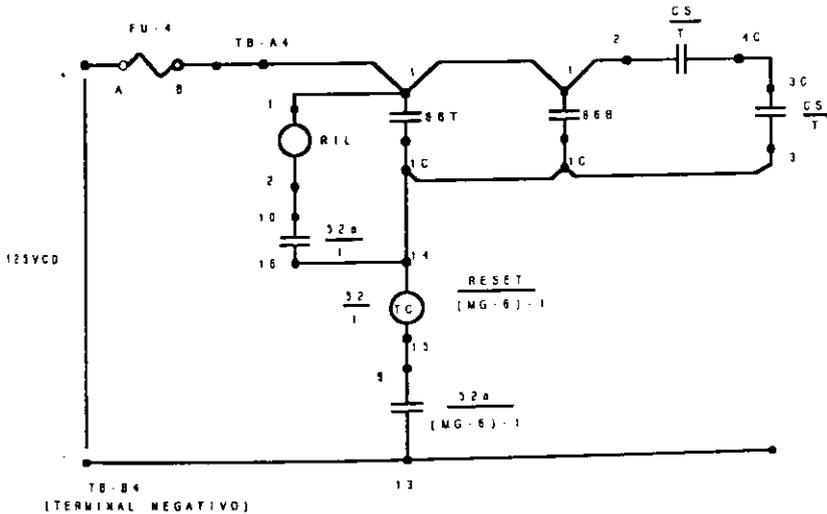


Figura 15. Circuito de control y disparo de línea del interruptor que alimenta el transformador

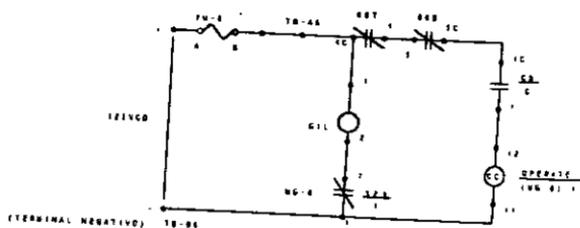
Para asegurar que el sistema no tenga fallas permanentes hay que inspeccionar visualmente el transformador y la barra. Por tal razón, el banco no tiene automaticidad para el recierre. Para activar la línea hay que accionar manualmente la manija del interruptor de control de cierre (CS/C) entre los terminales 1-1C (fig. 16). (Vea el desarrollo de contactos del interruptor MG-6 en la figura 19).

Protección y circuito de control y disparo de la línea 4050

Los circuitos de control de la línea 4050 son similares a los de la línea 3050, excepto que la protección no está conectada. Como la línea 4020 es una línea futura, sólo se incluye un control manual y automático y no tiene los mismos controles de la línea 3050. El disparo de esta línea, o más bien su desactivación por medio de su interruptor, ocurre cuando el relé auxiliar de disparo de barra 86B cierra sus contactos. En la figura 17 los contactos

Figuroa/Banco de pruebas de relés

responsables del disparo de la línea están localizados entre los terminales 3 y 3C y el de disparo manual entre los terminales 3 y 2 del interruptor de control de disparo (CS/T). El paso a través de cualquiera de ellos, 86B o CS/T, energiza la bobina del interruptor de disparo 4050.



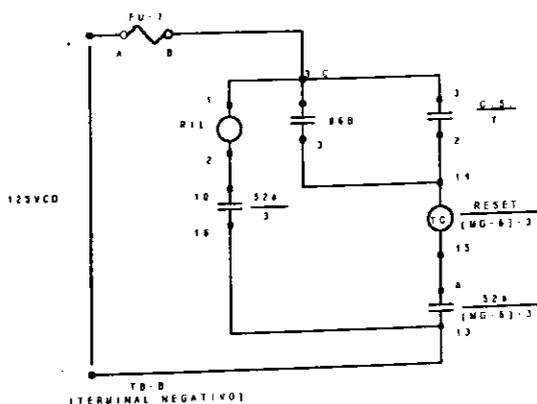
LEYENDA :

FU	FUSIBLE
TB	BLOQUE DE TERMINALES
GIL	GREEN INDICATOR LIGHT
CC	BOBINA DE CIERRE DEL INTERRUPTOR (0010)
3C	INTERRUPTOR (0010)
32A	CONTACTO 'A' DEL INTERRUPTOR (0010)
32B	CONTACTO 'B' DEL INTERRUPTOR
86B	RELE AUXILIAR DE DISPARO DE BARRA (LOCK-OUT)
86T	RELE AUXILIAR DE DISPARO DEL TRANSFORMADOR (LOCK-OUT)
CB	INTERRUPTOR DE CONTROL DE CIERRE

Figura 16. Circuito de recierre del interruptor 0010

El circuito de control y automaticidad de recierre de la línea 4050 es idéntico al de recierre del interruptor 3050 y opera de igual forma. Para el circuito de automaticidad y recierre se integraron dos artefactos eléctricos, como en el circuito de control y automaticidad de la línea 3050, y el interruptor de presión para activar o desactivar la automaticidad. La figura 18 muestra todos los componentes internos del circuito que permiten que

la automaticidad ocurra si las condiciones del sistema lo permiten. Los artefactos que dan esta automaticidad son el relé termal de tiempo (62) y el relé auxiliar de automaticidad (04), al igual que en el caso de la línea 3050, trabajando en conjunto con el interruptor de cierre CS/C. El interruptor de cierre puede operarse manualmente para activar o desactivar el interruptor de línea. En el caso de esta línea futura no se incluyó relé de sincronismo.



LEYENDA:

- FU FUSIBLE
- TB BLOQUE DE TERMINALES
- RIL RED INDICATOR LIGHT
- R2 INTERRUPTOR (MG-6)
- 52Ω CONTACTO "A" DEL INTERRUPTOR (MG-6)
- R6B RELE AUXILIAR DE DISPARO DE BARRA (LOCK-OUT)
- TC BARRA DEL INTERRUPTOR DE DISPARO (MG-6)
- CS INTERRUPTOR DE CONTROL DE DISPARO (C.T.F.)
- T

NOTA: NO EXISTEN RELES DE PROTECCION CONECTADOS SOLO CONTROLES

Figura 17. Circuito de control de la línea 4050

Figuroa/Banco de pruebas de relés

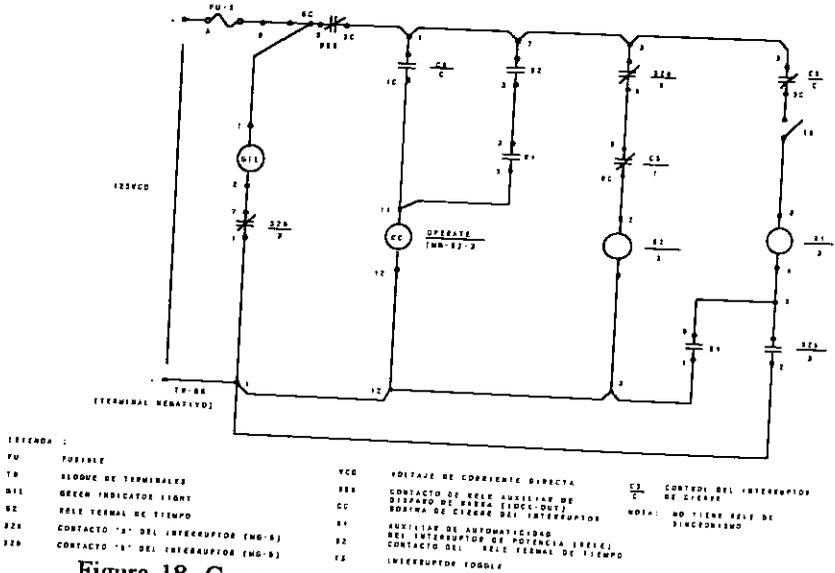


Figura 18. Componentes internos circuito de automaticidad

Bornes para simular las pruebas a los relé de protección

Los bornes de pruebas de cada relé se encuentran gráficamente en cada uno de los manuales que el fabricante provee y están marcados en los dibujos de pruebas. Los bornes se pueden usar para aplicarle los voltajes y las corrientes de pruebas a cada relé, respectivamente, para verificar su operación y funcionamiento.

Fuente de energía de corriente directa (DC)

La fuente de energía de corriente directa (DC) tiene un diodo rectificador de corriente alterna que suplre los bloques de terminales TB-A y TB-B positivo y negativo, respectivamente. Este sistema auxiliar de protección, como cualquier sistema auxiliar, debe de ser independiente,

seguro y confiable debido a que de ésto dependen los sistemas de protección en una falla. La norma común es usar bancos de baterías que proporcionen un voltaje de corriente directa (DC) ante la eventualidad de pérdidas en el voltaje primario, ya que la energía disponible para los sistemas de protección depende del voltaje de resguardo que haya para energizar los auxiliares. Estos auxiliares son los relés encargados de dar la orden a los interruptores principales de línea, en nuestro caso del banco de pruebas los relé MG-6 (fig. 19).

La energía de resguardo para el banco está disponible a través de un voltaje de corriente alterna (AC) que un puente rectificador cambia a corriente directa (DC). La capacidad de corriente de este diodo es de 40 amperios dados por el fabricante como el máximo de carga en sus funciones.

Conclusión

Al finalizar los trabajos de alambrado y construcción del banco de pruebas he descubierto que el campo de la protección de sistemas eléctricos con relés de protección exige saber mucho de la materia. Es un campo que requiere saber de todas las ramas de la electricidad y la mecánica para analizar los componentes del sistema eléctrico de forma que se proteja el sistema eficientemente y con el mejor grado de confiabilidad posible.

El banco de pruebas construido permite probar los relés y ajustar y sincronizar los componentes que lo forman según se especifica en el objetivo del proyecto. La facilidad de observar el funcionamiento del relé fuera del banco es otra de las ventajas que permite estudiar cómo opera este componente. La operación de los distintos relés que forman el banco facilita el estudio de los distintos esquemas de protección de los componentes del sistema eléctrico, líneas de transmisión, barras, transformadores y generadores de potencia. El uso del simulador construido permite también estudiar la teoría, practicar con sistemas y equipos de protección, observar la respuesta del relé, ya sea sólo o con el sistema diseñado, y relacionarse

Figuroa/Banco de pruebas de relés

con la secuencia de protección de una subestación. Todo esto es de gran utilidad para el estudiante de ingeniería eléctrica.

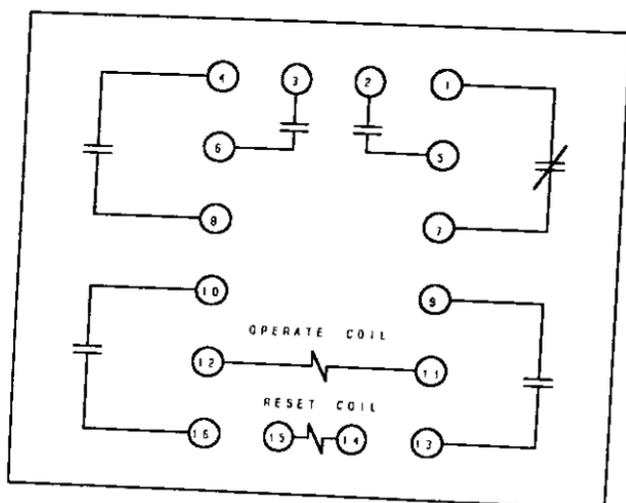


Figura 19. Desarrollo de contactos del relé MG-6.

Hoja de pruebas relevador (HU)

Fecha _____
 Modelo _____ Sensitividad _____ Libro de intrucciones _____
 Ajustes: Wndg1 "tap" alto _____ C.T. _____ Wndg2 "tap" bajo _____
 C.T. _____ Instantáneo _____ A

Pruebas

Aplique una corriente de 20 veces el tap para cotejar el "pick up" de las unidades HRU y DU, respectivamente.

"Pick up" unidad hru ("tap" en 5) valor accept. De (1.35@1.65) Amp.
 "As found/as left"

Wng1 p.u. _____ / _____ A D.O. _____ / _____ A
 Wng2 p.u. _____ / _____ A D.O. _____ / _____ A

"Pick up" unidad DU ("tap" en 5) valor accept de (1.35@1.65) A
 "As found/as left"

Wng1 p.u. _____ / _____ A D.O. _____ / _____ A
 Wng2 p.u. _____ / _____ A D.O. _____ / _____ A

Unidad instantánea ("tap" 5) "pick up" _____ A accept. (10Xtap)

Pruebas de armónicas tap en 5, Ioc en 4 A DC
 Valor aceptable Iac _____ / _____ A de (6.5@9) A

Prueba diferencial % "slop" DU "tap" según ajustes o ambos en 5

Wng1 Iac _____ I(lr) _____ / _____ A
 Wng2 Iac _____ I(lr) _____ / _____ A

Tarjeta "Tap" _____ Idc _____ A

Comentarios _____

BIBLIOTECA Y LABOR

Figuroa/Banco de pruebas de relés

Hoja de pruebas relevador de sobrecorriente (CO-6)

Fecha _____

Modelo del relé _____

Alcance ("range") de la unidad de sobrecorriente _____ @ _____ A

Alcance de la unidad instantánea _____ @ _____ A

Ajustes del relé

"Tap" _____ "Time level" _____ instantáneo _____ A

Valor de prueba _____ A _____ Hz

Construcción de la curva del relé CO-6 según los siguientes ajustes

"Tap" = _____ "Time level" = _____

Múltiplos del "tap"	Amperios	Ciclos
1 _____	_____	_____
2 _____	_____	_____
3 _____	_____	_____
4 _____	_____	_____
5 _____	_____	_____
6 _____	_____	_____
7 _____	_____	_____
8 _____	_____	_____
9 _____	_____	_____
10 _____	_____	_____

Observaciones: _____

Hoja de pruebas de ajustes de relevador de protección de barra (KAB)

Fecha _____

Modelo del relé _____

Alcance de la unidad de sobrecorriente _____ @ _____ A

Alcance de la unidad de voltaje _____ @ _____ V

Ajustes del relé: _____ V _____ A

Pruebas

Unidad de sobrecorriente 87H

Conecte la fuente de corriente al relé por los bornes 6 y 7 (fig. 9) y mida la corriente de "pick up". Desconecte la corriente al relé para ajustarlo.

"Pick up": _____ A

Unidad de voltaje 87L

Conecte la fuente de voltaje al relé por los bornes 8 y 9 (fig. 9) y mida el voltaje de "pick up". Desconecte el voltaje al relé para ajustarlo.

"Pick up": _____ V

Tarjeta "Tap" _____ Idc _____

Observaciones: _____

Figueroa/Banco de pruebas de relés

Hoja de pruebas del relé de sobrecorriente direccional (CR-8)

Fecha _____ Modelo del relé _____
Alcance de la unidad de sobrecorriente _____ @ _____ A
Alcance de la unidad instantánea _____ @ _____ A
Alcance de la unidad direccional _____ V _____ A
Ajuste del relé "tap" _____ "Time level" _____ Instantáneo _____ A

Pruebas

Unidad de sobrecorriente

"Pick up": Unidad de disco _____ A Instantáneo _____ A
Valor de prueba en unidad de disco _____ A _____ Hz

Aplique una corriente al relé CR-8 por los bornes 8 y 9 (fig. 11) y verifique la corriente de pick up de la unidad de disco e instantánea. Desconecte la corriente para ajustar las unidades. Tome un valor de prueba al relé para verificar su operación con la curva.

Unidad direccional

"Pick up": _____ V _____ A
Angulo _____ ("lead" ___ Or "lag" ___)

Angulo de torque máximo

Determine el área de operación de la unidad direccional y el MTA. Refiérase a la figura 11 y al manual del relé para detalles. _____ V _____ A
Angulo 1 _____ Angulo 2 _____ MTA. _____

Observaciones: _____

Hoja de pruebas del relé de corriente direccional (CWP)

Fecha _____
Modelo del relé _____
Alcance de la unidad de sobrecorriente _____ @ _____ A
Alcance de la unidad instantánea _____ @ _____ A
Alcance de la unidad direccional _____ V _____ A
Ajuste del relé "tap" _____ "time level" _____ instantáneo _____ A
Amp.Mp.

Pruebas

Unidad de sobrecorriente

"Pick up": instantáneo _____ A

Unidad direccional

"Pick up": _____ V _____ A

Angulo _____ ("lead" _____ "Or lag" _____)

Valores de pruebas de la unidad direccional

_____ V _____ A _____ Hz

Angulo de torque máximo ("maximun torque angle")

Determine el área de operación de la unidad direccional desfasando el voltaje y manteniendo la corriente fija. Refiérase a la figura 12 y al manual del relé para detalles.

_____ V _____ A Angulo 1 _____ Angulo 2 _____

MTA _____

Observaciones: _____

BIBLIOTECA UNRP

Figueroa/Banco de pruebas de relés

Hoja de pruebas del relé de sincronismo (CVX)

Fecha _____

Modelo _____

Libro de instrucciones _____

Ajustes: ángulo de cierre _____ y _____ "time level" _____

Pruebas

Con el voltaje $V_1 = 115V$ aplique $V_2 = 115V$
tiempo de operación __ seg.

Con el voltaje $V_1 = 115V$ incremente $V_2 = 94V$. El relé debe operar
(ambos voltajes en fase) "as found/as left". Ajuste el relé si es necesario.

V_2 "lead" V_1 _____ / _____

V_2 "lag" V_1 _____ / _____

Tarjeta "tap" _____ Idc _____

Observaciones: _____

