

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

20 SET. 1978

ES

11

21

22

NUMEROS	466743	10	A1
FECHA DE PRESENTACION			
7 FEB. 1978			

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

Dkt. No. 11PS-04029

40 PRIORIDADES:	42 FECHA	43 PAIS
41 NUMERO 767.279	10 Febrero 1.977	Estados Unidos

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL G05F; H02J	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION
" MEJORAS EN CIRCUITOS ELECTRICOS DE RELES PROTECTORES PARA CONTROL DEL DISPARO DE TRES POLOS DE UN RUPTOR DE CIRCUITO ".

71 SOLICITANTE (S)
GENERAL ELECTRIC COMPANY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
SCHENECTADY, N.Y. (EE.UU.), River Road, 1

72 INVENTOR (ES)
Mr. Stanley Bruce Wilkinson

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
Don Pedro Feliu Mañá

Este circuito de relé protector responde a faltas -
entre fases sobre una línea de energía trifásica, hacien-
do que un ruptor de circuito, conectado en la línea de -
energía, se dispare con tres polos en respuesta a faltas
5 entre fases, pero no responde a una falta de una línea -
simple a tierra permitiendo que se dispare un polo indi-
vidual para este último tipo de falta.

En este circuito de relé se aplica una señal res--
trictora a un circuito comparador y allí se compara con
10 un valor predeterminado denominado como una señal de ope-
ración. La señal restrictiva es proporcional a la suma -
de dos cantidades de valor absoluto. La primera de estas
dos cantidades de valor absoluto es un voltaje V_1 que es
proporcional al voltaje de secuencia positiva sobre la -
15 línea de energía, debido a la falta, como se observa en
la situación del relé, menos un valor proporcional al --
producto del componente de secuencia positivo de la co--
rriente de línea y una impedancia de réplica, representa-
tiva de la impedancia de la secuencia positiva de la lí-
20 nea. La segunda cantidad de valor absoluto es una canti-
dad proporcional del producto del componente de secuencia
cero de la corriente de línea y dicha impedancia de ré--
plica. Las dos cantidades de valor absoluto se suman en
un circuito de valor absoluto para desarrollar dicha se-
25 ñal de restricción. Cuando el antes mencionado compara--
dor determina que la señal de restricción cae por debajo
de la señal de operación seleccionada, se aplica una se-
ñal de disparo V_{1X} al circuito de control de disparo de

tres fases que, cuando se aplica, efectúa el disparo de tres polos del ruptor. Esta señal V_{1X} puede ser combinada en un circuito OR con otras entradas para procurar una salida al circuito de control de disparo de tres fases, que asegura el disparo de tres polos, al presentarse todas las faltas entre fases que son interiores en la línea, que se está protegiendo. La señal de operación, con la que se compara la señal de restricción, se selecciona en base de consideraciones, que comprenden la magnitud y el voltaje de la secuencia positiva, que ocurre en la falta, para varios tipos de faltas, tales como faltas de línea simple hacia tierra, faltas de doble línea hacia tierra, faltas de fase a fase y faltas de tres fases.

El presente invento se relaciona con un circuito de relé protector para funcionar selectivamente al presentarse faltas entre fases. Más particularmente, el presente invento se dirige a un circuito de relé protector, que utiliza valores componentes simétricos para permitir el disparo de tres polos de un ruptor, selectivamente, al producirse faltas entre fases solamente y discrimina selectivamente contra disparo de tres polos en el caso de faltas de línea simple hacia tierra.

Anteriormente, ha sido conocido que, bajo ciertas condiciones, es ventajoso poder disparar un polo simple de una línea de transmisión de energía de corriente alterna trifásica y, bajo otras circunstancias, ser capaces de disparar todos los tres polos de una línea de --

tres fases. Donde ocurra una falta de una línea simple hacia tierra en el interior de la línea, que se está protegiendo, es altamente deseable poder disparar solo un polo simple. Donde ocurran faltas entre fases, tales como faltas de doble línea hacia tierra, faltas de fase a fase y faltas de tres fases, es altamente deseable ser capaz de detectar con exactitud y rapidez tales condiciones y generar una señal de disparo de tres polos, que permita el disparo de los tres polos ruptor de circuito, suponiendo que otras señales, suministradas al circuito de control de disparo en tres fases impliquen que la falta es interna en la línea, que se está protegiendo. Anteriormente, la selección de disparo de polo, apropiado para varios tipos de faltas, estaba basada en señales desde una combinación de relés de distancia de fase y tierra. Sin embargo, esta disposición no siempre era satisfactoria, puesto que los relés de distancia a tierra no siempre podían detectar condiciones de falta cuando había una falta de alta resistencia. Otro método para resolver el problema de la detección de faltas entre fases en una línea de transmisión de energía de tres fases, se había dirigido a la detección de diferencias entre las magnitudes de los voltajes de las tres fases sobre la línea. Sin embargo, este método adolece del inconveniente de que las diferencias en los voltajes pueden no ser sustanciales, cuando exista una fuente de impedancia relativamente pequeña, aún cuando hubiera ocurrido una falta entre -

fases sobre la línea.

El presente invento utiliza el hecho de que ocurren ciertos voltajes componentes simétricos por unidad, en el caso de una falta, dependiente de la naturaleza de la falta. La teoría de componentes simétricos es bien sabida por los expertos en la materia, de transmisión y distribución de energía eléctrica. De acuerdo con esta teoría, las corrientes de fase o voltajes en cualquier circuito eléctrico de corriente alterna de tres fases, desequilibrado, pueden resolverse en tres juegos de vectores simétricos de corriente equilibrada o voltaje conocidos, respectivamente como componente de secuencia positiva, componente de secuencia negativa y componente de secuencia cero. Los componentes de secuencia negativa y cero de corrientes de circuito y voltajes no están presentes en condiciones equilibradas de circuito. Una discusión más detallada de la teoría de componentes simétricos puede hallarse en el libro de texto titulado "Symmetrical Components", por Wagner Evans, publicado por McGraw-Hill en 1933.

Una característica del presente invento es que es capaz de procurar una señal aplicadora para el disparo de los tres polos de un ruptor de circuito sobre una línea de transmisión de energía de corriente alterna de tres fases para todas las faltas entre fases, pero es capaz de discriminar simultáneamente contra faltas de línea simple hacia tierra.

Otra característica del presente invento es que de-

tecta condiciones de falta entre fases independientes -
de tal impedancia de fuente. Esta es una característica
extremadamente importante, puesto que el presente inven-
to detecta con exactitud faltas entre fases donde la im-
5 pedancia de fuente puede ser relativamente pequeña en -
comparación con la impedancia de línea. Esto es impor-
tante, puesto que la impedancia de línea, en líneas de
transmisión a larga distancia de alto voltaje es usual-
mente sustancial, haciendo por ello que el método de la
10 técnica anterior de detectar diferencias en los voltajes
efectivos de línea en la detección de faltas entre fases
no sea de confianza.

Todavía otra característica del presente invento -
es que el mismo procura una señal de disparo de tres po-
15 los al circuito de control de disparo de tres fases pa-
ra todas faltas entre fases, que ocurran sobre la línea
de transmisión de energía de tres fases.

Abreviando, de acuerdo con el presente invento, se
procura un circuito de relé protector para hacer funcio-
20 nar un ruptor de circuito de tres polos, conectado en -
una línea de energía/^{de} corriente alterna de tres fases. -
El circuito de relé protector incluye medios para desa-
rrollar una primera señal representativa de un voltaje
de componente simétrico de consecuencia positiva, deri-
25 vado de los voltajes de línea de tres fases de la línea
de energía en la posición del relé. También se procuran
medios para desarrollar una segunda señal representati-
va del producto de la corriente de componente simétrico

de secuencia positiva de la línea de energía y una impedancia constante predeterminada. Se procura un primer medio sumador para sumar la primera y segunda señales para producir una señal a la salida del primer medio sumador correspondiente a $(V_1 - I_1 Z_{1R})$, donde V_1 es proporcional a la corriente de línea de secuencia positiva y Z_{1R} es la impedancia de réplica, que es proporcional a la impedancia de secuencia positiva de la línea. Se procura un medio en el circuito de relé protector para desarrollar una tercera señal $(I_0 Z_{1R})$ que es representativa del producto de una cantidad I_0 proporcional al componente simétrico de secuencia 0 de la corriente de línea y dicha impedancia de réplica Z_{1R} . Se procura un segundo medio sumador en el circuito de relé protector para sumar el valor absoluto de la salida del primer medio sumador que es $|V_1 - I_1 Z_{1R}|$ y el valor absoluto de la tercera señal que es $|I_0 Z_{1R}|$ para procurar una salida de señal de restricción, representativa de esta suma. Se procura un medio de circuito para generar una señal para el uso al disparar los tres polos de dicho ruptor de circuito, cuando dicha señal de restricción caiga por debajo de un valor predeterminado.

En otro aspecto del presente invento, la salida de señal de disparo de tres polos se procura como una de tres entradas a un paso OR para procurar señales de disparo de tres polos a un circuito de control de disparo de tres fases para disparar los tres polos del ruptor. Puede hacerse pasar esta señal a través del circuito OR

con otras dos entradas. La segunda entrada al circuito OR es una señal generada por operación de un relé de distancia de secuencia positiva. Esta última señal es restringida o negada cuando el relé de exceso de corriente de secuencia cero con restricción de corriente de secuencia positiva, produce una salida al ocurrir una falta de línea simple hacia tierra, que puede detectarse por el relé de distancia de secuencia positiva. Por lo tanto, la segunda entrada al circuito OR asegura la detección de faltas graves entre fases interiores cercanas, pero se discrimina contra faltas de línea simple hacia tierra.

La tercera entrada al circuito OR es una señal generada por un detector de nivel de voltaje de secuencia positiva cuando dicho voltaje de secuencia positiva es menor o igual a un valor predeterminado. Esta señal produce una señal de disparo de tres polos en el circuito de control de disparo de tres fases en el caso de faltas graves próximas interiores en doble línea hacia tierra que en ciertas condiciones pueden no detectarse por los circuitos, que suministran la segunda entrada al circuito OR.

Es conocido, que por el uso de análisis de componentes simétricos, ciertos valores predeterminados de voltajes de componente simétrico por unidad ocurren en el lugar de una condición de falta, dependiendo del tipo de condición de falta que ocurra. Por ejemplo, el voltaje de componente simétrico de frecuencia positiva se iguala a cero en la posición de la falta cuando existe una falta de tres fases. Además, el voltaje del componente simétri-

co de frecuencia positiva en la falta es igual aproximada-
mente a dos tercios del voltaje de fuente, donde exista -
una falta de línea simple hacia tierra, si se supone que
son iguales las tres impedancias de componente simétri--
5 cas. Por el uso, de estos valores, pueden usarse los vol-
tajes, que aparezcan sobre el relé, después de compensa--
ción de caídas de voltajes de línea hacia el punto de la
falta, para indicar el tipo de faltas, que han ocurrido.

Al propósito de ilustrar el invento, se representan
10 en el dibujo, formas que se han preferido al presente, -
debiéndose entender, sin embargo, que este invento no es-
tá limitado a las disposiciones precisas ni a los instru-
mentos ilustrados.

La figura 1 es un diagrama esquemático en forma de -
15 diagrama de bloque de una ejecución de circuitos de relés
protectores para generar una señal de disparo de tres po-
los de acuerdo con el presente invento.

La figura 2 es un diagrama ilustrando el voltaje de
20 secuencia positiva en la posición de una falta de línea -
simple hacia tierra.

La figura 3 es un diagrama ilustrando el voltaje de
secuencia positiva en el caso de una falta de línea a lí-
nea.

La figura 4 es un diagrama ilustrando voltaje de se-
25 cuencia positiva en el caso de una falta de doble línea
hacia tierra.

La figura 5 es un diagrama ilustrando el voltaje de
secuencia positiva en una falta de tres fases.

La figura 6 es un diagrama esquemático en forma de diagrama de bloque, de un circuito sumador de valor absoluto de acuerdo con una forma del presente invento.

5 La figura 7 es un diagrama de perfil de voltaje representativo del voltaje de secuencia positiva a lo largo de la línea, que debe ser protegida con una falta de tres fases al final de la línea. La figura 7 también -- ilustra la cantidad $V_1 - I_1 Z_{1R}$ en comparación con la señal de operación $0,5kE_1$ bajo las condiciones de falta --
10 ilustradas. En la figura 7, A representa falta al final de la línea; B representa falta de tres fases.

La figura 8 es un diagrama de perfil de voltaje similar a la figura 7, pero con una falta de doble línea hacia tierra al final de la línea. En la figura 8 representa C falta de doble línea hacia tierra.
15

La figura 9 es un diagrama de perfil de voltaje similar a la figura 7, pero con una falta de fase a fase al final de la línea. En la figura 9 representa D, falta de fase a fase.
20

La figura 10 es un diagrama de perfil de voltaje -- similar a la figura 7, pero con una falta de línea simple hacia tierra al final de la línea. En la figura 10 representa E, falta de línea simple hacia tierra.

25 La figura 11 es un diagrama de perfil de voltaje -- similar a la figura 7, pero con una falta de tres fases en el centro de la línea. En la figura 11 representa F, falta en el centro de la línea y G falta de tres fases.

La figura 12 es un diagrama de perfil de voltaje - similar a la figura 7, pero con una falta de doble línea hacia tierra en el centro de la línea. En la figura 12 representa H falta de doble línea hacia tierra.

5 La figura 13 es un diagrama de perfil de voltaje - similar a la figura 7, pero con una falta de fase a fase en el centro de la línea. En la figura 13 significa I falta de fase a fase.

10 La figura 14 es un diagrama de perfil de voltaje - similar a la figura 7, pero con una falta de línea simple hacia tierra en el centro de la línea. En la figura 14 significa J falta de línea simple hacia tierra.

15 La figura 15 es un diagrama esquemático en forma - de diagrama de bloque de un relieve de corriente de secuencia, pero con restricción de corriente de secuencia positiva utilizada en una ejecución del presente invento.

20 La figura 16 es un diagrama esquemático en forma - de diagrama de bloque de un detector de nivel de voltaje de secuencia positiva utilizado en una ejecución del -- presente invento.

25 Haciendo ahora referencia al dibujo en detalle, en que números semejantes indican elementos análogos, se ilustra en la figura 1 una línea -10- de transmisión de energía de corriente alterna de tres fases, compuesta - de los conductores, -12-, -14-, y -16-. La línea va provista de un ruptor de circuitos -18- teniendo los polos -20-, -22- y -24-. Los polos -20-, -22- y -24- son susceptibles de ser accionados individualmente o al unísono

no por el circuito -26- de control de disparo de tres -
fases.

La línea -10- está provista de tres transformado--
res de corriente -28-, -30- y -32-. Las salidas de los
5 transformadores de corriente -28-, -30- y -32- son ali-
mentadas hacia un circuito transactor -34-. Circuitos o
dispositivos transactores son bien conocidos en la téc-
nica. La salida de voltaje secundario del transactor se
relaciona con la corriente primaria por una constante de
10 proporcionalidad compleja un operador de vector, conoci-
do como impedancia Z de transferencia del transactor. El
voltaje de salida del transactor -34-, por lo tanto, es
proporcional a la corriente de línea, multiplicada por
una impedancia de transferencia constante preselecciona-
15 da, donde la impedancia de transferencia del transactor
se selecciona para que sea igual a la impedancia de ré-
plica Z_{1R} . La impedancia de réplica Z_{1R} es proporcio--
nal a la impedancia de secuencia positiva de la línea y
se hará referencia a ella con más detalle posteriormen-
20 te. Una discusión detallada ulterior de tal transactor
puede obtenerse como referencia de la patente de EE.UU.
3.374.399 de Dewey, que se ha transferido al titular de
la presente patente y las enseñanzas de la cual se in--
corporan en la presente como referencia. Alternativamen-
25 te, un transformador de corriente con un reactor conec-
tado a través del mismo, en su salida, puede usarse en
lugar del transactor -34- como es bien conocido de los
expertos en la materia.

Las salidas del transactor -34- son alimentadas a la red -36- de componente simétrico de corriente en se cuencia positiva. Corriente de secuencia positiva, ne- gativa y cero y redes de componente simétrico de volta- je son bien conocidas para los expertos en la materia y no se describirán aquí con mayor detalle. Puede ha-- cerse referencia en ello al libro de texto titulado -- "Symmetrical Components" al que se ha hecho referencia arriba y a la patente de EE.UU. nº 3.992.651 que se con- cedió el 16 de noviembre de 1976 y está transferida al titular de la presente patente. La salida de la red -- -36- de componente simétrico de corriente de secuencia positiva es una señal de voltaje, proporcional al pro-- ducto inverso del componente de secuencia positiva de las corrientes en la línea de energía -10- y la impedan- cia de réplica de la línea -10-, cuya señal puede ser de signada como $(-I_1 Z_{1R})$.

Otra señal de voltaje V_1 es generada sobre la lí-- nea -38- por el transformador de potencial y por la red -40- de componente simétrico de voltaje de secuencia ne- gativa, cuya señal es proporcional al componente de se- cuencia positiva de los voltajes de línea sobre la lí-- nea -10- de energía en el lugar de comprobación de relé.

La señal V_1 de voltaje es aplicada al filtro -42-. La salida de la red -36- $(-I_1 Z_{1R})$ de componente simétri- co de corriente de secuencia positiva se alimenta al -- filtro -44-. Los filtros -42- y -44- se sintonizan a la frecuencia fundamental de la corriente alterna de la lí

nea -10- de transmisión de energía. Los filtros -42- y -44- eliminan filtrando señales extrañas y señales transientes y ayudan a procurar una transición suave entre condiciones previas a la falta y posteriores a la falta.

5 Tales filtros son bien conocidos para los expertos en la materia. Por ejemplo, los filtros -42- y -44- pueden ser del tipo descrito en conexión con la figura 2 de la solicitud de patente de los EE.UU. 640.308 del mismo inventor que la presente, que fué presentada el 12 de Diciembre de 1.975. Sin embargo, se entiende que pueden usarse

10 otros varios circuitos de filtro, adecuados para los filtros -42- y -44-. Las salidas de los filtros -42- y -44- se alimentan al amplificador sumador -46-. La salida del amplificador sumador -46- es proporcional a la diferencia entre la señal V_1 y la señal $(I_1 Z_{1R})$. La salida del amplificador sumador -46- se alimenta como una entrada al circuito -48- sumador de valor absoluto. Resultará evidente para los expertos en la materia que el amplificador sumador -46-, en su lugar, puede ser un amplificador de diferencia, si la salida de la red -36- de componente simétrico de corriente de secuencia positiva no se invierte según se ha descrito más arriba.

15

20

Para derivar una cantidad representativa del componente de secuencia cero de las corrientes en la línea -10-,

25 se conectan tres transformadores de corriente, uno para cada fase, en paralelo y tienen un transactor -56- conectado a través de sus terminales, todo ello de una manera convencional. La salida a través de los transformadores

de corriente -50-, -52- y -54- es igual a tres veces el componente de corriente de secuencia cero en las corrientes en la línea -10-. La salida del transactor -56- es proporcional al producto de dicho componente de corriente de secuencia cero y la impedancia de réplica Z_{1R} para producir la salida $(I_0 Z_{1R})$. La salida del transactor -56- se alimenta a través del filtro -58-. El filtro -58- puede ser idéntico a los filtros -42- y -44-. La salida del filtro -58- se alimenta a una segunda entrada del circuito -48- sumador de valor absoluto.

El circuito -48- sumador de valor absoluto toma el valor absoluto de las señales presentes sobre cada una de sus entradas y suma estas dos señales de componente de valor absoluto para producir un voltaje de salida restrictor sobre la línea -60- que es igual a $|V_1 - I_1 Z_{1R}| + |I_0 Z_{1R}|$. Se procura un medio para producir una señal de disparo de tres polos solo cuando el voltaje restrictor sobre la línea -60- cae por debajo de un nivel predeterminado. En la ejecución ilustrada este medio es un comparador de amplitud -62-, en que el voltaje restrictor es comparado con un voltaje de operación seleccionable sobre la línea -64- producido por la fuente -66- de voltaje de operación seleccionable. El comparador de amplitud -62- solo produce una salida V_{1X} cuando el voltaje restrictor sobre la línea -60- es menor que el voltaje de operación sobre la línea -64-. El voltaje V_{1X} es una señal de disparo de tres polos que se suministra por vía del paso -68- OR para controlar por ello el cir

cuito -26- de control de disparo de tres fases.

Resumiendo, se genera una señal V_{1X} de disparo de tres polos sobre la línea -60- para controlar el circuito -26- de control de disparo de tres fases por vía de la línea -72- cuando la suma de dos cantidades de valor absoluto falle en exceder de un valor predeterminado. La primera cantidad de valor absoluto se genera a partir de la diferencia de una señal V_1 , proporcional al componente de secuencia positiva sobre los voltajes de línea y una señal $I_1 Z_{1R}$ proporcional al producto del componente de secuencia positiva de las corrientes de línea y la impedancia de réplica de la línea. Esta primera cantidad de valor absoluto puede considerarse que es proporcional al voltaje de secuencia positiva para una falta, que ocurra en el extremo alejado de la línea, suponiendo que la línea de impedancia de réplica se seleccione para ser -- igual a la impedancia de línea de secuencia positiva actual. En la práctica, la impedancia de réplica Z_{1R} puede seleccionarse para que sea ligeramente mayor que la impedancia de línea de secuencia positiva con el fin de procurar un factor de seguridad al asegurar que las faltas entre fases en el final de la línea sean detectadas. La antes mencionada segunda cantidad de valor absoluto es proporcional al componente de secuencia cero de las corrientes de línea, multiplicados por la impedancia de réplica Z_{1R} . El valor absoluto de la cantidad $(I_0 Z_{1R})$ se suma al valor absoluto de la antedicha primera cantidad para procurar el seguro de que los tres polos del ruptor de

circuito no sean disparados por faltas de línea simple -
 hacia tierra. Para explicar esto más detalladamente, la
 cantidad ($I_0 Z_{1R}$) es típicamente de magnitud significati-
 va para aquellas faltas de línea simple hacia tierra, don-
 5 de la cantidad de ($V_1 - I_1 Z_{1R}$) es menor que el nivel de
 señal operativa. ($V_1 - I_1 Z_{1R}$) es típicamente menor que el
 de señal operativa para faltas de línea simple hacia tie-
 rra en aquella porción de la línea más cercana al relé.
 Por lo tanto, para tales faltas la adición de $I_0 Z_{1R}$ da -
 10 por resultado una señal de restricción lo bastante alta
 sobre la línea -60- para impedir que el comparador -62-
 funcione para producir disparo de tres polos.

Como se ha mencionado aquí arriba, si la señal res-
 trictora desarrollada sobre la línea -60- no excede del
 15 voltaje de operación sobre la línea -64-, el comparador
 -62- generará una señal V_{1X} , que se suministra efectiva-
 mente al circuito -26- de control de disparo de tres fa-
 ses para permitir el disparo de tres polos del ruptor, -
 suponiendo que otras condiciones de control desarrollen
 20 una señal sobre la línea -74- indicando que la falta en-
 tre fases detectada es interna en la línea, que debe pro-
 tegerse. Se entenderá que el término de falta entre fa-
 ses significa una falta, que comprende más de una falta
 simple, tal como una falta de doble línea hacia tierra,
 25 una falta de fase hacia fase o una falta de tres fases.

Haciendo referencia todavía a la figura 1, se procu-
 ra un paso OR -68- con entradas -86-, -88- en adición a -
 la entrada -70-. La entrada -86- se suministra desde la

salida del medio -90- lógico de paso AND. El medio -90- lógico de paso AND recibe una entrada sobre la línea -- -92- desde el relé -94- de distancia de secuencia positiva y una entrada sobre una entrada -96- inversora o -- una no inversora del relé -98- de exceso de corriente -- de secuencia cero. El relé -98- de exceso de corriente de secuencia cero está provisto de restricción de corriente de secuencia positiva. Estos dos relés -94- y -98- están típicamente energizados desde los mismos -- transformadores de corriente y potencial que se usan -- para el relé ya descrito ilustrado en la caja -112- de línea punteada.

El relé -94- de distancia de secuencia positiva -- puede ser de un tipo que es conocido para los expertos en la materia. Uno de estos relés de distancia de secuencia positiva, adecuados es aquel fabricado por la -- General Electric Company que se designa con el tipo -- SLYP 51B y que se describe en el manual de instrucciones GEK-41.959 de la General Electric. Relés de distancia también se describen en la solicitud pendiente simultáneamente del mismo inventor, que recibió en los -- EE.UU. el número de serie 640.308 que fue presentada el 12 de Diciembre de 1975 y que se transfirió al titular de la presente. En la figura 6 de aquella solicitud se describe en la figura 6 un relé de distancia de fase -- simple. Un relé direccional de secuencia positiva se -- describe en la figura 4. Un relé -94- de distancia de secuencia positiva adecuado puede comprender el relé de

distancia ilustrado en la figura 6 de aquella solicitud con entradas de secuencias positivas según se describe respecto a la figura 4 de tal solicitud. Alternativamente, la función del relé -94- de distancia de secuencia positiva puede procurarse por tres relés de distancia de fase simple, cuyas salidas se combinan en un paso -- AND.

El funcionamiento del relé -94- de distancia de secuencia positiva procura una señal de salida sobre la línea -92- en respuesta a graves faltas de acercamiento sobre las líneas de transmisión -10-, que no puedan ser recogidas por los circuitos, que suministran la señal V_{1X} . El relé -94- de distancia de secuencia positiva es máximamente sensible a faltas de tres fases, algo menos sensible a faltas de doble línea hacia tierra, menos sensible a faltas de fase a fase y con sensibilidad mínima a faltas de línea simple hacia tierra. Sin embargo, bajo ciertas condiciones, el relé -94- de distancia de secuencia positiva puede detectar una falta de línea simple hacia tierra. Para ello, el relé -94- de exceso de corriente de secuencia cero está previsto para detectar faltas de línea simple hacia tierra. Cuando se detecta una falta de línea simple hacia tierra por el relé -98- de exceso de corriente de secuencia cero, se suministra una salida a la no entrada de -96- del paso -- -90- AND, impidiendo la generación de una señal desde la salida del paso -90- AND sobre la línea de entrada -86- del paso OR -68-. La función del relé -98- de exce

so de corriente de secuencia cero con la descripción de secuencia de corriente positiva es obtener el componente I_0 de secuencia cero y restarle de aquella corriente I_1 de secuencia positiva multiplicada por el factor K_1 .

5 Esto se ajusta usualmente para que exceda de un ajuste sensitivo S. Un tipo adecuado de relé -98- de exceso de corriente de secuencia cero se vende por la General -- Electric como una parte de su equipo de relés de los - tipos SLCN51 B y SLCN51A. El equipo de tipo SLCN51B in-

10 cluyendo el relé de exceso de corriente de secuencia ce ro con restricción de corriente de secuencia positiva - se describe en el manual de instrucción de la General - Electric GEK 45397. Una ejecución preferida del relé de exceso de corriente de secuencia cero con restricción -

15 de corriente de secuencia positiva se ilustra en su fi- gura 15 y se describirá posteriormente.

La tercera entrada al paso -68- sobre la línea -88- se procura por un detector -100- de nivel de voltaje de secuencia positiva, que detecta la condición donde el --

20 componente V_1 de voltaje secuencia positiva es menor o igual a una constante predeterminada K_V . En una ejecu-- ción preferida, el valor típico K_V se ajusta para que - sea proporcional a 0,5 por unidad de voltaje de secuen- cia positiva. Sin embargo, se entenderá que pueden se--

25 leccionarse para K_V varios otros valores. El detector - -100- de nivel de voltaje de secuencia positiva toma el voltaje V_1 como puede ser generado sobre la línea de sa lida -38- del transformador potencial y de la red -40-

de componente simétrico de voltaje de secuencia positiva y lo compara con el voltaje K_V constante preseleccionado. Si el voltaje V_1 de secuencia positiva cayese por debajo del voltaje constante preseleccionado, se generará una salida sobre la línea -88-, que hará que se desarrolle una señal de disparo de tres polos sobre la línea -72- por vía del paso OR -68-.

El detector -100- de nivel de voltaje de secuencia positiva asegura la detección de faltas de doble línea hacia tierra, especialmente cuando exista una baja proporción de impedancia Z_{0S} de fuente de secuencia cero hacia impedancia Z_{1S} de fuente de secuencia positiva. El detector de nivel de voltaje de secuencia positiva también detectará graves faltas de tres fases cercanas. El detector -100- de nivel de voltaje de secuencia positiva puede ser considerado como un relé de defecto de voltaje de secuencia positiva. Se han conocido en la técnica, relés de voltaje de defecto y voltaje de exceso de secuencia positiva. Una ejecución preferida del detector -100- de nivel de voltaje de secuencia positiva se ilustra en la figura 16, descrita posteriormente. El funcionamiento de los circuitos aquí citados se describirá ahora. Particularmente, la generación de la señal V_{1X} de disparo de tres polos por los circuitos de la figura 1 encerrados en la línea punteada -112- serán descritos y particularmente la consideración comprendida en seleccionar la salida de voltaje constante predeterminado en la unidad -66- de voltaje de operación seleccionable, que se apli-

ca al comparador de amplitud -62- por via de la línea --
-64-. Como se ha discutido arriba, el comparador de am-
plitud -62- compara una señal de restricción igual a la
suma de las dos cantidades de valor absoluto a la salida
5 de voltaje constante, predeterminado de la unidad -66- -
de voltaje de operación seleccionable -66- y produce una
señal V_{1X} de salida de disparo de tres polos cuando la -
señal restrictora es menor que la diferencia constante -
preseleccionada o el voltaje de operación sobre la línea
10 -64-.

El voltaje de referencia predeterminado o voltaje -
de operación sobre la línea -64- se determina por consi-
deración de los voltajes de componentes simétricos que -
ocurren durante varios tipos de faltas sobre una línea -
15 de tres fases. Es conocido, con ciertas suposiciones razo-
nables sobre la relación entre la secuencia positiva, se-
cuencia negativa e impedancia de secuencia cero en la po-
sición de la falta, que aparecerá una cierta secuencia -
positiva predeterminada por unidad de voltaje en la posi-
20 ción de la falta para un tipo predeterminado de falta. -
Más particularmente, haciendo referencia a la figura 2 y
suponiendo que la impedancia Z_1 de secuencia positiva, -
la impedancia Z_2 de secuencia negativa y la impedancia -
 Z_0 de secuencia cero sean iguales, una falta de línea --
25 simple hacia tierra hará que el voltaje V_{1F} de secuencia
positiva de la falta -76- sea igual a dos tercios de E_1 ,
donde E_1 es el voltaje de secuencia positiva de la fuen-
te.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se ilustra en la misma un diagrama componente simétrico, que ilustra el voltaje por unidad bajo los supuestos arriba indicados, que se genera en una falta de línea a línea que ocurra en el punto -78-. Como se ilustra en la figura 3 el voltaje V_{1F} que ocurre en el caso de una falta en el punto -78- sería igual a la mitad del voltaje E_1 , o, en otras palabras, la mitad del voltaje del componente simétrico de secuencia positiva por unidad.

Haciendo ahora referencia a la figura 4, en la misma se ilustra un diagrama que ilustra el voltaje V_{1F} que ocurre en una falta de doble línea hacia tierra en el punto -80-. El voltaje, que ocurre en la falta sería un tercio del voltaje E_1 , en otras palabras, un tercio del voltaje de componente simétrico de secuencia positiva por unidad. De nuevo esto es exactamente correcto -- cuando se hace el supuesto de que las tres impedancias Z_1 , Z_2 y Z_3 de componente simétrico son iguales. En la práctica, la impedancia Z_1 de secuencia positiva y las impedancias de secuencia negativa son sustancialmente iguales. El sistema funciona bastante bien, en tanto -- que la proporción de la impedancia Z_0 de secuencia cero total respecto a la impedancia Z_1 de secuencia positiva total caiga entre 0,5 y 2,5, y la proporción de la impedancia Z_{OL} de impedancia de línea de secuencia cero respecto a la impedancia Z_{1L} de línea de secuencia positiva sea igual o mayor que tres, lo que es típico para líneas aéreas.

Haciendo referencia a la figura 5, en la misma se ilustra un diagrama para una condición de falta de tres fases. Con una condición de falta de tres fases el voltaje V_{1F} en una falta -82- de tres fases es igual a 0.

5 Para ilustrar el funcionamiento en la porción del -
circuito en la figura 1 relativa a la generación de la se
ñal V_{1X} es el conjunto de circuitos -112-, cuando se su
pone que ocurre una falta de tres fases al final de la -
línea. El funcionamiento de esta porción del circuito --
10 puede comprenderse mejor haciendo referencia simultánea
mente a las figuras 1, 5 y 7. La figura 7 es perfil de -
voltaje representativo de los voltajes de secuencia posi
tiva sobre una línea de tres fases con una falta de tres
fases en el extremo alejado -84- de la línea. El prefijo
15 k que aparece en las cantidades kE_1 y kV_{1F} denotan que -
estas cantidades llevan la misma relación de proporciona
lidad E_1 y V_{1F} , respectivamente, que lleva V_1 respecto -
al voltaje de frecuencia positiva actual que aparece so
bre la línea -10- en la posición del relé. La impedancia
20 de réplica Z_{1R} se selecciona preferentemente para que --
sea de 125% de impedancia de frecuencia positiva de la lí
nea Z_{1L} y se ilustra como tal en las figuras 7 hasta 14.
Sin embargo, se entiende que otros tantos por cientos al
igual de Z_{1L} pueden seleccionarse, y, bajo ciertas condi
25 ciones, puede ser deseable seleccionar que Z_{1R} sea menor
que cien por ciento de Z_{1L} . En una ejecución preferida -
del presente invento, el voltaje de operación sobre la -
línea -64-, aplicado al comparador de longitud -62-, se

selecciona para representar la mitad del voltaje de secuencia positiva por unidad mínima en el relé bajo condiciones sin falta, es decir, $0,5 kE_1$.

5 La selección del voltaje de operación sobre la línea -64- se basa en la consideración del voltaje de secuencia positiva en la falta, para el caso de falta de fase en fase y esto para una falta de línea simple hacia tierra. Más específicamente, este voltaje de operación debería ser representativo de un voltaje de secuen-

10 cia positiva, que sea aproximadamente igual o esté por encima del voltaje de secuencia positiva de la falta, - en el caso de falta de fase hacia fase y por debajo del voltaje de secuencia positiva más bajo es más alta para el caso de una falta de línea simple hacia tierra.

15 Haciendo referencia a las figuras 2 y 3 esto significa que el voltaje de operación debería estar en el alcance de alrededor de $0,5 kE_1$ hasta $0,67 kE_1$. Para reducir al mínimo la posibilidad de que se inicie el disparo indeseado de tres polos por el circuito -112-, cuando un polo ya está abierto y la fuente de potencial de relé está en el lado de línea del ruptor de circuito, el voltaje de operación se selecciona en el extremo bajo - del alcance, es decir, en $0,5 kE_1$. Para compensar la selección del voltaje de operación en el extremo bajo del

20 alcance, la impedancia de réplica Z_{1R} ha sido seleccionada para que sea mayor que la impedancia de secuencia positiva Z_{1L} de la línea, es decir, 125% de Z_{1L} .

25

Haciendo referencia a las figuras 1, 5 y 7 colecti

vamente, el funcionamiento de la porción del circuito, - que genera la señal V_{1X} , mostrada dentro de la línea -- punteada -112-, se describirá para una falta de tres fases al final de la línea. La posición de relé sobre la línea -10- en cada una de las figuras 7 hasta 14 se designa por el número -110-. Los circuitos -112- para generar la señal V_{1X} se ilustran en la figura 1. Los circuitos -112- producen una salida cuando la suma de los valores absolutos primero y segundo es menor que el voltaje de operación predeterminado, seleccionado, que se habrá escogido en la unidad -66- de voltaje de operación seleccionable. Esto puede expresarse por la siguiente fórmula:

$$0,5kE_1 > \left| V_1 - I_1 Z_{1R} \right| + \left| I_0 Z_{1R} \right|$$

Puesto que $V_1 = K_{V1F} + I_1 Z_{1L}$, $I_0 = 0$ sobre una falta de tres fases, la fórmula arriba indicada se simplifica en:

$$0,5kE_1 > \left| kV_{1F} + I_1 Z_{1L} - 1,25 I_1 Z_{1L} \right| + \left| 0 \right|$$

Haciendo referencia a la figura 5 se observa que $kV_{1F} = 0$ sobre una falta de tres fases el voltaje $kE_1 = I_1 (Z_{1L} + Z_{1S})$ en la que Z_{1L} es la impedancia de secuencia positiva de la línea Z_{1S} es la impedancia de secuencia positiva desde la línea del relé de la fuente como se indica en la figura 7. La fórmula arriba citada, por lo tanto, se simplifica:

$$0,5I_1 (Z_{1L} + Z_{1S}) > \left| -0,25 I_1 Z_{1L} \right|$$

Por lo tanto, puede observarse que la cantidad a la

izquierda, que contiene $(0,5 I_1 Z_{1L})$ tiene que ser mayor
 que $(0,25 I_1 Z_{1L})$ a la derecha. Por lo tanto, una señal
 V_{1X} será generada y una señal de disparo de tres polos
 se suministrará por vía del caso OR -68 y la línea -72-
 5 al circuito -26- del control de disparo de tres fases.
 Estas condiciones se ilustran gráficamente en el diagrama
 del perfil de voltaje, mostrado en la figura 7. El -
 ajuste preseleccionado $0,5 kE_1$ se selecciona aquí en --
 una ejecución preferida y para fines de ilustración y -
 se ilustra en -114- en las figuras 7 hasta 14. Como po-
 10 drá verse en la figura 7, el voltaje de secuencia posi-
 tiva al final de la línea en el punto -84- es cero, ba-
 jo una condición de falta de tres fases. El voltaje V_1 --
 en el relé es igual a $(I_1) (Z_{1L})$, donde Z_{1L} es la impe--
 15 dancia de secuencia positiva de la línea desde la falta
 hasta la posición del relé. El voltaje kE_1 puede expre--
 sarse como la cantidad $(I_1) (Z_{1L} + Z_{1S})$. Esto puede ex--
 presarse como el hecho de que E_1 es igual a la corriente
 de secuencia positiva por la suma de la impedancia de la
 20 línea de secuencia positiva e impedancia de fuente. Pues-
 to que Z_{1R} se ha seleccionado para que sea igual a $1,25$
 Z_{1L} , la cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ es una cantidad negativa,
 que es aproximadamente la mitad del ajuste de $0,5 kE_1$ --
 que se ilustra en -114-. Por lo tanto, una señal V_{1X} se
 25 genera en respuesta a esta condición de la figura 7.

El funcionamiento de los circuitos -112- en el caso
 de una falta de doble línea al final de la línea puede -
 comprenderse mejor haciendo referencia a las figuras 1,

4 y 8. La falta se ilustra sobre el perfil de voltaje de la figura 8 en el punto -124-. De nuevo, se parte de la fórmula de la función de los circuitos -112-, que es:

$$0,5kE_1 > |V_1 - I_1 Z_{1R}| + |I_0 Z_{1R}|$$

5 donde $V_1 = 1/3 kE_1 + I_1 Z_{1L}$ cuando $V_{1F} = 1/3 E_1$ de la figura 4, y $I_0 Z_{1R} = I_0 (1,25 Z_{1L})$ y suponiendo razonablemente que $\frac{Z_{0L}}{Z_{1L}} = 3$ donde Z_{1L} es la impedancia de línea de -

10 secuencia positiva y Z_{0L} la impedancia de línea de secuencia cero, y suponiendo además $Z_{0S} = Z_{1S} = 0,125 Z_{1L}$, donde Z_{0S} es la impedancia de fuente de secuencia cero y Z_{1S} es la impedancia de fuente de secuencia positiva y suponiendo que $Z_{1R} \cong 1,25 Z_{1L}$ y de la figura 4 que

$$15 \quad I_0 \cong \frac{1/3 kE_1}{Z_0} = \frac{kE_1}{3(Z_{0L} + Z_{0S})} = \frac{kE_1}{3(3Z_{1L} + 0,125Z_{1L})}$$

la función se simplifica ulteriormente a

$$0,5kE_1 > \left| \frac{1/3 kE_1 + I_1 Z_{1L} - (1,25) I_1 Z_{1L}}{1} \right| + \left| \frac{1/3 \frac{kE_1}{3(3Z_{1L} + 0,125Z_{1L})}}{(1,25Z_{1L})} \right|$$

20 que se simplifica ulteriormente a:

$$0,5kE_1 > \left| \frac{1/3 kE_1 - 0,25 I_1 Z_{1L}}{1} \right| + \left| \frac{0,134 kE_1}{1} \right|$$

que se simplifica a:

$$0,5kE_1 > \left| \frac{0,467kE_1 - 0,25 I_1 Z_{1L}}{1} \right|$$

25 haciendo que sea evidente que el lado izquierdo es mayor que el lado derecho, asegurando por ello la generación de la señal de disparo de tres polos V_{1X} . Haciendo referencia a la figura 8 puede observarse que el perfil de voltaje de

secuencia positiva, demuestra, de modo consistente, con la figura 4, que el voltaje de secuencia positiva en la falta V_{1F} es igual a $1/3 E_1$. La cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ es ahora un valor positivo que es menor que kV_{1F} . Puede observarse que el relé -94- de distancia de secuencia positiva produce una salida siempre que sea negativa la cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$.

Bajo las condiciones de una falta de fase a fase al final de la línea, que debe ser protegida, como se ilustra en el punto -126- en el perfil del voltaje figura 9, la función de los circuitos -112- de la figura 1 se expone de nuevo con la siguiente fórmula

$$0,5kE_1 > |V_1 - I_1 Z_{1R}| + |I_0 Z_{1R}|$$

en las condiciones de que $I_0 = 0$ sobre una falta de fase a fase y $Z_{1R} \cong 1,25 Z_{1L}$, y de la figura 3, $V_{1F} = 1/2 E_1$, y por lo tanto $V_1 = 1/2 kE_1 + I_1 Z_{1L}$, por lo tanto, esta función se simplifica:

$$0,5kE_1 > |1/2 kE_1 - 0,25Z_{1L}| + |0|$$

Por lo tanto, resulta fácilmente evidente que el lado izquierdo es mayor que el lado derecho y que se generará una señal V_{1X} de disparo de tres polos.

Haciendo referencia a la figura 9 se puede ver fácilmente que la señal V_{1X} de disparo de tres polos será generada, puesto que la cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ es menor que el nivel preseleccionado $0,5 kE_1$ como se ilustra por la línea punteada -114-. El voltaje V_{1F} de secuencia positiva en el punto de la falta -126- al final de la línea, según la figura 3, es igual a la mitad E_1 . Como pue

de verse en la figura 9, en tanto que Z_{1R} se seleccione mayor que Z_{1L} bajo el juego de condiciones especificadas, la señal V_{1X} de disparo de tres polos se generará -- por los circuitos -112--.

5 Haciendo ahora referencia a las figuras 1, 2 y 10 respecto a una falta de línea simple a tierra, puede -- verse que el valor exacto de I_0 no tiene que ser calculado, puesto que la cantidad $|V_1 - I_1 Z_{1R}|$ es mayor -- que $0,5 kE_1$. La adición de la cantidad $|I_0 Z_{1R}|$ solo -
10 haría la cantidad absoluta todavía mayor, no variando - la salida de los circuitos -112-. Con referencia a la - figura 2, puede observarse que V_{1F} es igual aproximadamente a $2/3$ de E_1 . Por lo tanto, haciendo referencia a las figuras 2 y 10 es evidente que la caída de voltaje
15 desde E_1 hasta V_{1F} es aproximadamente $1/3$ por unidad de voltaje o en otras palabras una unidad de voltaje menos $2/3$ por unidad de voltaje, que es igual aproximadamente a $1/3$ por unidad de voltaje. Por lo tanto, la caída a - $1,25$ veces la longitud de la línea es aproximadamente -
20 de $0,4$. Por lo tanto, la cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ es igual aproximadamente a $0,6 kE_1$ que es mayor que $0,5 kE_1$. Por lo tanto, la señal V_{1X} de disparo de tres polos no se - generará en el caso de falta de línea simple a tierra.

Podrían efectuarse cálculos similares para faltas,
25 que ocurran en el centro de la línea o en cualquier otra posición a lo largo de la línea. Sin embargo, puede ser instructivo examinar las figuras 11, 12, 13 y 14 sin -- alargar debidamente la descripción con todos los cálcu-

los. Haciendo ahora referencia a la figura 11, que ilustra una falta de tres fases, que ocurre en el centro de la línea, puede verse que la señal V_{1X} de tres polos no será generada por los circuitos -112-, pero, puesto que la cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ es negativa, el relé -94- de distancia de secuencia positiva generará una salida. Bajo estas condiciones, el relé -98- de exceso de corriente de secuencia cero no generará una salida sobre la línea de entrada -96- al paso AND -90-. Por lo tanto, será generada una señal sobre la entrada -86- hacia el caso OR -68- haciendo que una señal de disparo de tres polos se suministre por vía de la línea -72- al circuito -26- de control de disparo de tres fases.

Haciendo ahora referencia a la figura 12 en conexión con una falta de doble línea hacia tierra, que ocurra en el punto -118- en el centro de la línea, puede verse que el voltaje de secuencia positiva en la falta V_{1F} es mayor que $1/3$ de E_1 debido a la impedancia de secuencia cero de la línea (Z_{0L}) que es mucho mayor que la impedancia de secuencia positiva de la línea (Z_{1L}). La cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ se ilustra en relación con el ajuste de nivel -114-. Puede calcularse que la cantidad $I_0 Z_{1R}$ sería igual aproximadamente a $0,264 kE_1$. Por lo tanto, aunque la suma de los dos componentes de valor absoluto de la señal estaría cerca del nivel $0,5 kE_1$, la señal V_{1X} de disparo de tres polos sería generada. En todo caso, puesto que es negativa la cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ el circuito -94- de relé de distancia de -

secuencia positiva generaría una salida sobre la línea -92- hacia el paso AND -90-. Bajo estas circunstancias, no existiría una señal restrictiva sobre la entrada -96- del paso AND -90-. Por lo tanto, una señal de disparo de tres polos estaría presente sobre la entrada -86- del paso OR -68-, suministrando por ello una señal de disparo de tres polos por vía de la línea -72- hacia el circuito --26- de control de disparo de tres fases.

Haciendo ahora referencia a la figura 13, en la misma se ilustra un perfil de voltaje de secuencia positiva o una línea -10- teniendo una falta de fase a fase situada en el punto -120-, que es el punto central de la línea. Bajo estas condiciones, la corriente I_0 de secuencia cero sería igual a cero. Como puede observarse en la figura 13, la cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ es negativa y es sustancialmente menor que el valor cero predeterminado seleccionado de $0,5 kE_1$, indicado por la línea punteada --114-. Por lo tanto la señal V_{1X} de disparo de tres polos se generaría por los circuitos -112- y el relé -94- de distancia de secuencia positiva procuraría una señal de salida al paso de AND -90- por vía de la entrada -92-.

Haciendo referencia ahora a la figura 14, se ilustra en la misma un perfil de voltaje para una falta desde línea simple hasta tierra, que ocurra sobre la línea -10- en el punto -120-, que es el punto central de la línea -10-. El voltaje en el caso de la falta V_{1F} es mayor que $2/3$ de E_1 , puesto que Z_{0L} es mucho mayor que Z_{1L} , como puede observarse de la figura 2. Puede verse que bajo es

tas condiciones no se genera una señal de disparo de --
tres polos. Los circuitos -94- de relé de distancia de
secuencia positiva no generan una salida, puesto que es
positiva la cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$. La señal V_{IX} del dis
5 paro de tres polos no se desarrolla, puesto que la suma
de las cantidades de valor absoluto excederá del nivel
de $0,5 kE_1$. En efecto, la cantidad $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ sola ex-
cede del valor $0,5 kE_1$. El detector -100- de nivel de -
voltaje de secuencia positiva no producirá ninguna sali-
10 da, puesto que el voltaje V_1 excederá del valor de K_V .
 K_V en una ejecución preferida puede seleccionarse para
que sea igual a una cantidad representando 0,5 por uni-
dad de voltaje.

Resultará evidente de la discusión arriba efectua-
15 da y de los perfiles de voltaje de las figuras 7 - 14 -
que, si Z_{1S} fuese sustancialmente menor que lo ilustra-
do en las figuras 7 - 14, habria poca variación en la -
línea de perfil de voltaje con el resultado de que la -
cantidad restrictora $(V_1 - I_1 Z_{1R})$ seria menos positiva
20 o más negativa que lo ilustrado por solo una pequeña can-
tidad. Como resultado, esta reducida impedancia de fuen-
te tendria poco efecto sobre la relación entre el voltaje
de operación de $0,5 kE$ y la cantidad restrictora $(V_1 - I_1 Z_{1R})$
especialmente para faltas cercanas al extremo alejado de
25 la línea.

Haciendo ahora referencia a la figura 6, en la mis-
ma se muestran circuitos -140- que pueden usarse para rea-
lizar la función de suma de valor absoluto, efectuada por

el circuito -48- valor de valor absoluto en la figura 1. El circuito -140- sumador del valor absoluto está provisto de una entrada ($I_0 Z_{1R}$) sobre la línea de entrada -142- hacia el circuito -144- del rectificador de onda completa. La salida de señal desde el amplificador -46- sumador que es ($V_1 - I_1 Z_{1R}$) podrá ser aplicada a la entrada -146- del rectificador -148- de onda completa. Los rectificadores de onda completa -144- y -148- pueden ser circuitos rectificadores convencionales bien conocidos, tales como los descritos en la solicitud de patente de EE.UU. pendiente simultáneamente, serie número 640.308 del mismo inventor, que se transfiere al titular de la presente solicitud. Sin embargo, se comprenderá que pueden usarse en la puesta en práctica del presente invento varios tipos de circuitos rectificadores de onda completa, bien conocidos para los expertos en la técnica. Las salidas rectificadas de onda completa de los circuitos rectificadores de onda completa -144- y -148- son alimentados por vía de las líneas -150- y -152- al amplificador sumador -154-. La salida del amplificador sumador -154-, sobre la salida -156- puede ser la señal de restricción mostrada sobre la línea -60- de la figura 1. En una ejecución alternativa del presente invento, la función del comparador de amplitud -62- y el circuito -48- sumador de valor absoluto pueden combinarse en los circuitos -140- procurando una señal obligadora o un voltaje de operación sobre la entrada -158- al amplificador sumador -154-, que se ilustra en líneas punteadas. En esta ejecu

ción alternativa, el amplificador sumador -154- produciría una señal V_{1X} de disparo de tres polos sobre la línea -156- siempre que la suma de las señales de valor absoluto sobre las líneas de entrada -150- y -152- no excediese de la señal de voltaje de operación, aplicada a la entrada -158- para un tiempo apropiado según se puede determinar por el dispositivo ajustador de tiempo (no ilustrado) contenido en el amplificador sumador -154-, con el fin de disminuir al mínimo el efecto de la salida de rizo de los rectificadores de onda completa. Se comprenderá por los expertos en la materia que ésta es una modificación, que puede hacerse en el presente invento para reducir la cantidad de material requerida.

Haciendo referencia ahora a la figura 15, se ilustra en la misma una ejecución de relé de exceso de corriente de secuencia cero, con una restricción de corriente de secuencia positiva. Una señal I_0 de componente de corriente de secuencia cero se alimenta por vía de la línea -160- al rectificador -162- de onda completa. Una señal I_1 de componente de corriente de secuencia positiva se alimenta por vía de la línea -164- al rectificador -166- de onda completa. Los rectificadores de onda completa -162- y -166-, pueden ser similares a los circuitos rectificadores de onda completa -144- y -148-. La salida de circuitos rectificadores -166- de onda completa se alimenta por vía del amplificador inversor -168- al amplificador sumador -170-. La salida del rectificador -162- de onda completa se alimenta por vía de la línea de entrada -

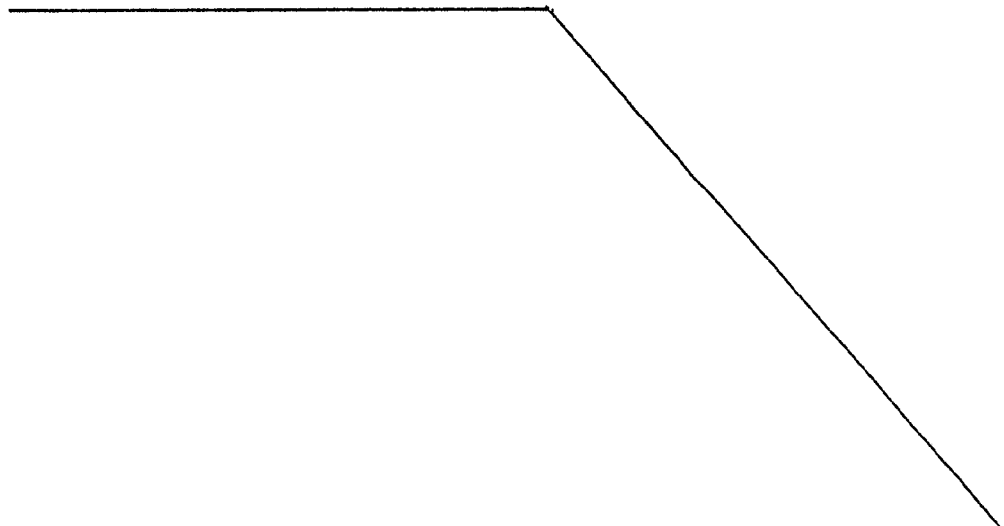
-171- al amplificador sumador -170-. Una señal obligada
ra o señal de ajuste de nivel se procura al amplifica--
dor sumador -170- desde el circuito de ajuste del nivel
-172- por via de la línea -174-. El circuito -172- de -
5 ajuste de nivel suministra el valor de S en la función
de salida que es $(I_0 - K_1 I_1) > S$. S es el valor sensiti
vo seleccionado. El valor de K_1 se inserta en el circui
to por la selección y/o ajuste de resistores, que puede
ser variable, en el circuito de entrada del amplifica--
10 dor -170-. La salida del amplificador sumador -170- se
alimenta a un regulador de tiempo -176-, que detecta --
la requerida salida de función para un periodo de tiem
po mínimo tal como noventa grados eléctricos para impe
die el funcionamiento del efecto de rizo de las salidas
15 del rectificador.

Haciendo ahora referencia a la figura 16, en la --
misma se ilustra un circuito en forma de diagrama de --
bloque, que puede ser utilizado como un detector de ni
vel de voltaje de secuencia positiva para detectar la -
condición de que el voltaje de secuencia positiva en el
20 relé es menor que el valor constante predeterminado K_V .
Como se ha indicado aquí más arriba, el valor K_V se se
lecciona preferentemente para que sea igual a una canti
dad representando, 0,5 por voltaje de unidad. El volta
25 je de secuencia positiva en el relé V_1 que debe obtener
se de la salida -38- del transformador del potencial y
de la red -40- de componente simétrico voltaje de se--
cuencia positiva, se alimenta por via de la línea -180-

al rectificador -182- de onda completa. El rectificador de onda completa -182- debe ser similar a los rectificadores de onda completa -144- y -148-. La salida del rectificador -182- de onda completa se alimenta a un detector de nivel -184- que detecta la condición de que V_1 - es menor o igual a un valor constante seleccionado K_V . - La salida del detector de nivel -184- es alimentada a un regulador de tiempo -186-, que asegura que la condición del V_1 que es menor o igual a K_V , existe durante un periodo de tiempo mínimo predeterminado con el fin de impedir que el circuito funcione sobre la salida de rizo del amplificador.

El presente invento puede ser realizado en otras formas específicas sin apartarse de la idea o de sus -- atributos esenciales y, por lo tanto deberá hacerse referencia a las reivindicaciones anexas en lugar de referirse a la memoria precedente como indicativo del alcance del invento.

La presente patente de invención recaerá sobre las reivindicaciones que se indican a continuación.



REIVINDICACIONES

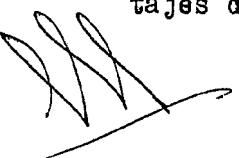
1ª.- Mejoras en circuitos eléctricos de relés protectores para control del disparo de tres polos de un ruptor de circuito, conectado en una línea de energía de corriente alterna de tres fases, en respuesta a una falta comprendiendo más de una fase simple, caracterizadas por comprender: (a) medios para desarrollar una primera señal representativa del componente simétrico de secuencia positiva de los voltajes de línea de dicha línea de energía en la posición del relé; (b) medios para desarrollar una segunda señal representativa del producto del componente simétrico de secuencia positiva de las corrientes en dicha línea de energía y una impedancia constante predeterminada; (c) medios para sumar dichas primera y segundas señales para producir una señal de salida de diferencia, representativa de dicha primera señal menos dicha segunda señal; (d) medios para desarrollar una tercera señal, que es representativa del producto del componente simétrico de secuencia cero de las corrientes en dicha línea de energía y la citada impedancia constante predeterminada; (e) medios para sumar el valor absoluto de la señal de salida de diferencia de dicho medio sumador y el valor absoluto de dicha tercera señal para procurar una salida de señal restrictora, representativa de la suma de dichos valores absolutos y (f) medios comparadores para generar una señal de salida de disparo de tres polos para controlar el disparo de dicho ruptor de circuito en respuesta a la señal restrictora, cayendo por debajo de un valor predetermina--



do seleccionado.

2ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracteri-
zadas por comprender además: (a) un relé de distancia -
de componente simétrico de secuencia positiva para pro-
5 curar una salida de señal de falta, al detectar condicio-
nes predeterminadas de falta en dicha línea de energía;
(b) un relé de exceso de corriente de secuencia cero, -
con una función restrictora de frecuencia de corriente
positiva para producir una salida de señal en respuesta
10 de una falta de línea simple hacia tierra; (c) medios ló-
gicos para restringir la salida de señal de falta del re-
lé de distancia de secuencia positiva cuando dicho relé
de exceso de corriente de secuencia cero produce una sa-
lida de señal, pero procurando de otro modo una señal de
15 salida en respuesta a la presencia de una salida de señal
de falta del relé de distancia de componente simétrico -
de secuencia positiva y (d) medios de circuitos OR para
recibir, como entradas, la señal de salida de dicho me-
dio lógico y la señal de salida de dichos medios compará-
20 dos para controlar el disparo de los tres polos del rup-
tor de circuito en respuesta a la recepción, bien sea de
la señal de salida de dicho medio lógico, o la señal de
salida de dicho medio comparador.

3ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracteri-
25 zadas por comprender además: (a) un detector de nivel de
voltaje de secuencia positiva que responde al voltaje de
un componente simétrico de secuencia positiva de los vol-
tajes de línea, de dicha línea de energía, produciendo -



dicho detector el nivel de voltaje de secuencia positiva una señal de salida cuando dicho voltaje de componente - simétrico de secuencia positiva cae por debajo de un nivel predeterminado y (b) medios de circuito OR para recibir la señal de salida de dicho detector de nivel de voltaje de secuencia positiva y la señal de salida de dicho medio comparador para controlar el disparo de los tres polos del ruptor del circuito en respuesta a la recepción por el circuito OR de alguna de dichas entradas.

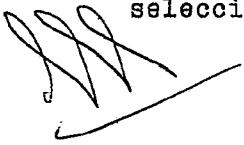
5

10 4ª.- Mejoras según la reivindicación 2ª, caracterizadas por comprender además: un detector de nivel de voltaje de secuencia positiva, que responde al componente - simétrico de secuencia positiva de los voltajes de línea de dicha línea de energía, produciendo dicho detector de nivel de voltaje de secuencia positiva una señal de salida cuando dicho componente simétrico de secuencia positiva de los voltajes de línea cae por debajo de un nivel - predeterminado, recibiendo dicho medio de circuito OR, - como tercera entrada, la señal de salida de dicho detector de nivel de voltaje de secuencia positiva y actuando para procurar una señal para controlar un disparo de los tres polos del ruptor de circuito, en respuesta a la recepción por el circuito OR de alguna de las tres entradas.

15

20

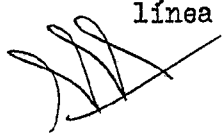
25 5ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracterizadas porque dicho medio comparador comprende un circuito comparador y medios para producir un voltaje de operación seleccionable, teniendo un nivel de referencia predeter-



minado, comparando dicho circuito comparador dicha señal restrictora con dicho voltaje de operación predeterminado y produciendo una señal de disparo de tres polos de salida en respuesta a la señal de restricción, que caiga -
5 por debajo de dicho nivel de voltaje de referencia predeterminado.

6ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracterizadas porque (a) dicha primera señal se relaciona con dicho componente de secuencia positiva de los voltajes de línea en la posición de relé por un factor k de proporcionalidad predeterminada y (b) porque dicho valor predeterminado seleccionado de (f) en la reivindicación 1, está situado entre alrededor de 0,5 y 0,6 veces el componente de secuencia positiva mínimo de los voltajes de línea, que aparecen en la posición del relé bajo condiciones sin falta por dicho factor de proporcionalidad.
10
15


7ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracterizadas por (a) dicha primera señal es relacionada con dicho componente de secuencia positiva de los voltajes de línea en la posición del relé por un factor k de proporcionalidad predeterminado y (b) porque dicho valor predeterminado seleccionado (f) en la reivindicación 1ª está por encima de k veces el voltaje de secuencia positiva - que aparece en el caso de falta sobre dicha línea para -
20 una falta de fase a fase y por debajo de k veces el voltaje de secuencia positiva más bajo en la falta, para el caso de una falta de línea simple hacia tierra sobre la línea de energía.
25



8ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracteri-
zadas porque dicho medio para sumar dichas señales 1 y 2
para producir una señal de salida de diferencia, incluye
un amplificador sumador, provisto de una primera y una -
5 segunda entradas, estando provista cada una de dichas --
primera y segunda entradas de circuitos de filtro, reci-
biendo dicha primera entrada la citada primera señal y -
recibiendo dicha segunda entrada una segunda señal inver-
tida.

10 9ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 1ª, -
caracterizadas porque dicho medio para desarrollar dicha
tercera señal comprende medios transformadores de corrien-
te de secuencia cero acoplados a dicha línea de energía
de corriente alterna de tres fases, medios para multipli-
15 car la salida de dichos medios de transformador de co--
rriente de secuencia cero por dicha impedancia constante
predeterminada y un circuito de filtro para filtrar dicha
salida multiplicada.

20 10ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracteri-
zadas porque dicho medio sumador de valor absoluto inclu-
ye un amplificador sumador, provisto de una primera y --
una segunda entradas, cada una de cuyas entradas primera
y segunda está provista de un circuito rectificador de -
onda completa, recibiendo dicho circuito rectificador de
25 onda completa dicha señal de salida de diferencia y reci-
biendo dicho circuito rectificador segundo de onda comple-
ta dicha tercera señal, siendo dicha salida del amplifi-
cador sumador la citada salida de señal restrictora.



11ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracteri-
zadas porque dichos medios (c) y (f) están combinados en
un circuito compuesto teniendo tres entradas, recibiendo
dos de dichas entradas, respectivamente, cantidades que
representan dichos dos valores absolutos y recibiendo la
tercera entrada, una señal teniendo un valor correspon-
diente a dicho valor predeterminado seleccionado, actuan-
do dicho circuito compuesto para sumar dichos valores ab-
solutos, para comparar la suma de dicho valor predetermi-
nado seleccionado y para producir una salida correspon-
diente a dicha salida de señal de disparo de tres polos,
solamente cuando la suma de dichos valores absolutos es
menor que dicho valor predeterminado seleccionado.

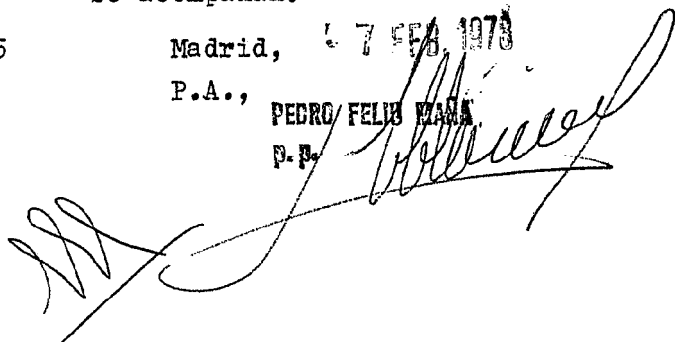
12ª.- Por último se reivindica como objeto sobre el
que ha de recaer la presente Patente de Invención que --
por veinte años se solicita registrar para España, - - -

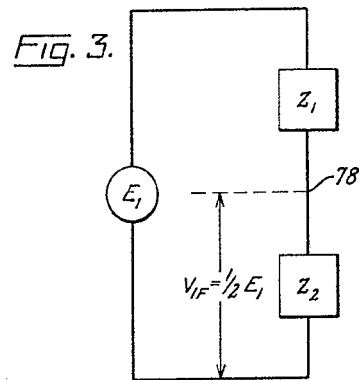
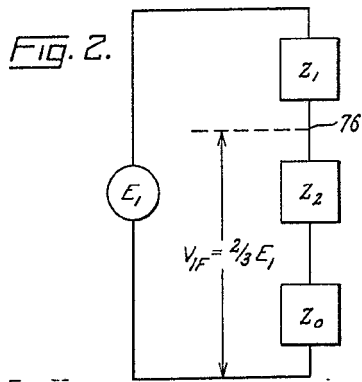
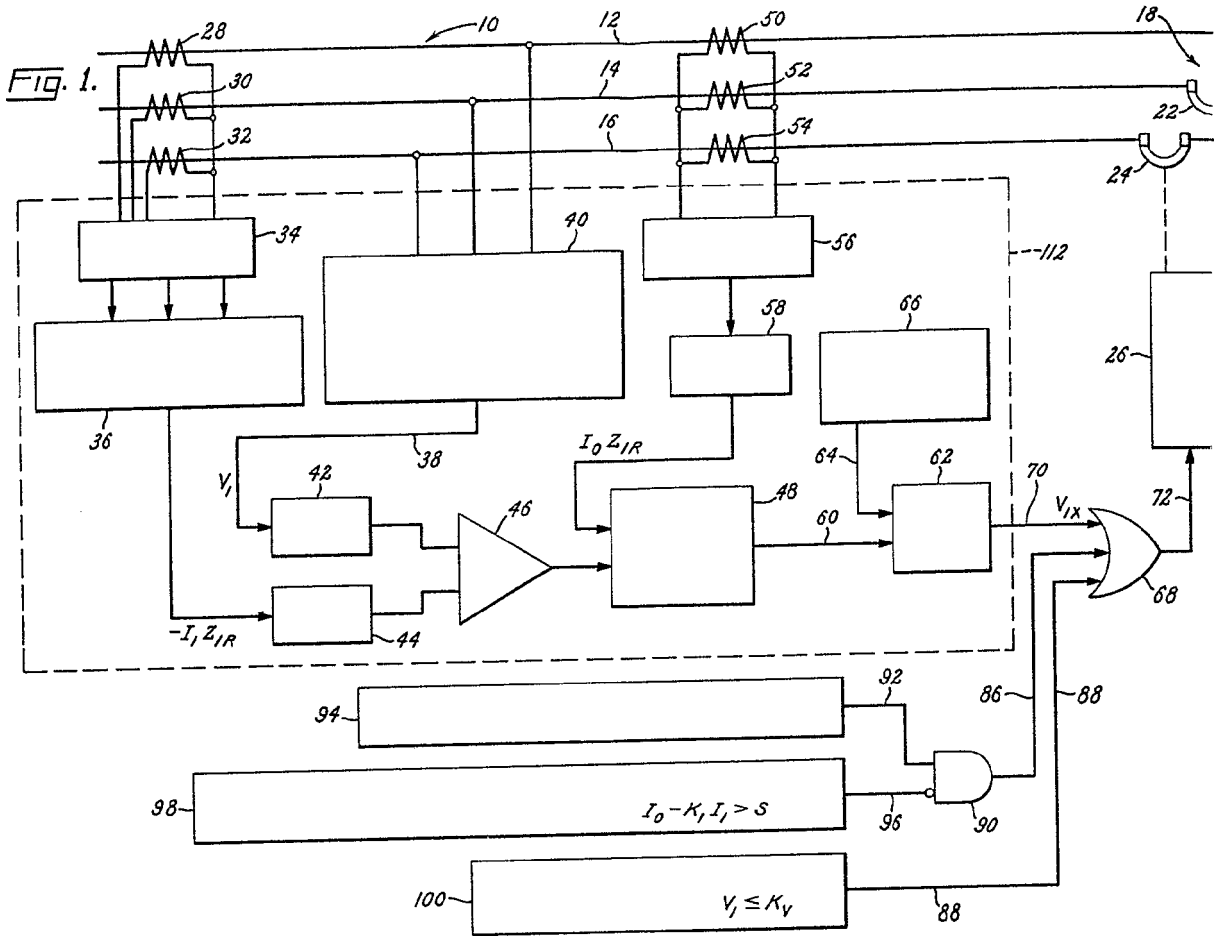
p o r

" MEJORAS EN CIRCUITOS ELECTRICOS DE RELES PROTECTORES -
PARA CONTROL DEL DISPARO DE TRES POLOS DE UN RUPTOR DE
CIRCUITO"

Todo conforme queda expresado en la presente Memo-
ria Descriptiva que consta de cuarenta y tres hojas folia-
das y escritas a máquina por una sola cara y planos que -
se acompañan.

Madrid, 7 SEP 1978
P.A., PEDRO FELIX MARRA
P. P.





Escala variable

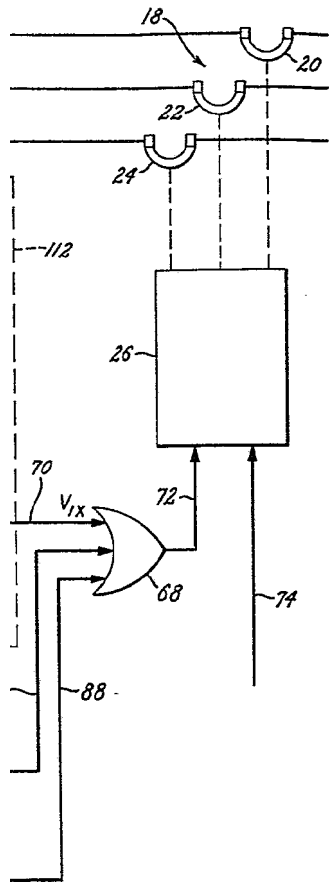


FIG. 4.

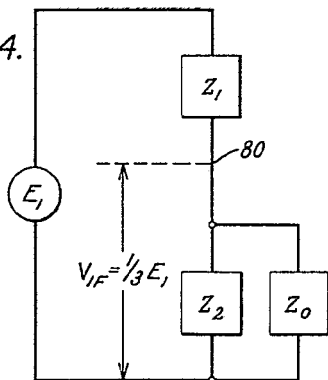


FIG. 5.

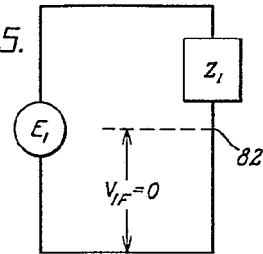
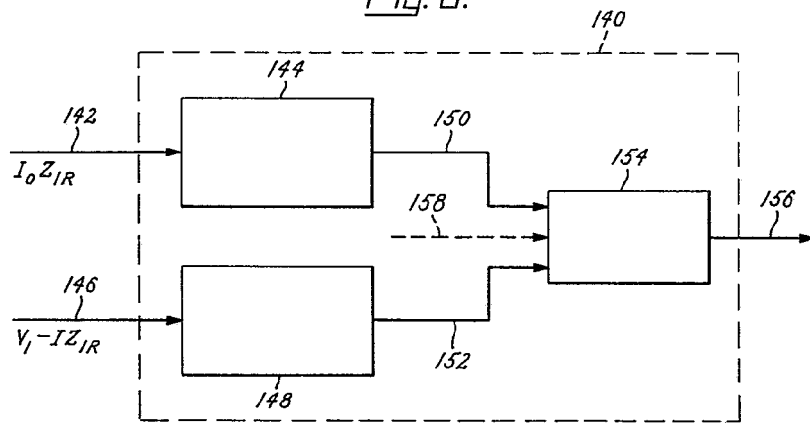


FIG. 6.



A
(FIGS. 7-10)

FIG. 7.

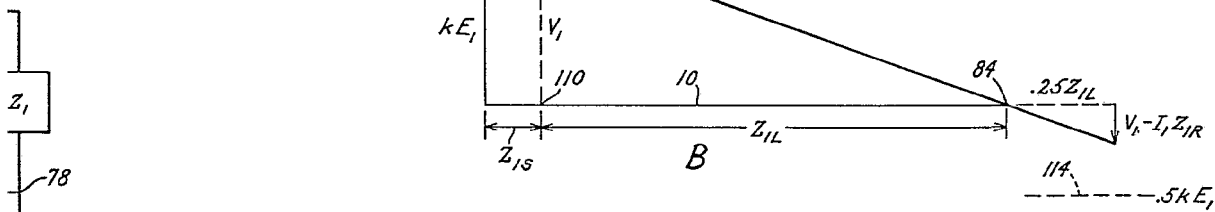
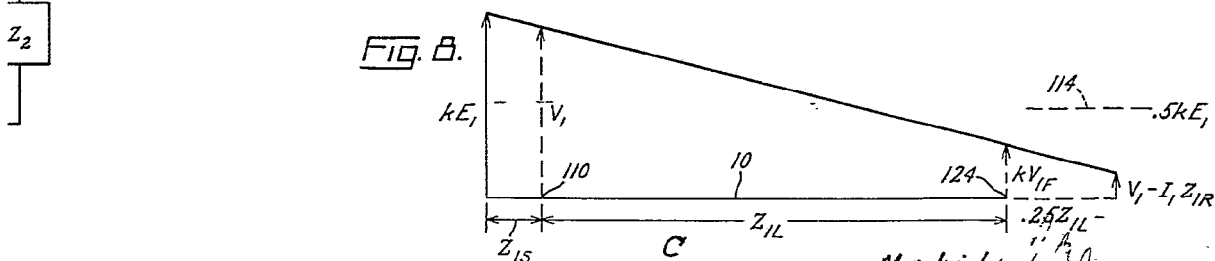


FIG. 8.



Madrid,
P.A.

[Handwritten signature]

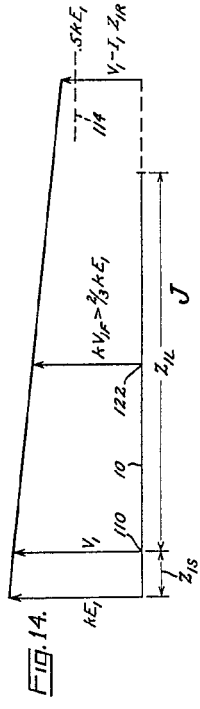
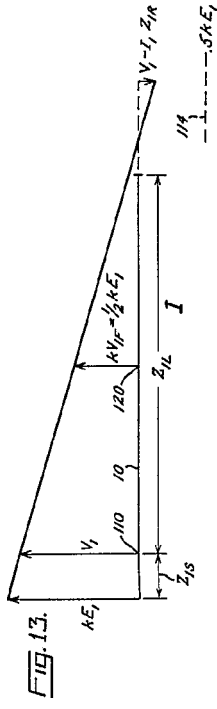
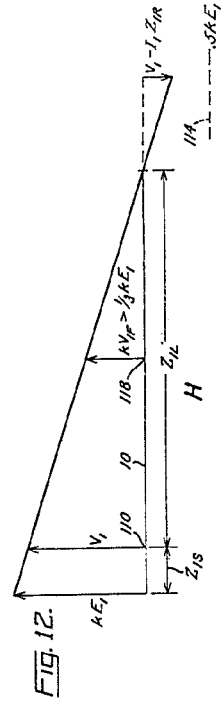
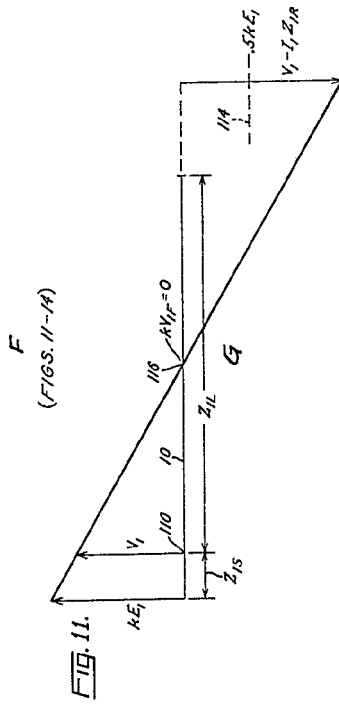
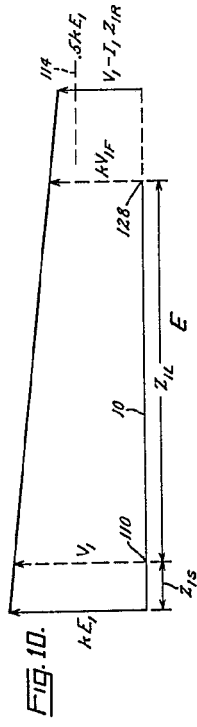
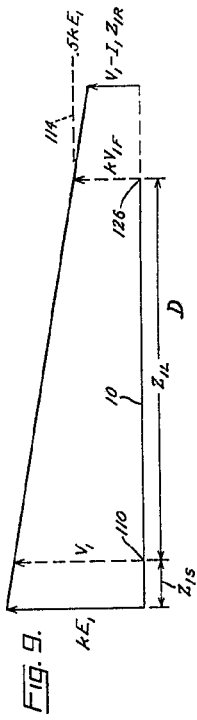


FIG. 15.

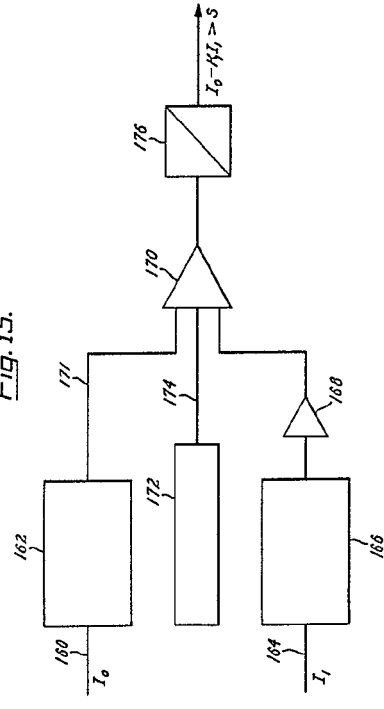
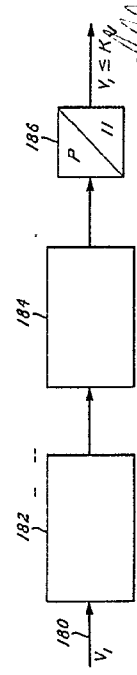
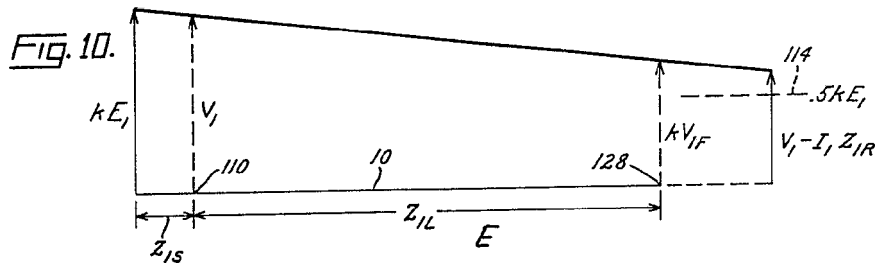
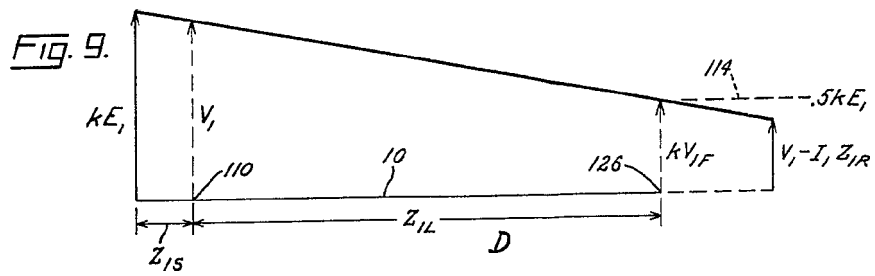


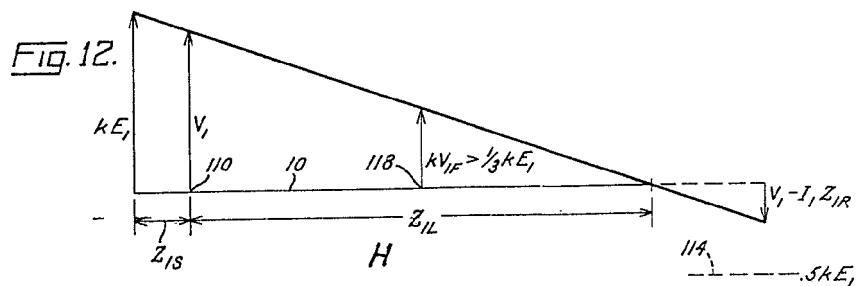
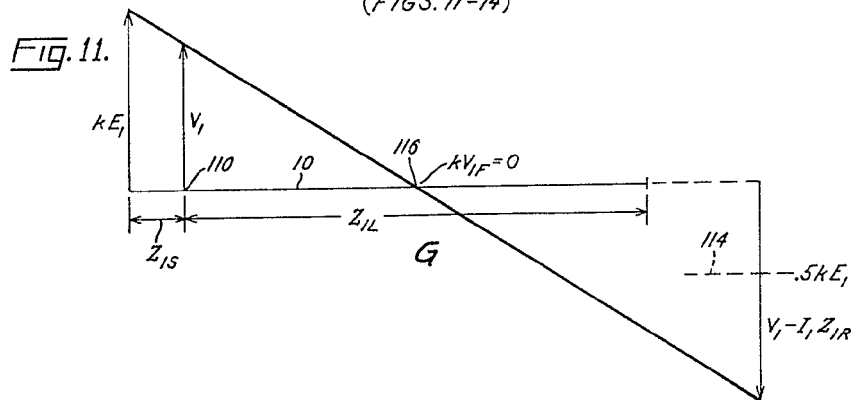
FIG. 16.



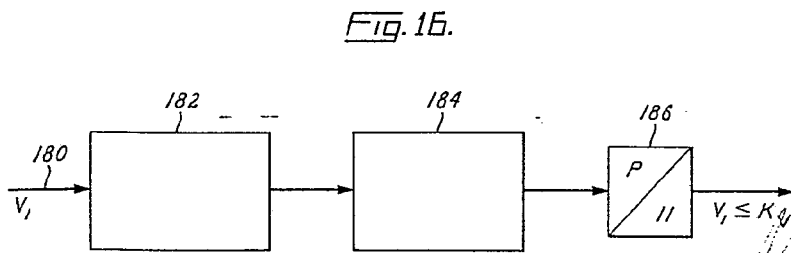
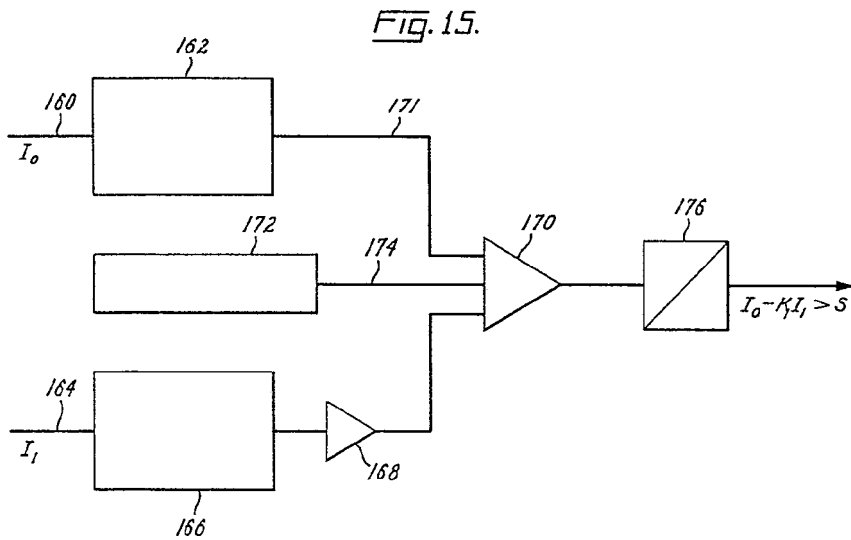
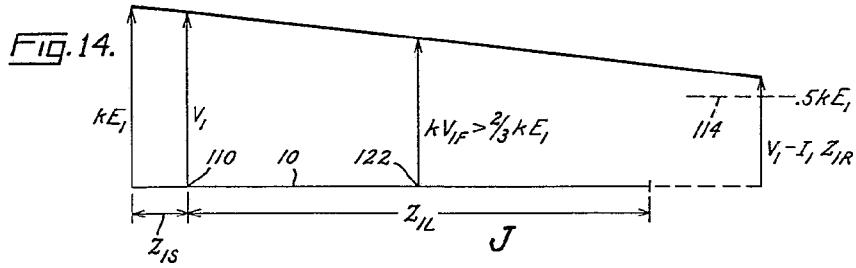
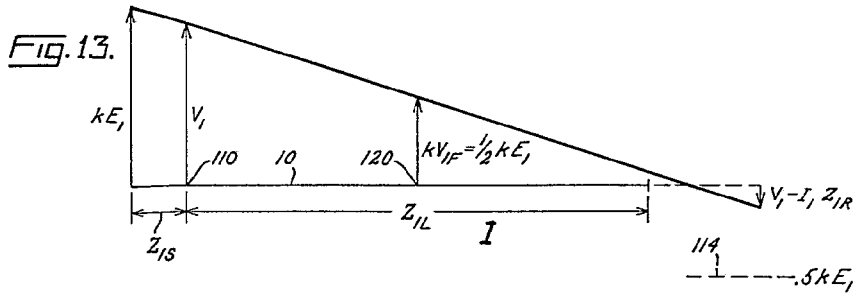
Madrid
P.A. *[Signature]*



F
(FIGS. 11-14)



Escala variable



Madrid.
P.A.

[Handwritten signature]