

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial

5 ENE. 1979



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

19 ES

11 NUMERO

470.945

10 A1

21

22 FECHA DE PRESENTACION

20-6-1978

PATENTE DE INVENCION

ESPAÑA

A4 470945 790201 B 61 L 29/32

40 PRIORIDADES: 41 NUMERO                      42 FECHA                      43 PAIS		
808.747	21-6-1977	EE.UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	45 CLASIFICACION INTERNACIONAL B 61 L	44 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
46 TITULO DE LA INVENCION  "UN EQUIPO PARA SEÑALES EN UN PASO A NIVEL DE FERROCARRIL Y CARRETERA"		
48 SOLICITANTE (ES) GENERAL SIGNAL CORPORATION (P-674)		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE High Ridge Park, Stamford, Connecticut, EE.UU.		
49 INVENTOR (ES) Frank Anthony Svet, Jr. y John William Parker		
50 TITULAR (ES)		
51 REPRESENTANTE DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.-69.259)		

jga

UNE A-4 MOD. 3108

UTILICESE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

POOR QUALITY

La presente invención se refiere a equipos de señales de paso a nivel ferroviarios.

Los pasos a nivel de ferrocarril-carretera, presentan una situación potencialmente peligrosa. Los equi  
5 pos de señales de paso a nivel se han desarrollado hasta el momento para proporcionar una alarma a los usuarios de las carreteras sobre la aproximación de un tren, con el objeti  
vo deseado de asegurar de que el cruce está despejado en el momento en que el tren pasa sobre el mismo. El proble  
10 ma de proporcionar un equipo de señales seguro y eficaz es tá complicado por una cantidad de factores variables.

Las recomendaciones de la Association of Ame-  
rican Railways (Asociación de Ferrocarriles Estadouniden-  
ses) proponen un tiempo mínimo de 20 segundos de alarma  
15 ante la aproximación de un tren. Debido a que el equipo de señales de un paso a nivel no tiene control sobre la ve  
locidad del vehículo ferroviario que se aproxima, debe aco  
modar su funcionamiento al movimiento del vehículo que pue  
de desacelerar o acelerar al aproximarse al cruce y en rea  
20 lidad el vehículo puede hasta detenerse y arrancar nueva-  
mente, y tal movimiento puede ser hacia o desde el paso a nivel. Además, una vez que el vehículo ferroviario ha  
pasado el cruce, puede desacelerar, acelerar, detenerse y  
hasta invertir su dirección y volver a cruzar el paso a ni  
25 vel. El equipo para paso a nivel ideal debe proporcionar un tiempo mínimo de aviso prescindiendo de estas variacio-  
nes.

Una complicación ulterior del diseño de estos  
equipos es la variabilidad que está presente inherentemen-  
30 te bajo las condiciones operativas normales. Por ejemplo,

un método típico de detección de la presencia de un vehículo es el circuito de vía. El circuito de vía emplea una fuente de energía eléctrica (corriente continua, corriente alterna o desplazamiento de frecuencia) que es aplicada a los rieles de vía en un punto y un detector de energía eléctrica, por ejemplo un relé u otro receptor, que responde a la energía impresa sobre los rieles por el transmisor. La presencia de un vehículo ferroviario convencional, con la derivación de corriente por rueda de acero que provee, altera la energía detectada en el receptor, y esta alteración es generalmente empleada para señalar la presencia de un tren. El circuito de vía, sin embargo, está sujeto a variables que no son la presencia o ausencia del tren. Por ejemplo, el circuito de vía es derivado a través del balasto sobre el que los rieles están soportados. Esta derivación efectiva es variable, dependiendo, por ejemplo, de las condiciones de humedad. Además, la conductividad de los rieles de la vía por sí mismos puede cambiar sus características de conductividad debido a una variedad de factores. Uno de tales factores, por ejemplo, es la presencia o ausencia de herrumbre en puntos locales sobre el riel.

Otro tipo de disposición que se ha difundido recientemente en los equipos de señales de los pasos a nivel es el detector de movimiento de trenes. Mientras que el circuito de vía empleaba el cambio total en las condiciones del circuito de vía causado por un tren al entrar o salir del circuito de vía para detectar la presencia o ausencia del tren, el detector de movimiento, en cambio, se basa en las variaciones del voltaje en un receptor, al aproximarse o salir el tren del punto en el cual el recep-

tor está conectado a los rieles de la vía, para detectar la aproximación o partida del tren. Es decir, la velocidad del tren es deducida de la velocidad de cambio de voltaje detectada por el receptor. Los factores variables que afectan al circuito de vía también afectan a este tipo de operación.

Muchos de los equipos de paso a nivel más antiguos empleaban secciones de vía aisladas. Con la difusión alcanzada por el riel soldado, y el correspondiente deseo de los ferrocarriles de eliminar las juntas aisladas, sin embargo, existe el deseo de usar circuitos de vía no aislados en los equipos de señales de paso a nivel. Como apreciará quienes son expertos en el arte, la falta de juntas aisladas proporciona factores variables adicionales de modo que de esta manera los cambios en las condiciones atmosféricas no solamente pueden afectar a los puntos operativos nominales, sino también pueden afectar al "rango" o al alcance dentro del cual se pueden detectar a los vehículos.

Dado que el detector de movimiento se basa en información de amplitud para la detección del movimiento, las fallas en el aparato que tienen, o pueden tener, el efecto de aumentar el nivel de modulación o amplitud de la señal recibida son particularmente peligrosas. Esto es verdadero pues tales fallas podrían "enmascarar" una reducción en la misma cantidad causada por el movimiento de aproximación y así prevenir la detección del movimiento, cuando debiera ocurrir tal detección. Por lo tanto es un objeto de la presente invención proveer un detector de movimiento con un transmisor dispuesto de manera que las fallas en los circuitos del transmisor no den por resultado el ausente del nivel de modulación o el nivel de amplitud

de la señal transmitida.

De igual modo, si un transmisor de detector de movimiento incluye circuitos de amplificación lineal, por ejemplo, para eliminar armónicos de onda cuadrada para producir una señal sinusoidal, las modalidades de falla de dichos circuitos de amplificación podrían dar por resultado un aumento de los niveles de amplitud de la señal de modulación o portadora. Por lo tanto es otro objeto de la presente invención proveer un transmisor de detector de movimiento que elimine la necesidad de un amplificador lineal.

Otras modalidades de falla en un transmisor incluyen cambios en la frecuencia del oscilador, falla de componentes de conmutación tales como divisores o transistores de conmutación y oscilaciones de alta frecuencia espurias. Es otro objeto de la presente invención proveer un transmisor de detector de movimiento que posee circuitos dispuestos para impedir que la deriva del oscilador, falla de divisores o transistores de conmutación u oscilaciones de alta frecuencia espurias produzcan aumentos en los niveles de señal.

Los transmisores del detector de movimiento del arte anterior producen una señal modulada, es decir, una portadora de frecuencia relativamente alta modulada por una señal de frecuencia más baja. Si la portadora y la señal de modulación son generadas separadamente, los cambios en las fases relativas de las señales de modulación y portadora pueden dar por resultado variaciones en la señal transmitida de una naturaleza de frecuencia relativamente baja. Las variaciones pueden producir el mismo efecto sobre el detector de movimiento que el de un tren

que oscilara lentamente hacia atrás y hacia adelante en su posición. Por consiguiente, estas variaciones se pueden considerar como ruido del equipo que tiende a enmascarar la señal real y limita la sensibilidad utilizable del receptor. Por lo tanto, es otro objeto de la presente invención proveer un transmisor de detector de movimiento en el que la señal de modulación y la portadora son generadas sincrónicamente, es decir están en enganche de fase, eliminando así las variaciones de baja frecuencia en la señal transmitida como resultado de cambios de fase relativos entre las señales de modulación y portadora y mejorando la relación entre señal de equipo y ruido.

Como se señaló precedentemente, el detector de movimiento responde al nivel de señal de modulación. Es otro objeto de la presente invención proveer un detector de movimiento en el cual el detector de movimiento posee un filtro para impedir que la energía de la portadora llegue al detector de movimiento.

Como se señaló precedentemente, algunos dispositivos de paso a nivel de ferrocarril y carretera incluyen circuitos envolventes (wrap-around) además de un detector de movimiento. Además, es convencional en los equipos para pasos a nivel incluir un detector para un denominado circuito de "isla" que está inmediatamente adyacente al cruce o paso a nivel en cualquier lado del mismo, para asegurar que la alarma del paso a nivel sea energizada cuando un vehículo se halla dentro de la "isla". El receptor de la "isla" también sirve para "restaurar" la lógica del equipo de paso a nivel al cruzar el tren por sobre el mismo. Los equipos típicos del arte anterior incluyen un

transmisor para el detector de movimiento y un transmisor separado diferente para el receptor de la "isla". Es un objeto de la presente invención proveer un equipo de señales de cruce o paso a nivel de carretera en el cual el transmisor del detector de movimiento energiza no solamente al detector de movimiento, sino también al receptor de circuito de vía de la "isla" eliminando la necesidad de un transmisor de "isla" por separado.

La presente invención satisface estos objetos y otros más de la invención proveyendo un equipo de señales de paso a nivel ferroviario y de carretera con numerosas características convenientes. El transmisor de detector de movimiento está dispuesto de manera que las fallas en el transmisor no tienen el efecto de aumentar los niveles de modulación o los niveles de amplitud de la señal del transmisor. El transmisor emplea conmutadores, conmutando el voltaje de alimentación completo y de este modo las modalidades de falla del transmisor sirven solamente para disminuir la amplitud de señal transmitida. Se eliminan los armónicos de onda cuadrada de la señal del transmisor empleando un filtro para generar señales sinusoidales. Por consiguiente, no se requiere circuitos de amplificador lineales para realizar la función de eliminación de armónicos de onda cuadrada. La presencia del filtro asegura también que la deriva de oscilador, la falla de divisores o compuertas en el transmisor, o las oscilaciones de alta frecuencia espurias en el transmisor solamente darán por resultado la reducción del nivel de señal del transmisor. En los circuitos de transmisor mismo, se emplea un reloj, con división apropiada, para generar la señal de modula-

ción y la portadora transmitida, y de este modo éstas son relacionadas integralmente en frecuencia puesto que se derivan del mismo oscilador. Por consiguiente, se eliminan las variaciones en la señal transmitida como resultado de variaciones de fase relativas entre la señal de modulación y la portadora.

El receptor de detector de movimiento del equipo presente emplea un filtro de portadora previo a los circuitos dispuesto para detectar el nivel de modulación y así detectar el movimiento. Por consiguiente, la energía de la portadora está impedida de llegar al detector de movimiento de por sí, y de tal modo no puede hacer accionar falsamente al detector de movimiento.

El equipo de señalización de paso a nivel de la presente invención puede también incluir un receptor de circuito de "isla" que funciona en respuesta a las señales transmitidas por el transmisor del detector de movimiento obviando así la necesidad de un transmisor adicional para hacer funcionar al receptor del circuito de isla.

Finalmente, el detector de movimiento incluye un capacitor diferenciador que acopla la señal demodulada a una etapa activa. De acuerdo con la invención el nivel de señal de corriente continua demodulada es dispuesto para polarizar la etapa activa a una condición "off" de manera que el corto del capacitor de por resultado una falla segura (o sin peligro). Esta disposición incluye una selección de polaridad correcta para un rectificador de onda cuadrada que precede al capacitor.

Se describirá ahora la presente invención en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es un ejemplo de un equipo para paso a nivel de ferrocarril y carretera que emplea la presente invención;

5 La figura 2 es un esquema que ilustra una modalidad de realización del contador de tiempo de la invención cooperando con otros elementos del equipo de paso a nivel de la figura 1;

10 Las figuras 3, 4A, 4B, 4C, 4D y 4E son diagramas de bloque y esquemático de otros componentes del equipo para paso a nivel de la figura 1;

La figura 5 a la figura 10 son diagramas de temporización que ilustran formas de onda de voltaje en diversas ubicaciones en las figuras 4A a 4E;

15 Las figuras 11 a 17 son diversos perfiles de velocidad vs. distancia con utilidad para explicar la invención.

20 La figura 1 es un diagrama de bloques de un equipo para paso a nivel de ferrocarril y carretera de acuerdo con la presente invención. Como se ilustra en la figura 1, un par de rieles de vía 5 proveen un trayecto para un vehículo ferroviario. Los rieles 5 cruzan una carretera 6 en un paso a nivel, y por consiguiente, se desea proveer una señal a los usuarios de la carretera para advertirlos sobre la aproximación de un vehículo ferroviario,  
25 desde cualquier dirección. De acuerdo con las especificaciones de la Association of American Railways (Asociación de Ferrocarriles Estadounidenses), es conveniente además proveer un tiempo de alarma mínimo independientemente del movimiento del tren, es decir, independientemente de si  
30 acelera o desacelera al aproximarse al cruce, incluyendo

posiblemente la real detención y el nuevo arranque del tren, en cualquiera de las direcciones de avance o retroceso. Para efectuar esto, se provee un transceptor detector de movimiento 7. Incluido dentro del transceptor detector de movimiento 7 hay un transmisor del detector de movimiento 8 que tiene una salida acoplada a través de los rieles de la vía 5 en el punto A-A (a cierta distancia de la carretera). Un receptor del detector de movimiento 9 también es incluido dentro del transceptor 7 y el receptor 9 está acoplado a través de las vías 5 en el punto B-B (a cierta distancia de la carretera 6 del lado opuesto al lado a través del cual está conectado el transmisor del detector de movimiento 8). La separación física de A-A y B-B puede ser del orden de los 30 metros.

Un transceptor de "isla" 20 también está acoplado a través de los rieles de vía 5 en las mismas ubicaciones en las que está conectado el transceptor 7. El transceptor de "isla" 20 puede incluir, como se ilustra, un transmisor de "isla" FSO 21, y un receptor de "isla" FSO 22. Con fines de protección envolvente ("wrap-around"), un transceptor de aproximación desde el oeste 25 está acoplado a los rieles de vía 5, incluyendo un transmisión FSO de aproximación desde el oeste 26 y un receptor FSO de aproximación desde el oeste 27. De la misma manera, sobre el lado opuesto de la carretera 6 hay un transceptor de aproximación desde el este 30 que incluye un transmisor FSO de aproximación desde el este 31 y un receptor FSO de aproximación desde el este 32. Como resultará claro más adelante, el transceptor de "isla" 20 puede ser eliminado si se incluye un receptor AM de "isla" 10 en el transcep-

tor del detector de movimiento 7. Por consiguiente, el receptor AM de "isla" 10 se ilustra en contorno de puntos dentro del transceptor 7. Cada uno de los receptores, es decir, el receptor del detector de movimiento 9, el receptor FSO de isla 22, el receptor de aproximación desde el oeste 27, el receptor de aproximación desde el este FSO 32, así como el receptor AM optativo 10, están dispuestos para controlar la condición de un relé asociado, tal como el relé de movimiento 11, relé de isla 12, relé del oeste 29, relé del este 33. Por supuesto, si se elimina el transceptor de isla 20, a favor del receptor AM de isla optativo 10, entonces dicho aparato controlaría la condición del relé de isla 12, como se ilustra en la figura 1.

A fin de proporcionar protección envolvente (wrap-around), la figura 2 es un ejemplo de un diagrama de relé que ilustra la manera en que los contactos de los relés 11, 12, 28 y 33 están dispuestos, y cooperan con un relé habilitado por el movimiento (MEN) 40, el relé temporizador térmico (TH) 41, el relé terminado por tiempo (TT) 42, el relé de habilitación de temporizador térmico (THEN) 43, a fin de controlar el relé de cruce (XR) 44. El diagrama de relé ilustrado en la figura 2 no es esencial para esta invención y quienes son expertos en el arte podrán después de examinar esta descripción, proveer otras disposiciones de lógica. En funcionamiento, supóngase que un tren que se dirige al oeste cruza sobre las conexiones del riel del receptor de vía de aproximación desde el este ubicado a una distancia suficiente para un adecuado tiempo de alarma desde el paso a nivel protegido. El relé de vía del este 33 libera debido a la energía insuficiente desde

el transmisor de vía del este que llega al relé, a causa de la derivación de señal de las ruedas y ejes del tren. Cuando el relé 33 libera el trayecto de energía hasta el relé de cruce (XR) 44 es interrumpido, haciéndolo liberar. La liberación del relé 44, en forma convencional, activa un dispositivo de alarma, por ejemplo luces, etc. (no ilustrado). Además, la energía que fluye hacia el relé de habilitación de temporizador térmico (THEN) 43 es interrumpida, haciendo abrir los contactos del relé THEN 43. La apertura del contacto ilustrado inferiormente retira la energía del relé terminado por tiempo (TT) 42 liberándolo y abriendo sus contactos. Cuando el detector de movimiento detecta el movimiento del tren hacia el cruce para este tren, retira la energía de la bobina del relé de movimiento, relé M 11. La liberación de este relé provee energía al relé de habilitación de movimiento (MEN) 40 que cierra sus contactos. Sin embargo, la energía todavía es retenida del relé de cruce 44, manteniendo activo al dispositivo de alarma de cruce.

Supóngase, en este punto, que el tren se detiene en la aproximación desde el este. El relé 33 permanece liberado debido a la presencia del tren, pero el relé M 11 retoma el cierre de sus contactos, el relé MEN 40 permanece energizado a través de su propio contacto frontal. Un trayecto de energía al relé THEN es completado ahora a través de los contactos del relé ET, M, MEN, ET, y el contacto normalmente cerrado del relé TH. De este modo, el relé THEN retoma el cierre de sus propios contactos. Se establece un circuito de retención a través del contacto de a THEN hasta el temporizador térmico TH 41. La energía,

a través de los contactos cerrados del relé THEN y los contactos del relé TT, fluye hasta el temporizador térmico TH 41. El relé TH 41 está diseñado para funcionar, cerrando sus contactos normalmente abiertos, después de que el elemento de calentamiento del relé queda suficientemente caliente. Este período de tiempo es conocido como tiempo de sostenimiento del repiqueteo de la campanilla. De este modo, el tiempo de sostenimiento del repiqueteo, en su retardo, mantiene activo al dispositivo de alarma del cruce, reteniendo la energía desde el relé XR 44 durante el tiempo de sostenimiento del repiqueteo prescripto. La importancia de esta característica será examinada más adelante.

Quando el temporizador (41) finaliza el plazo, y cierra sus contactos normalmente abiertos, se completa un trayecto de energía de alimentación al relé TT 42. Este cierra, alimentando una energización al relé XR 44, y también abriendo el trayecto de alimentación de energía al relé TH 41. Después de un período de tiempo, el contacto del relé TH 41 se abre, pero el relé TT 42 es mantenido en energización a través de sus propios contactos frontales. El relé TH 41 no puede retomar hasta que se enfría totalmente, por lo cual impide ciclos de tiempo cortos. Es el retardo a la retoma del relé XR 44 impuesta por el relé TH 41 que es el retardo de sostenimiento de repiqueteo, lo que será analizado con más detalle en adelante. Si bien el relé TH 41 es ilustrado como un relé térmico, se pueden emplear otros aparatos para realizar esta función de temporización, por ejemplo un temporizador propulsado por motor podría usarse también.

Al moverse nuevamente hacia el cruce el tren que se había detenido, su movimiento será detectado, haciendo liberar nuevamente al relé M 11. Esto abre la energización para el relé XR 44 así como para el relé THEN 43. Además, el relé TT 42 también libera. Nuevamente es activada la alarma de cruce, debido a la liberación del relé XR 44. Cuando el tren llega al circuito de vía de la "isla" el relé IT 12 libera. Como resultado de esto, el relé TT 42 es reenergizado. Al entrar el tren a la "isla", el relé WT 28 libera para mantener la energía sobre el relé MEN 40 cuando el relé ET 33 retoma, al despejar el tren el circuito de vía del este. Cuando el relé 33 retoma, la energía es removida del relé TT 42; sin embargo, el relé TT 42 es retardado para proporcionar una lenta liberación permitiendo al relé que se mantenga a sí mismo durante un corto período de tiempo, específicamente, el tiempo que necesita el relé M 11 para retomar. Después que el tren cruza la "isla", el movimiento es apartándose del cruce, por lo cual el relé M 11 retoma. Esto permite que la energía fluya al relé XR 44 así como al relé THEN 43. Cuando el relé THEN 43 retoma, la energía es nuevamente alimentada al relé TT 42. Por supuesto, cuando el relé XR 44 retoma, se termina la alarma en el cruce. Sin embargo, en caso de que el tren desacelerara y comenzara a retroceder, hacia el cruce, el detector de movimiento haría caer al relé M 11 lo que entonces des-energizaría al relé XR 44 nuevamente, para iniciar la alarma. Al despejar el tren el circuito de vía del oeste, el relé 28 retoma, removiendo energía del relé MEN 40, haciendo liberar a dicho relé y restaurando el equipo para el siguiente tren.

Gran parte del aparato ilustrado en las figuras 1 y 2 es una disposición enteramente convencional y no parece ser necesaria una descripción adicional del mismo. Por ejemplo, los transceptores de aproximación 25 y 30 así como el transceptor de "isla" 20 no requieren una descripción ulterior pues quienes son expertos en el arte son capaces de seleccionar y/o diseñar un aparato apropiado. De igual manera, la configuración particular de los diversos relés empleados no requiere una mayor descripción. Se pueden efectuar determinadas modificaciones a la ilustración de la figura 1 sin cambiar los principios operativos básicos. Los circuitos de enfoque de corriente continua se pueden utilizar en lugar de los circuitos FSO ilustrados, se puede emplear modulación de amplitud en lugar de FSK, o se puede intercambiar la ubicación transmisor-receptor.

Sin embargo, se explicará ahora en detalle al transceptor detector de movimiento 7. La figura 3 es un diagrama de bloques detallado que ilustra el aparato del transceptor detector de movimiento 7, incluyendo el transmisor del detector de movimiento 8 así como el receptor del detector de movimiento 9 y el receptor de "isla" 10. Aunque el receptor de isla 10 (incluyendo al detector de ocupación de isla y al excitador de relé de isla) es ilustrado en la figura 3, se recordará que, si se lo emplea, el receptor de "isla" ilustrado en la figura 3 puede realizar la función del transceptor de isla 20, de modo que si está presente el receptor de isla 10, se puede eliminar el transceptor de isla 20, o viceversa.

La figura 3 ilustra al transmisor 8 en forma

de diagrama de bloques que incluye un generador de base de tiempo 50 que excita un divisor de una etapa 51 cuya salida excita un divisor adicional 52 y una compuerta 53. La salida del divisor adicional 52 también provee otra entrada a la compuerta 53 cuya salida excita un par de amplificadores de potencia 54 y 55 conectados en paralelo. La salida de los amplificadores de potencia es provista, a través de una unidad de acoplamiento sintonizada 56, y conectada a los rieles de vía en los puntos A-A. La figura 4A ilustra al transmisor, con mayor detalle, en donde el generador de base de tiempo comprende un circuito 555 integrado 50 que genera un tren de impulsos continuo en una frecuencia que es el doble del régimen deseado de la portadora. La salida del generador de base de tiempo 50 provee una entrada al divisor 51, 52. El divisor 51 divide la frecuencia de base de tiempo en la mitad, produciendo así la frecuencia de portadora deseada con un ciclo de servicio del 50%. La salida CARRIER (portadora) es provista como una entrada a la compuerta 53 que, como se ilustra en la figura 4A, comprende los transistores Q1 y Q2. La señal CARRIER también es realimentada al divisor 52 para subdividir ulteriormente la señal de base de tiempo. La salida del divisor 52 es la señal de modulación que también es una onda cuadrada de ciclo de servicio del 50%. Dado que la señal de modulación es derivada de la señal CARRIER, tiene una relación de tiempo constante o relación de fase constante con la CARRIER (portadora). La entrada de modulación provee la otra entrada a la compuerta, en este caso el transistor Q2. Los colectores de los transistores Q1 y Q2 están acoplados en conjunto y proveen la señal de entrada al

amplificador de potencia complementario Darlington que comprende los transistores Q3 a Q6 e incluyen diodos D1 y D2. Los transistores Q1 y Q2 se disponen para saturarse si cualquiera de las señales portadora o de entrada de modulación es alta, y bajo estas condiciones, la línea de salida, es decir, el colector de los transistores Q1 y Q2, estará en la alimentación negativa, o próxima, como resultado de que cualquiera de los transistores Q1 ó Q2 está saturado. La salida del colector común de los transistores Q1 y Q2 solamente estará alta si ambas señales portadora y de entrada de modulación están en potencial de alimentación negativo, o próximas. De este modo, la amplitud de la portadora es modulada por la señal de modulación a un régimen fijo y de manera sincrónica. En otros términos, existe un número fijo y entero de ciclos de portadora transmitido para cada modulación de ciclo. La salida de la puerta excita dos amplificadores de potencia configurados en Darlington conectados con un amplificador Darlington en la pata del emisor del otro amplificador. Esta configuración seguidora de emisor conmuta alternadamente a la unidad de acoplamiento sintonizado 56 entre voltaje de alimentación positivo y negativo. La unidad de acoplamiento 56 es un filtro de paso de banda tripolar de seguridad contra falla con la banda de paso centrada en la frecuencia de portadora y el ancho de banda de aproximadamente el doble de la frecuencia de modulación. La señal resultante provista a la conexión de vía es una portadora extremadamente sinusoidal con modulación sinusoidal. El rechazo del segundo filtro armónico está en el orden de 50 dB, con referencia a 0 dB, en la banda de paso del fil

tro.

Como se ilustra en la figura 3, el receptor del detector de movimiento 9 incluye una unidad de acoplamiento sintonizada 57, que es altamente selectiva (paso de banda tripolar) con el paso de banda centrado en la frecuencia de la portadora y un ancho de banda del orden del doble de la frecuencia de modulación. La salida de la unidad de acoplamiento 57 excita a un amplificador separador 58 cuya salida excita al amplificador del receptor 59. El amplificador del receptor y el separador 58 se ilustran con más detalle en la figura 4B. El transistor Q7 proporciona una función de separación y coincidencia de impedancia en su configuración de seguidor de emisor y está polarizado para operación lineal. La salida del transistor Q7 excita a un amplificador lineal que comprende al transistor Q8 que tiene una ganancia de etapa moderadamente alta que a su vez sirve para excitar a la etapa de excitador de amplificador que comprende al transistor Q9.

Se provee una pequeña polarización directa a la base de la etapa de potencia que comprende a los transistores Q10 y Q11 a fin de reducir la distorsión de la señal de salida en el punto de cruce, es decir, donde se apaga un transistor y se enciende el otro. La salida de la etapa de potencia excita a un capacitor de bloqueo de corriente continua grande C1 y a un transformador de elevación de relación grande T1. Se provee realimentación positiva para las etapas que incluyen a los transistores Q9-Q11 haciendo volver al resistor R1 al potencial de alimentación común a través del primario del transformador T1. El resistor de cuatro terminales R2 provee a la realimenta

ción negativa incluyendo las etapas amplificadoras que comprenden a los transistores Q8-Q11. La ganancia del bucle cerrado total para estas etapas es establecida como la relación de R2 a los resistores en la pata de emisor del transistor Q8, y así la ganancia total no está en función de los parámetros del transistor, sino más bien en función de la resistencia del circuito. Las disminuciones en la ganancia de los transistores individuales disminuirán la ganancia total de bucle cerrado, es decir, una falla sin peligro. El secundario del transformador T1 y el detector de movimiento y filtro demodulador/portadora 60 se ilustra con más detalle en la figura 4C.

La figura 4C es un esquema detallado del detector de movimiento 60 y sus componentes asociados del transformador T1 al filtro demodulador/portadora, detector de movimiento 60, filtro de salida y formador de impulsos que comprende al transistor Q16. El secundario del transformador T1 está conectado a los cátodos de los diodos D6 y D7 para formar un rectificador de onda completa, cuya salida está acoplada a un filtro de portadora que incluye capacitores C2 y C3, y resistores R3 y R4, que forman el filtro de portadora. La salida del filtro de portadora está acoplada a través de una red de polarización que incluye a los diodos D3 y D4 a un detector de movimiento 60. La salida del detector de movimiento 60 es filtrada por el capacitor C5 y los resistores R11 y R12, y es provista luego a un amplificador y formador de impulsos que incluye a los transistores Q14, Q15 y Q16. La salida del formador de impulsos, en el colector del transistor Q16 excita al excitador de relés.

La salida del amplificador del receptor es elevada por el transformador elevador T1 hasta un nivel de varios cientos de voltios. El rectificador de onda completa que comprende a los diodos D6 y D7 provee a la detección AM. Un filtro RC de seguridad contra fallas elimina la frecuencia de portadora de la señal rectificada y produce una forma de onda en el punto C del circuito (figura 4C), como se ilustra en la figura 5. La señal ilustrada es una señal de modulación de aproximadamente 20 voltios superpuesta pico a pico sobre un voltaje de corriente continua de aproximadamente menos 90 voltios. El filtro de portadora, incluyendo al resistor R4, es devuelto a tierra a través de un diodo D4 que él mismo es mantenido en estado conductor por el resistor R6 que es retornado al potencial de alimentación positivo. De este modo, se mantiene un voltaje de corriente continua de aproximadamente 0,6 voltio en el punto D del circuito. Este voltaje, aplicado a través de los resistores R3 y R4 a los diodos D6 y D7, mantiene a estos diodos en estado de conducción aunque el voltaje aplicado (en el punto E del circuito) pueda caer a un nivel muy bajo.

El filtro de portadora, además de remover a la portadora, también sirve para reducir el nivel de la señal de modulación. La salida del receptor es modulada al 100% en AM, como lo es la salida del transmisor. La respuesta de frecuencia del filtro RC reduce el nivel de la señal de modulación producida en el punto C a fin de aumentar la sensibilidad. Por ejemplo, el voltaje pico a pico de la señal de modulación es de aproximadamente el 20% del nivel de corriente continua producido en el punto

C, véase figura 5. El movimiento del tren produce cambios en el voltaje de frecuencia muy baja y estos cambios aparecen como cambios en el nivel de corriente continua en el punto C del circuito. El detector de movimiento funciona utilizando estas compensaciones de corriente continua para suprimir la detección de la señal de modulación. Como resultado, la reducción de la amplitud de la señal de modulación con respecto al nivel de corriente continua da por resultado una mayor sensibilidad. Sin embargo, el nivel de modulación no puede ser reducido indefinidamente dado que debe existir suficiente modulación para activar al equipo cuando no hay movimiento. Este nivel se vuelve más crítico cuando más próximo está ubicado el tren detenido del cruce y la señal de vía es reducida significativamente por la derivación producida por el tren. El detector de movimiento 60 incluye al capacitor C4, resistor R5, diodo D3 y transistor Q12. Bajo operaciones normales, sin tren sobre el circuito de vía, el voltaje en el punto C consiste en la señal de modulación montada sobre un gran nivel negativo de corriente continua (véase figura 5). Al moverse la señal de modulación hacia el pico negativo (por ejemplo, aproximadamente -100 voltios de corriente continua) el capacitor C4 carga a través del diodo D3 y el resistor R6. El ánodo de D3 está fijado a 0,6 voltio por el diodo D4, y por consiguiente el cátodo de D3 cuando es conductor, está fijado a tierra. La constante de tiempo RC de C4 y R6 es pequeña en comparación con la frecuencia de la señal de modulación y por consiguiente C4 carga hasta casi el valor negativo pico de la señal en el punto C del circuito. Al continuar la modulación más allá

de su pico negativo y comenzar hacia su valor más positivo (por ejemplo, menos 80 voltios corriente continua) el diodo D3 se polariza inversamente, C4 comienza a descargar a través de R5 y Q12, encendiendo Q12. La ganancia de voltaje de este circuito es grande, de modo que Q12 es mantenido, en saturación. La constante de tiempo RC de R5 y C4 es suficientemente grande para que durante este período de descarga, se pierda muy poca carga del capacitor C4. Por consiguiente, al aproximarse la señal de modulación a su pico positivo y comenzar su pico negativo, D3 es mantenido polarizado inversamente y Q12 es retenido en saturación hasta que la señal de modulación se aproxima muchísimo a su pico negativo. En ese punto, D3 se enciende, haciendo recargar a C4 hasta su valor pico y Q12 es apagado. Por consiguiente, el detector de movimiento produce un impulso corto en el pico de modulación negativo. La señal en el punto F del circuito es la señal de modulación que está montada sobre una polarización de compensación de corriente continua positiva de aproximadamente la mitad de la amplitud pico a pico de la señal de modulación. Las formas de onda resultantes en los puntos F y G del circuito se ilustran, respectivamente, en las figuras 7 y 8.

Cuando existe un movimiento del tren, la señal de vía disminuye en amplitud haciendo disminuir a la señal del demodulador en el punto C proporcionalmente en amplitud. Si el régimen de disminución de la amplitud de señal es mayor que el régimen de descarga R5, C4 aumenta el nivel de corriente continua positivo en el punto F, manteniendo el pico negativo de la señal de modulación de manera que no apague al transistor Q12 (véase la figura 9).

Q12. es ahora retenido en saturación por la polarización de corriente continua positiva producida por el movimiento y los impulsos de modulación ya no pueden ser pasados a través de Q12.

5                   La amplitud de la señal de modulación en el punto de circuito C también se vuelve menor al aproximarse el tren al cruce, y por consiguiente se requiere una compensación de polarización de corriente continua cada vez menor del punto F del circuito a fin de impedir que la se  
10                   ñal de modulación pase Q12. La polarización de compensación de corriente continua es proporcional a la velocidad del tren y a la posición del tren sobre la vía de aproxima  
15                   ción; como resultado, la sensibilidad del detector de movimiento aumenta al aproximarse el tren al cruce, o, en otros términos, el umbral del detector de movimiento es proporcional a la distancia.

                  Por otra parte, si el tren sale del cruce, la señal de vía aumenta en amplitud, es decir, la amplitud de la señal en el punto C aumenta. El capacitor C4  
20                   carga rápidamente a través del diodo D3 hasta su valor pico negativo, el valor pico negativo de la señal de modulación. Los picos de modulación negativos hacen apagar a Q12, y de este modo aparecen impulsos de modulación en el colector de Q12. Por consiguiente, el movimiento de salida no causa una pérdida de los impulsos de modulación en el colector de Q12. De esta manera, el detector de movimiento diferencia entre el movimiento de aproximación y el de salida.

                  La polaridad de los diodos D6 y D7 asegura  
30                   que el voltaje en el punto C será negativo con respecto

al común del circuito. Esto es aconsejable para prevenir una falsa operación si C4 queda en corto. El potencial negativo, en este caso, es acoplado por el capacitor en corto a la base de Q12. Por consiguiente, el transistor será inhibido de responder a toda señal y la falta de impulsos de modulación hará que el relé M libere. Esta es una falla sin peligro dado que el circuito ha fallado en su condición restrictiva, es decir, una indicación de movimiento. Si, por otra parte, los diodos fueran invertidos, el potencial positivo en el punto C, en el caso de un C4 en corto, tendería a encender a Q12 y un tren en aproximación haría commutar a Q12, lo que sería interpretado como inexistencia de movimiento de aproximación, es decir, una falla peligrosa.

El transistor Q13 provee a la amplificación de corriente cuando los impulsos de modulación son producidos por Q12. Los resistores R10 y R11, y el capacitor C5 comprenden una red de filtro RC para filtrar cualquier señal de alta frecuencia. Q14 provee a la cuadratura de la señal desde el filtro que es luego aplicada a la red de diferenciación que comprende R13, R14 y R15, así como al capacitor C6. La constante de tiempo RC del diferenciador es suficientemente pequeña como para que se produzca un impulso de corriente corto por el borde delantero de los impulsos que aparecen en el colector Q14. El impulso corto enciende Q15 por un tiempo suficiente para descargar al capacitor C7 a través de Q15. Una vez que se apaga Q15, el capacitor C7 carga a través del resistor R16 y el transistor Q16. De este modo, Q16 es encendido proveyendo una señal de excitación para el excitador de relé. La

constante de tiempo RC de C7 y R16 es seleccionada de manera que Q16 sea encendido por un período de tiempo igual aproximadamente a la mitad del período de la señal de modulación. De este modo, la señal de excitación de relé en la operación normal tiene un ciclo de servicio del 50%.

El excitador de relé, ilustrado en forma de diagrama de bloques, en la figura 3, se ilustra esquemáticamente en la figura 4D.

El circuito excita un relé polarizado neutro tal como el relé 65. La entrada al circuito es provista a través del resistor R21 que es conectado a la base de un transistor Q21, comprendiendo la primera etapa de amplificación. Las salidas del colector de Q21 son provistas a la base del transistor Q22 (a través de R29) y a la base de Q24 (a través del resistor R24). El colector de Q22 está acoplado, a través de R32, a la base de Q23. Las salidas son tomadas de ambos colectores Q23 y Q24 acoplados respectivamente a un terminal del capacitor C22 y el C21. El otro terminal del capacitor C22 y C21 está conectado respectivamente, a los ánodos de los diodos D22 y D21, cuyos cátodos están ambos conectados a un común de circuito. Los ánodos de ambos diodos D21 y D22 están acoplados a cátodos de diodos D23 y D24, cuyos ánodos están acoplados conjuntamente y acoplados al terminal de entrada negativo del relé polarizado neutro 65. Con el relé acoplado al excitador en la forma recién descrita, el excitador debe producir un potencial más negativo que el provisto por el común del equipo, a fin de tomar al relé.

La señal de modulación provista al excitador de relé es acoplada a un terminal del resistor R21 y des-

de allí a la base del transistor Q21. Este transistor provee amplificación de corriente y aplica la señal a los transistores Q24 y Q22 para excitarlos. Q22 invierte la señal de excitación y la aplica a la base del transistor Q23. Así, los dos transistores de excitación Q23 y Q24 son excitados 180° fuera de fase.

Quando Q24 es desconectado, el capacitor C21 carga a través del resistor R28, y el diodo D21. La constante de tiempo RC de este circuito es pequeña en comparación con el período de tiempo de la señal y así el capacitor carga hasta casi el voltaje de alimentación. Cuando se enciende Q24, la carga almacenada en el capacitor C21 polariza inversamente al diodo D21 y C21 descarga a través del diodo D23 y la bobina del relé. La operación de Q23, R34, C22, D22 y D24 es idéntica, con la excepción de que se produce 180° fuera de fase con la señal producida por Q24 y C21. Como resultado de esto, se mantiene un voltaje negativo con respecto al común, en la salida del circuito. No obstante, para que esté presente esta señal de excitación de relé, C21 y C22 deben estar cargados y descargados alternativamente, asegurando que la señal de modulación esté presente cuando el relé es activado. Si bien la condición operativa óptima para el relé existe cuando la señal de excitación tiene un ciclo de servicio del 50%, la operación también es posible con ciclos de servicio diferentes. Con un ciclo de servicio diferente, el circuito que está conectado durante un período de tiempo más prolongado descarga a un voltaje inferior y puede no ser capaz de recargar el voltaje de alimentación completo durante su período de carga reducido. En este caso, el voltaje prome

5 -dio alimentado al relé es reducido. Al variar el ciclo de servicio ulteriormente desde el óptimo del 50%, el voltaje promedio de corriente continua finalmente caerá hasta un punto que está por debajo del nivel de caída y corte del relé y el relé se liberará.

10 Como se mencionó precedentemente el receptor AM de la "isla" 10 es optativo en cuanto a que si está presente, puede reemplazar al transceptor de "isla" 20. Un esquema para el receptor de isla se ilustra en la figura 4E. La entrada al receptor de isla está conectada al punto C del circuito (véase la figura 4C).

15 La finalidad del receptor de "isla" es asegurar que el relé de la isla 12 es des-energizado cuando el voltaje de vía desciende por debajo de determinado nivel fijo que es indicativo de derivación o derivaciones a través de los rieles de la vía entre los puntos A-A y B-B (véase figura 1) o relativamente, próximas a los puntos A-A o B-B.

20 La entrada del detector de isla es provista a través del capacitor C47 a un amplificador de realimentación que incluye los transistores Q46, Q47 y Q48. La ganancia de corriente continua del circuito es determinada por la relación del resistor R62 a la suma de resistores R59, R60, R61 y R62. El resistor R62 es un resistor de  
25 cuatro terminales de seguridad contra fallas. La ganancia de corriente alterna del circuito es variable según lo determina el potenciómetro R60 y el capacitor de desacoplo C48. La ganancia de corriente alterna máxima del circuito está fijada por la relación de R62 a la suma de la impedancia de R58, C48 y R62. El nivel de polarización de co-  
30

Corriente continua y ganancia son ajustados de modo que el voltaje de corriente continua en la salida del amplificador, punto H del circuito, esté fija en aproximadamente la mitad del voltaje de alimentación.

5                    Los resistores R63, R64 y el capacitor C49 (un capacitor de seguridad contra fallas de cuatro terminales) comprenden un filtro RC para eliminar cualesquiera componentes espurios de alta frecuencia. Los resistores R65 y R66, y el transistor Q49 comprenden un seguidor de  
10                    emisor de ganancia unidad que realiza funciones de compensación de impedancia entre el filtro y el circuito del detector.

                    El circuito del detector, un circuito disparador Schmitt, incluye transistores Q50 y Q51. Los niveles  
15                    de umbral superior e inferior son determinados por los resistores R67, R68, R69 y Q70. El punto de polarización de corriente continua es ajustado de manera que la polarización de corriente continua en el punto I del circuito es  
20                    té a media distancia entre los niveles de conmutación de umbral superior e inferior, es decir, véase la figura 10 que ilustra la relación entre el punto de polarización, po  
                    tencial de alimentación, común de circuito y nivel de umbral superior (UTL) y el nivel de umbral inferior (LTL).

                    A fin de que se produzca una salida, debe  
25                    conmutar alternativamente entre por lo menos el UTL y el LTL. Las fallas en el disparador Schmitt hacen disminuir la diferencia entre UTL y LTL. El circuito es ajustado, a la sensibilidad máxima, y la señal mínima que hará funcionar al detector es aquella con un nivel de corriente  
30                    continua en el punto de polarización y la variación posi-

tiva máxima que apenas llega al UTL y la variación negativa máxima que apenas llega a LTL. Todo desplazamiento en el nivel de polarización de corriente continua o un desplazamiento en los niveles de umbral, hace menos sensible al detector, es decir, se requiere una variación de voltaje positivo o negativo más grande para accionar al detector. El transistor Q52, el resistor R53, R72 y R73 amplifican el cambio o variación de voltaje producido en el colector de Q41. La salida del circuito es aplicada a un circuito de excitación de relé que puede ser idéntico al revelado en la figura 4D.

La frecuencia del transmisor juega un gran papel en el "rango" del detector de movimiento y del detector de "isla", aunque como se explicó, el "mango" o margen del detector de movimiento varía con la velocidad del tren, es decir, un tren que se mueve rápidamente será detectado a una mayor distancia que un tren de movimiento lento. Las frecuencias apropiadas para el transmisor están por debajo de 1 kHz y las frecuencias preferidas se hallan entre 160-760 Hz. En el extremo inferior de la banda de frecuencias, por ejemplo en 164 Hz, el margen del detector de movimiento para trenes que se mueven lentamente se espera que sea aproximadamente 900 metros y en el extremo alto de la banda se espera que la detección sea a 300 a 450 metros. El receptor de isla es de esperar que varíe en su margen de definición desde 90 metros, en el extremo bajo de la banda de frecuencia a 30 metros en el extremo alto.

La inclusión de un detector de movimiento y de la protección envolvente (wrap-around), con lógica de la clase ilustrada en la figura 2, provee un respaldo para

la operación del detector de movimiento. Es decir, si el detector de movimiento falla por algún motivo, el cruce si gue protegido porque el repiqueteo de la campanilla del pa so a nivel es iniciado por la protección envolvente. El detector de movimiento solamente puede inhibir el repiquete o de la campanilla en el cruce después que ha probado que puede detectar movimientos.

Pero aún en ausencia de fallas, se debe pres-  
tar una cuidadosa atención a los parámetros del equipo de  
modo que dé el tiempo de alarma mínimo deseado. Por ejem-  
plo, cuando un tren entra a la vía de aproximación, y es  
detectado por los circuitos envolventes, se hace repique-  
tear la campanilla del paso a nivel. Si el tren se detie-  
ne, y el detector de movimiento funciona correctamente, es  
decir, detecta el movimiento del tren y detecta la dete-  
cción del tren, entonces el detector de movimiento funciona-  
rá para hacer terminar el repiqueteo. Supóngase ahora que  
el tren arranca nuevamente; la magnitud del tiempo de alar-  
ma provisto será la magnitud de tiempo que le toma al tren  
moverse hasta el cruce, o paso a nivel. Esto fácilmente  
puede ser menos que el tiempo mínimo de alarma deseado,  
especialmente si el tren ha estado detenido próximo al  
cruce, o si acelera rápidamente, o ambas cosas. La figura  
11 es un trazado de tiempo de alarma ver sus distancia des  
de el cruce a la cual comienza el movimiento, suponiendo  
una aceleración constante para los diversos niveles de  
aceleración. Por ejemplo, un tren que comienza a moverse  
en un punto a 30 metros del cruce, con una aceleración de  
0,8 kilómetro por hora por segundo llegará al cruce con  
menos de 20 segundos de alarma. Una solución obvia sería

extender al circuito de isla, dado que causa el repiqueteo de la campanilla en todo momento en que está ocupado independientemente del movimiento. Sin embargo, la extensión de la "isla" lo suficiente para eliminar este problema puede dar por resultado valores inconvenientemente prolongados de tiempo de repiqueteo después que el tren ha cruzado el paso a nivel o para trenes que se mueven con lentitud. Se requiere otra solución para este problema.

Haciendo nuevamente referencia a la figura 11 se debe observar que esto presupone un detector de movimiento que indica movimiento en el instante en que el movimiento comienza y que puede diferenciar entre velocidad cero y cualquier velocidad arbitrariamente baja, y realizar esta función sin demora. Por supuesto, los detectores de movimiento reales no tienen estas características. Además, el equipo debe estar dispuesto a absorber el deterioro en la sensibilidad del detector de movimiento.

Es particularmente importante el detector de movimiento que es suficientemente sensible para observar el movimiento de un tren que se aproxima, pero que no sea suficientemente sensible para observar el movimiento cuando el tren reduce la velocidad. Por ejemplo, considérese un detector de movimiento cuyo umbral de velocidad se ha deteriorado hasta el punto en que solamente detecta movimiento de trenes que viajan por sobre los 64 kilómetros por hora. Si un tren ingresa a la vía de aproximación a 66 kilómetros por hora, el detector prueba su capacidad de tectando el movimiento. Supóngase además que el tren desacelera ahora hasta 62,7 kph, el detector de movimiento considera que el tren se ha detenido. Si se le permite dar

fin al repiqueteo de la campanilla del paso a nivel, el tren se mueve sobre el cruce a una velocidad de 62,7 kph y el repiqueteo no es reiniciado hasta que el tren llega al circuito de vía de la "isla". Se produciría sustancialmente menos de un segundo de tiempo de alarma con tal disposición. Los detectores de movimiento con sensibilidad inversamente proporcional a la distancia reducen este problema en cierta medida. Debido a las limitaciones sobre los detectores de movimiento, sin embargo, y a pesar de la evidente recomendación de la American Association of Railroads (Asociación estadounidense de ferrocarriles) de que se proporcione una alarma de por lo menos 20 segundos por lo menos en pasos a nivel de carreteras seleccionadas, es evidente que se puede plantear una situación en la cual se proporcionará un tiempo de alarma menor de 20 segundos independientemente del tipo de detector de movimiento provisto.

Para atender a este problema, por consiguiente, el aparato para paso a nivel se dispone para que haga frente a la responsabilidad de proporcionar el tiempo mínimo de alarma si, y solamente si, el tren mantiene por lo menos una velocidad mínima predeterminada (denominada a veces velocidad reglamentaria), dentro de una distancia predeterminada (denominada a veces distancia reglamentaria) del paso a nivel. Si el tren deja de correr a esta velocidad, entonces el aparato queda desligado de la responsabilidad de proporcionar un tiempo de alarma, y el conductor del tren debe asumir esta responsabilidad.

Para examinar las implicaciones de este tipo de disposición, considérese una situación en la cual la

— velocidad mínima mencionada es identificada por  $V$ , la distancia es identificada por  $S$  y  $K$  es la pendiente del umbral velocidad/ distancia del detector de movimiento. Además, el aparato se debe disponer tomando en consideración que el tren está sujeto a cierto límite de aceleración máximo  $A$  y un límite máximo de desaceleración  $D$ . Bajo estas circunstancias, la figura 12 es un trazado de la velocidad versus la distancia hasta el cruce. La velocidad positiva, señala movimiento hacia el cruce, y el perfil de velocidad de un tren que se aproxima al cruce esta representado por una línea. El tren, al aproximarse al cruce, se mueve hacia la izquierda, y un punto en el trazado representa la posición y la velocidad de la porción del tren más próxima al cruce. La línea diagonal  $v = Ks$ , representa el umbral de velocidad del detector de movimiento,  $v$  representa la velocidad del tren y  $s$  representa la distancia hasta el cruce o paso a nivel. Cuando el extremo del tren más próximo al cruce (al que se hará referencia en adelante como "tren") está por encima y a la izquierda de la línea de umbral, el detector de movimiento detectará un movimiento y en el paso a nivel habrá repiqueteo de la campanilla. Cuando el tren está debajo y a la derecha de la línea de umbral, el detector de movimiento no detecta movimiento. Ilustrados específicamente en la figura 12,  $x$  e  $y$  son el perfil de velocidad de trenes a diferentes aceleraciones. Como se mencionó precedentemente, el detector de movimiento podrá solamente inhibir el repiqueteo de la campanilla si ha detectado previamente el movimiento del tren. Cuando el tren cruza la línea de umbral el repiqueteo comienza nuevamente, y el tiempo de alarma es el tiempo que ne-

cesita el tren para moverse desde la línea de umbral hasta el paso a nivel. De este modo, para cualquier punto de cruce dado sobre la línea de umbral, el valor mínimo del tiempo de alarma se producirá para un tren que se mueve hasta el paso a nivel con la aceleración máxima  $A$ . El tiempo de alarma mínimo absoluto será representado por la línea particular de aceleración  $A$  que tenga la menor duración. Se puede demostrar que la duración de estas líneas de aceleración constante (y por consiguiente el tiempo de alarma dado en el cruce) disminuye continuamente al moverse el punto de partida más próximo al origen. El tiempo de alarma más breve para el valor de  $K$  ilustrado es el perfil que comienza y termina en el origen, y es simplemente un punto. El tiempo de alarma correspondiente es cero.

La figura 13 ilustra un trazado similar, pero ahora se representa la velocidad mínima  $V$ , y la distancia  $S$  dentro de la cual el tren debe exceder esta velocidad a fin de obligar al aparato del paso a nivel a que proporcione el tiempo de alarma mínimo. Con esta restricción, el tiempo de alarma más breve está representado por el perfil de velocidad que se origina en la intersección de la línea de umbral con la línea que representa la velocidad  $V$  y que prosigue hasta el cruce con la aceleración  $A$ . Al disponer este equipo es indispensable conocer cómo afectan los valores reales de  $V$ ,  $S$ ,  $A$  y  $K$  al tiempo mínimo de alarma. Si  $K$  puede aumentar hasta el infinito, el tiempo mínimo de alarma disminuye a cero. Sin embargo, con valores excesivamente grandes de  $K$ , queda extremadamente limitada la oportunidad de que el detector de movimiento detecte movimiento alguno, y si no se detecta movimiento en

absoluto, la protección entonces es proporcionada por el  
circuito envolvente (wrap-around). La situación que se  
hace interesante es la ilustrada en la figura 13, en don-  
de el perfil de velocidad del tren es tal que, en el pun-  
to L, se detecta movimiento, en el punto M termina la de-  
tección de movimiento, y el tren prosigue hasta el punto  
N antes de que se detecte nuevamente el movimiento, y el  
tiempo de alarma es el tiempo que necesita recorrer el  
tren desde el punto N hasta el paso a nivel con la acele-  
ración máxima A. Para que este tipo de operación sea posi-  
ble, el tren tiene que desacelerar hasta una velocidad su-  
ficiente para cruzar y volver a cruzar la línea de umbral.  
De tal modo, el valor máximo de desaceleración es signifi-  
cativo. Para cualquier valor dado de D, hay un valor co-  
rrespondiente de K, que coincide con cada valor de V, por  
sobre el cual no es posible cruzar y volver a cruzar el  
umbral sin que la velocidad disminuya por debajo de V.

La figura 14 ilustra tres valores de umbral  
diferentes de K; para cada línea se ilustra la desacelera-  
ción tangente, aquella desaceleración necesaria para per-  
mitir que el perfil de velocidad cruce y recruce la línea  
de umbral. Cuando la tangencia de la curva de desacelera-  
ción y la línea de umbral se produce a la velocidad V, co-  
mo el punto N en la figura 14, un tren que cruza la línea  
de umbral no puede volver a cruzarla sin disminuir su ve-  
locidad por debajo de V. Por consiguiente, el valor máxi-  
mo de K que se necesita considerar es aquel que coincide  
con la pendiente de la curva de desaceleración máxima a  
una velocidad V. Es decir, los valores más altos de K no  
disminuye el tiempo de alarma mínimo por causa del límite

impuesto por la máxima desaceleración  $D$ .

La máxima desaceleración es definida

$v = \sqrt{2D(s - \Delta)}$  donde  $\Delta$  permite el desplazamiento horizontal de la curva de desaceleración. Se puede entonces expresar:

$$\frac{dv}{ds} = \frac{D}{\sqrt{2D(s - \Delta)}} = \frac{D}{v}$$

Si consideramos  $K = \frac{dv}{ds}$  cuando  $v = V$ , entonces  $K_{\max} = \frac{D}{V}$

Por consiguiente, el valor máximo de  $K$  aumenta con el aumento de la desaceleración máxima y disminuye con el descenso de la velocidad  $V$ . La figura 15 ilustra el caso de la alarma mínima. Sobre la base de los parámetros de la figura 14, el tiempo de alarma mínimo es:

$$t_{\min} = \frac{\sqrt{V^2 + 2AS} - V}{A} = \frac{V}{A} \left\{ 1 + 2A/D - 1 \right\}$$

Por el análisis que antecede, se encuentra que una vez definidas la aceleración máxima  $A$ , la desaceleración máxima  $D$ , y la velocidad  $V$ , se puede determinar el tiempo de alarma mínimo. De este modo, en la figura 16 se traza el tiempo de alarma mínimo en función de  $A$  y  $D$  para una velocidad de  $V = 32$  kilómetros por hora. La línea de rayas horizontal indica 20 segundos de tiempo de alarma. Por ejemplo, con una velocidad  $V$  igual a 32 kph, si la desaceleración máxima es de 1,09 kph por segundo,

la aceleración máxima no puede exceder de 1,49 kph por segundo. Si la desaceleración máxima es de 1,6 kph por segundo, no se puede tolerar ninguna aceleración. Si bien estos límites son exigentes, empeoran realmente si se consideran valores menores para V. Para remediar este problema, se puede determinar para cualquier tiempo de alarma mínimo dado,  $t_s$  (por ejemplo, 20 segundos) un valor de K tal que un movimiento que comienza en la intersección de la línea de umbral con la velocidad V y prosigue con aceleración máxima hasta el paso a nivel es exactamente igual a este tiempo de alarma mínimo. Este valor de K es

$$K_c = \frac{2V}{t_s (2V + At_s)}$$

Para todos los valores de K que no exceden de  $K_c$ , el tiempo de alarma mínimo estará asegurado, a condición de que el tren mantenga por lo menos una velocidad igual a V. El problema restante es idear una solución para aquellas situaciones en las que K es mayor que  $K_c$ . La figura 17 ilustra un caso para  $K > K_c$  con una desaceleración al máximo, es decir, = D. Sobre la base del análisis precedente, se sabe que el tiempo de alarma mínimo será excedido por todos los trenes que prosigan sobre un perfil de desaceleración máxima desplazado a la derecha del perfil ilustrado porque estos trenes no cruzarán dos veces la línea de umbral. Para el caso tangente, es posible que el detector de movimiento indique movimiento en el punto L, probándose con ello a sí mismo, y que deje de indicar movimiento, ligeramente más allá del punto L, inhibien

do con ello el ulterior repiqueteo de la campanilla. Cuando comience nuevamente el repiqueteo en el punto N, habría un tiempo insuficiente de alarma si el tren acelerara al valor máximo, dado que se ha postulado que  $K$  es mayor que  $K_c$ . Para asegurar un tiempo mínimo de alarma, el solicitante introduce un retardo en la terminación del repiqueteo, es decir, un retardo en el tiempo con el cual se permite que el detector de movimiento de por terminado el repiqueteo, retardo que es igual o excede al tiempo usado para moverse desde el punto L al punto N a lo largo del perfil ilustrado. El retardo comienza cada vez que se deja de detectar el movimiento y el repiqueteo continúa hasta que el retardo haya expirado. En el caso ilustrado en la figura 17, el repiqueteo no se detendría en absoluto dado que, antes de la terminación del repiqueteo, se detectaría el movimiento nuevamente en el punto N. El intervalo de tiempo específico para el perfil ilustrado en la figura 17 es adecuado para todos los perfiles máximos de desaceleración que son desplazados hacia la izquierda, puesto que el perfil desplazado dará por resultado menos tiempo desde la indicación de pérdida de movimiento hasta el retorno de la indicación de movimiento en el punto N. Así, el tiempo para seguir al perfil sólido de la figura 17 es suficiente para todos los perfiles de velocidad permisibles con este valor particular de  $K$ . El retardo de tiempo necesario, denominado tiempo de sostenimiento de repiqueteo ( $t_{rs}$ ) es derivado de la manera siguiente. La pendiente de la curva de desaceleración es  $\frac{dv}{ds} = \frac{D}{v}$ . Esta pendiente es igual a  $K$  cuando  $v = v_L$ ; se deduce que

$$v_L = \frac{D}{K} \text{ y } S_L = \frac{v_L}{K} = \frac{D}{K^2}$$

También se determina  $S_M$  y  $S_N$  como sigue:

$$S_M = S_L - \frac{v_L^2 - V^2}{2D} = \frac{D}{2K^2} + \frac{V^2}{2D}$$

$$S_N = -\frac{V}{K}$$

De esto se determina que el tiempo necesario para moverse desde L a N, definido como el tiempo de sostenimiento de repiqueteo de la campanilla ( $t_{rs}$ ), como sigue:

$$t_{rs} = \frac{v_L - V}{D} + \frac{S_M - S_N}{V} = \frac{D}{2K^2 V} + \frac{V}{2D}$$

Por esta expresión es evidente que  $t_{rs}$  aumenta según disminuye K. No obstante, se ha demostrado que el tiempo de alarma será adecuado para  $K < K_c$ . Por lo tanto,  $t_{rs}$  para  $K = K_c$  es adecuado para cualquier valor de K. De este modo la expresión se reduce a

$$t_{rs} = \frac{D}{V} + \frac{V}{2D} = \frac{Dt_s^2 (2V + At_s)^2}{8V^3} + \frac{V}{2D}$$

A fin de que esto tenga eficacia, el tren debe mantener por lo menos una velocidad V, dentro de al menos  $S_M$ . Sin embargo,

$$S_M = \frac{D}{2K_c^2} + \frac{V^2}{2D} = \frac{Dt_s^2 (2V + At_s)^2}{8V^2} + \frac{V^2}{2D}$$

5

Se encuentra que:

$$t_{rs} = \frac{S_M}{V} - \frac{V}{2D}$$

10

De modo que el empleo del temporizador de sostenimiento del repiqueteo proporcionará un tiempo de alarma mínimo  $t_s$  a condición de que el tren esté limitado a la aceleración  $A$ , desaceleración  $D$  y mantenga por lo menos una velocidad  $V$  dentro de  $S_M$  del naso a nivel.

15

En resumen, se emplea un temporizador, que es iniciado solamente cuando:

1) se ha detectado movimiento; y,

2) la detección del movimiento termina antes

20

de que el tren haya llegado al cruce o la isla. No se permite ahora que el detector de movimiento de por finalizado el repiqueteo cuando ya no se detecta movimiento, sino que dicho acontecimiento simplemente inicia al temporizador de sostenimiento de repiqueteo de la campanilla, y el repiqueteo se da por terminado solamente cuando expira el

25

temporizador de sostenimiento del repiqueteo. Empleando los parámetros analizados precedentemente el solicitante puede asegurar cualquier tiempo mínimo de alarma deseado (a condición de que la velocidad del tren no descienda por debajo de la velocidad  $V$ ) y está limitado con la aceleración máxima  $A$  y la desacelera-

30

ción máxima D. Esta capacidad es verdadera independiente-  
mente de los cambios en el umbral del detector de movimien-  
to, a condición de que:

1) el umbral de velocidad permanezca directa-  
mente proporcional a la distancia hasta el paso a nivel,  
y

2) el umbral de velocidad no cambie durante  
la aproximación de ningún tren.

5

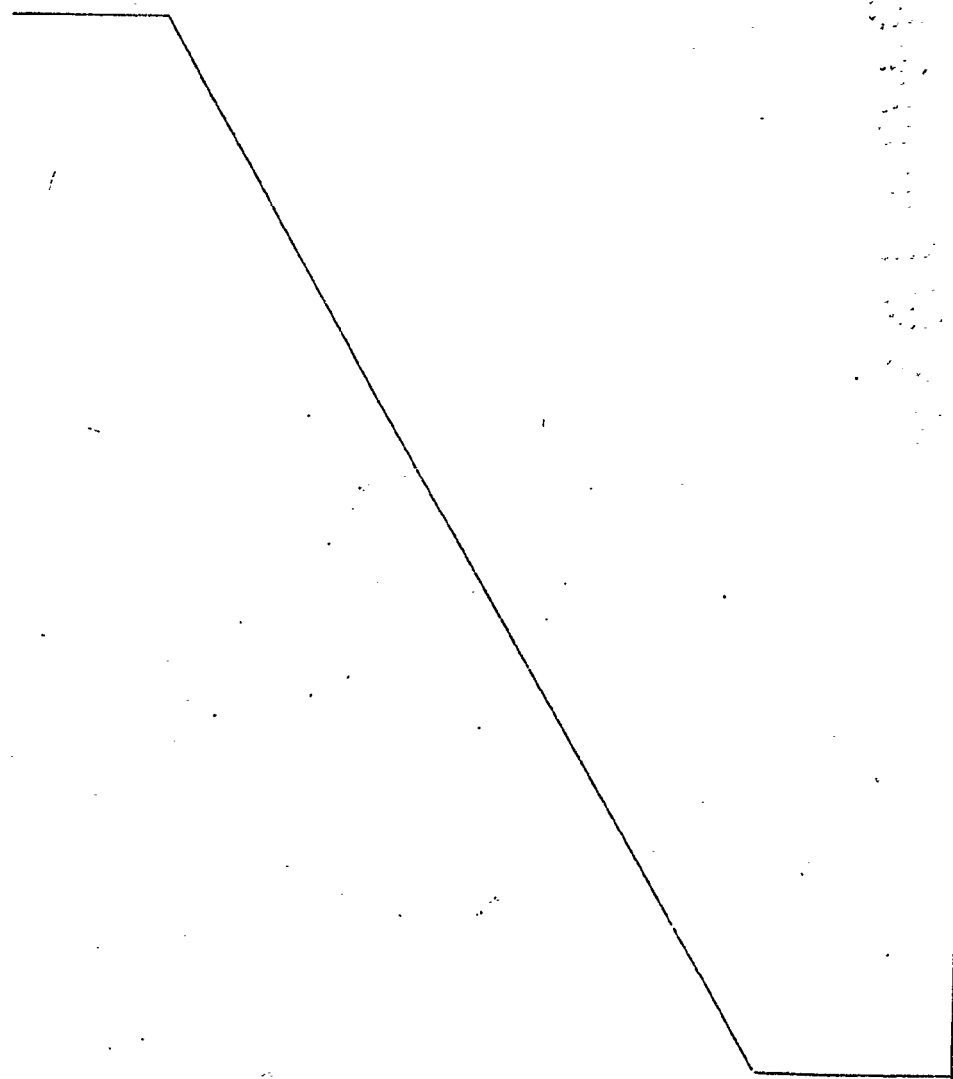
10

15

20

25

30



1

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Un equipo para señales en un paso a nivel de ferrocarril y carretera para advertir al tránsito de la carretera sobre la aproximación de un vehículo ferroviario, que incluye un detector de movimiento de vehículo ferroviario, un transmisión para dicho detector de movimiento, caracterizado por incluir: una fuente de temporización de señales eléctricas que funciona a un primer régimen, un medio divisor excitado por dicha fuente de temporización, para producir por lo menos una señal eléctrica a un régimen que es una fracción predeterminada de dicho primer régimen y que está en enganche de fase con dicha fuente de temporización, un modulador conectado a dicho medio divisor para producir una señal modulada en donde la modulación es coherente en fase con la señal que es modulada, y un medio para acoplar la señal modulada a rieles de vía adyacente a dicho paso a nivel de carretera.

15

20

25

30

2ª.- Un equipo para señales de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho medio divisor produce una segunda señal eléctrica a un régimen que es una fracción predeterminada segunda de dicho primer régimen, en donde dichas fracciones predeterminadas primera

1 y segunda son diferentes, produciendo dicho modulador una  
señal modulada que comprende dicha primera señal eléctrica  
modulada por dicha segunda señal eléctrica.

5 3<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con  
la reivindicación 1<sup>a</sup>, caracterizado porque dicha fuente de  
temporización produce señales eléctricas de forma de onda  
cuadrada y en el cual dicho medio para acoplamiento incluye  
un filtro de paso de banda siendo la banda de paso ligera-  
mente más ancha que el doble de la frecuencia de dicha se-  
10 ñal de modulación.

4<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con  
la reivindicación 3<sup>a</sup>, caracterizado porque dicho modulador  
incluye un medio de circuito activo que tiene una salida  
excitada hasta saturación.

15 5<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con  
la reivindicación 1<sup>a</sup>, en el que dicho detector de movimien-  
to de vehículo ferroviario tiene un receptor y transmisor,  
caracterizado porque dicho transmisor incluye: una fuente  
de temporización de señales eléctricas que funciona a un  
20 primer régimen, un medio divisor excitado por dicha fuente  
de reloj, para producir por lo menos una señal eléctrica  
a un régimen que es una fracción predeterminada de dicho  
primer régimen y está en enganche de fase con dicha fuente  
de reloj, un modulador conectado a dicho medio divisor pa-  
25 ra producir una señal modulada cuando la modulación es  
coherente en fase con la señal que es modulada, y un medio  
para acoplamiento de la señal modulada a los rieles de vía  
adyacente a dicho paso a nivel.

30 6<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con  
la reivindicación 5<sup>a</sup>, caracterizado porque dicho medio

1 -divisor produce una segunda señal eléctrica a un régimen  
que es una segunda fracción predeterminada de dicho primer  
régimen, en donde dichas fracciones predeterminadas pri-  
5 mera y segunda son diferentes, produciendo dicho modula-  
dor una señal modulada que comprende dicha señal eléctri-  
ca primera modulada por dicha señal eléctrica segunda.

7<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con  
la reivindicación 5<sup>a</sup>, caracterizado porque dicha fuente  
de temporización produce una señal eléctrica de forma de  
10 onda cuadrada y en la cual dicho medio para acoplamiento  
incluye un filtro de paso de banda siendo la banda de paso  
ligeramente más ancha que el doble de la frecuencia de di-  
cha señal modulada.

8<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con  
15 la reivindicación 7<sup>a</sup>, caracterizado porque dicho modulador  
incluye un medio de circuito activo que tiene una salida  
excitada hasta la saturación.

9<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con  
la reivindicación 5<sup>a</sup>, caracterizado porque dicho receptor  
20 incluye: un medio amplificador acoplado a dichos rieles  
de vía adyacente a dicho paso a nivel, un demodulador  
acoplado a dicho medio amplificador, un medio detector  
de movimiento acoplado a dicho demodulador para detectar  
un movimiento de vehículo ferroviario hacia dicho paso a  
25 nivel, y un detector de vehículo ferroviario acoplado a  
dicho demodulador para detectar la presencia de un vehícu-  
lo ferroviario adyacente a dicho paso a nivel.

10<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con  
la reivindicación 9<sup>a</sup>, caracterizado porque dicho detector  
30 incluye un medio de filtro acoplado a dicho demodulador y

1 un detector de voltaje sensible a reducciones en el voltaje de salida del filtro hasta por debajo de variaciones de señal predeterminadas para detectar vehículos ferroviarios.

5 11<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con la reivindicación 10<sup>a</sup>, caracterizado porque dicho detector de voltaje comprende un circuito disparador Schmit.

10 12<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con la reivindicación 9<sup>a</sup>, caracterizado porque dicho demodulador incluye un filtro de portadora y dicho medio detector de movimiento incluye: un excitador de relé de movimiento, un medio de filtro adicional acoplador de señales a dicho excitador de relé de movimiento, limitando dicho medio de filtro adicional las frecuencias de señales acopladas a dicho medio excitador de relé de movimiento.

15 13<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con la reivindicación 1<sup>a</sup>, que incluye un detector de movimiento, un transmisor mejorado dispuesto para impedir que fallas de circuito aumenten la salida del amplificador, caracterizado por comprender: una fuente de señales a ser transmitidas que incluyen por lo menos una portadora de frecuencia determinada, un medio amplificador acoplado a dicha fuente que incluye por lo menos un dispositivo activo conmutado por dichas señales entre condiciones de saturación y desconexión, un medio de filtro de paso de banda que acopla una salida de dicho dispositivo activo a rieles de vía adyacentes a dicho paso a nivel por lo cual las fallas de transmisor no aumentan la salida del transmisor a dicha frecuencia portadora.

20 25 30 14<sup>a</sup>.- Un equipo para señales de acuerdo con

1 la reivindicación 13<sup>a</sup>, caracterizado porque dicha fuente  
provee una portadora modulada en la cual una señal de modu-  
lación está enganchada en fase a dicha portadora.

5 15<sup>a</sup>.- "UN EQUIPO PARA SEÑALES EN UN PASO A  
NIVEL DE FERROCARRIL Y CARRETERA".

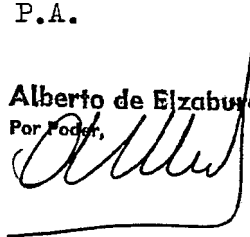
Tal y como se ha descrito en la Memoria que  
antecede, representado en los dibujos que se acompañan y  
para los fines que se han especificado.

10 Esta Memoria consta de cuarenta y cinco ho-  
jas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 17. NOV. 1978

P.A.

15 **Alberto de Elizaburu**  
Por Poder,



20

25

30

-completa incluye un par de diodos y un terminal de salida acoplado a ánodos de dichos diodos, incluyendo dicha etapa activa un transistor npn con emisor acoplado a común de circuito, y medios de circuito que incluyen dicho capacitor diferenciador acoplado dicho terminal de salida del rectificador de onda completa a una base de dicho transistor.

18ª.- Un equipo para señales en un paso a nivel de ferrocarril y carretera.

19ª.- UN EQUIPO PARA SEÑALES EN UN PASO A NIVEL DE FERROCARRIL Y CARRETERA.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de cuarenta y seis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 20 JUN 1978

P.A.

Alberto de Ezaburu  
For Poder,



20

25

30

22068

MPB.-

FIG. 1

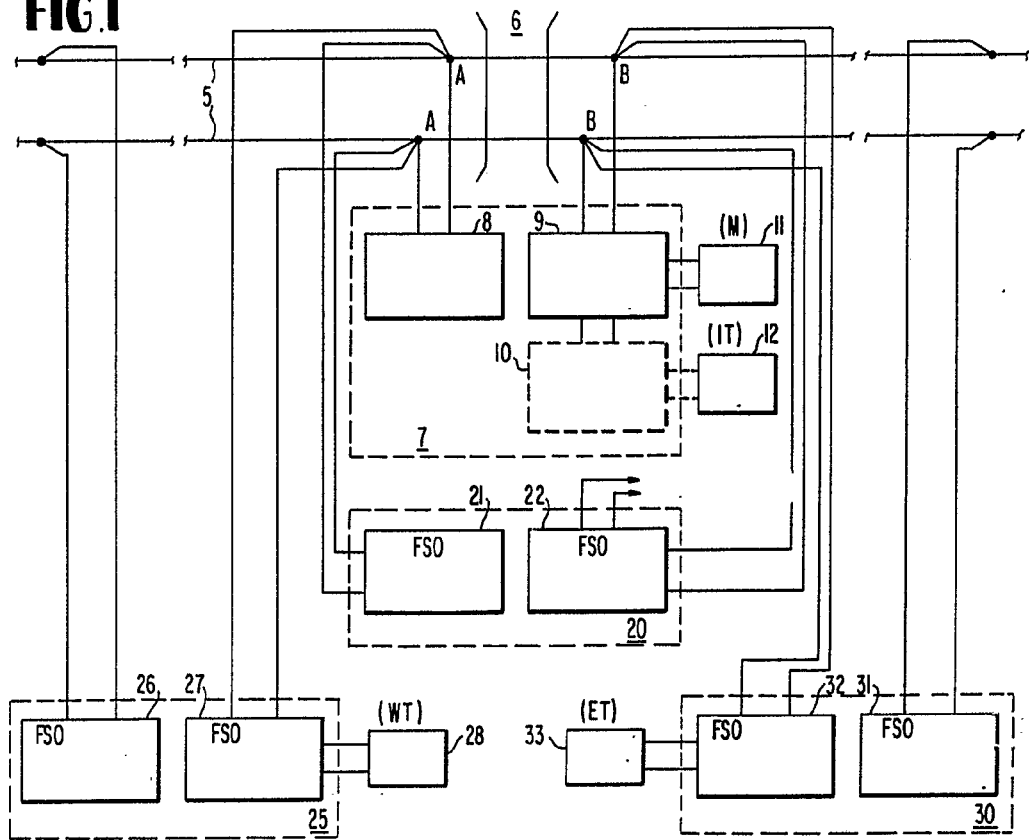
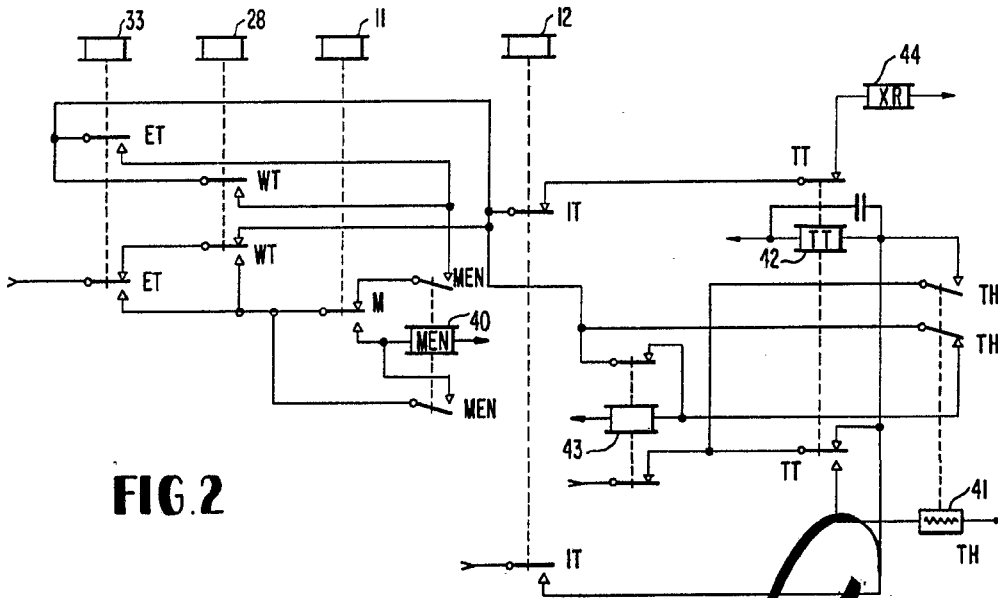


FIG. 2



*[Handwritten signature]*  
Approved for Release  
FOUO

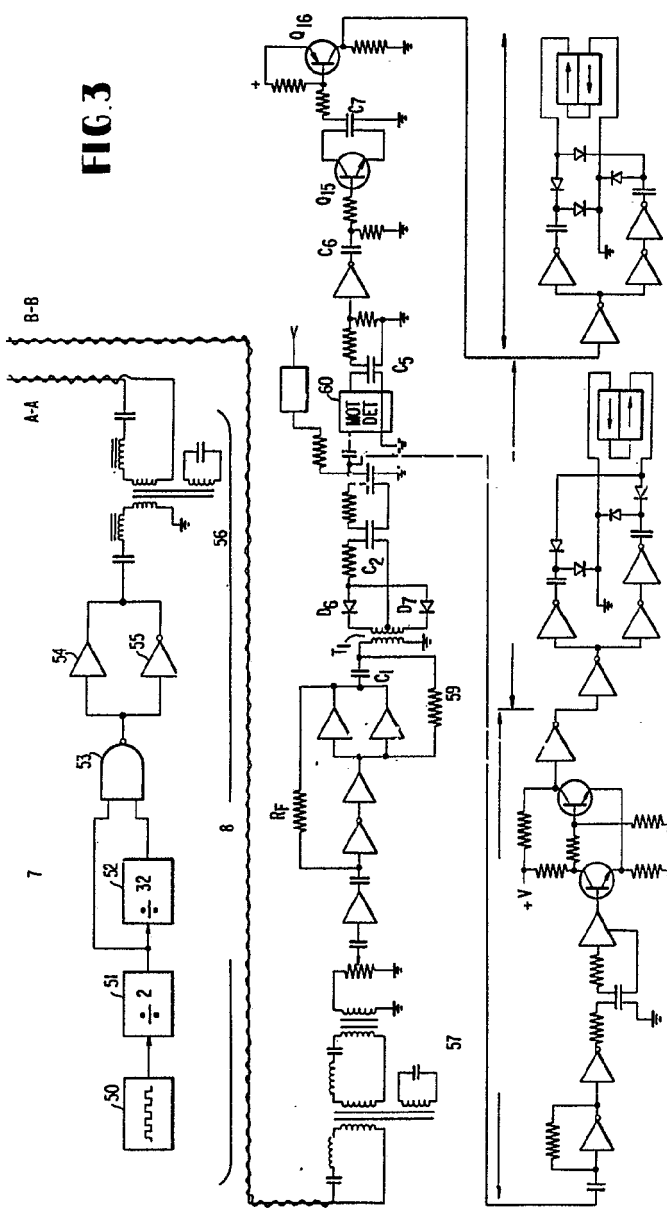
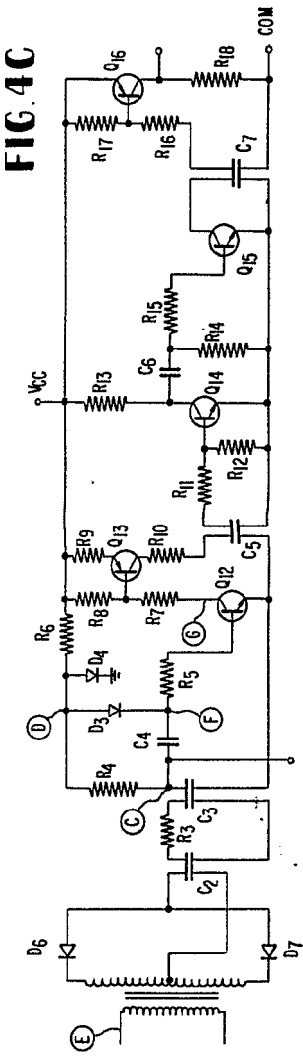


FIG. 3

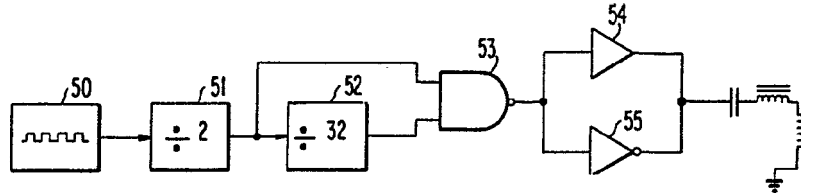
FIG. 4C



POOR QUALITY

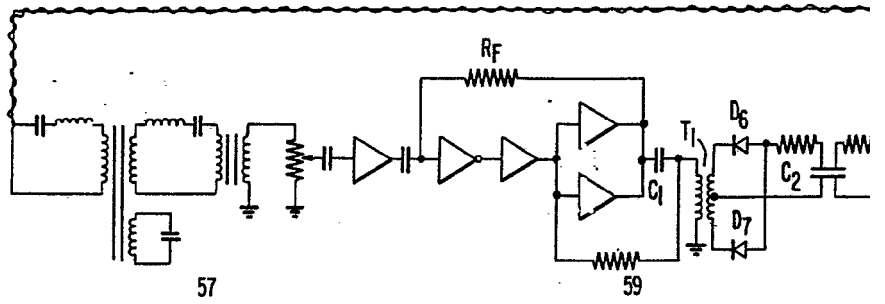
Handwritten signature or mark in the top right corner.

7



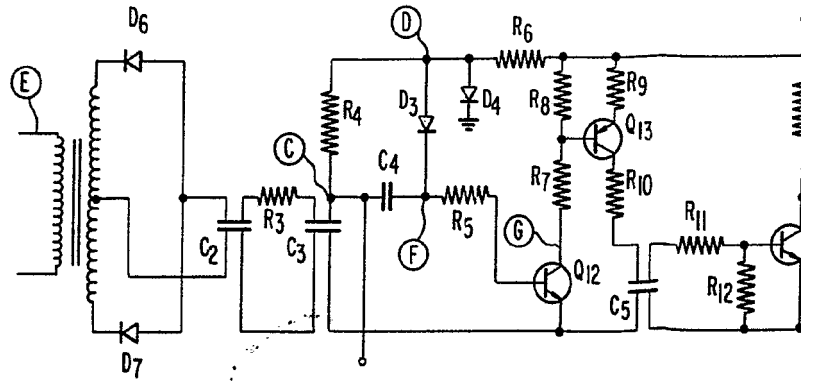
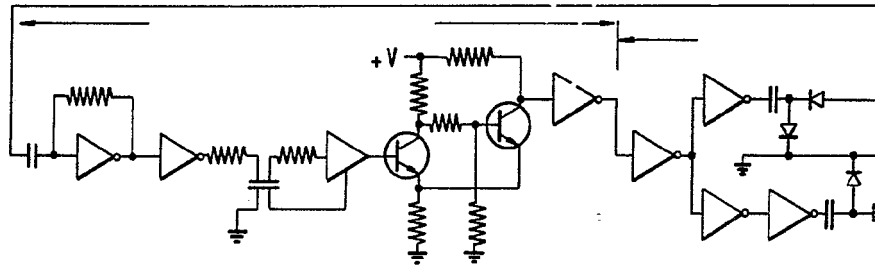
8

56



57

59



POOR QUALITY

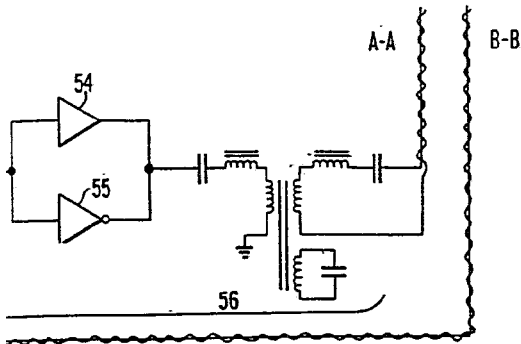


FIG. 3

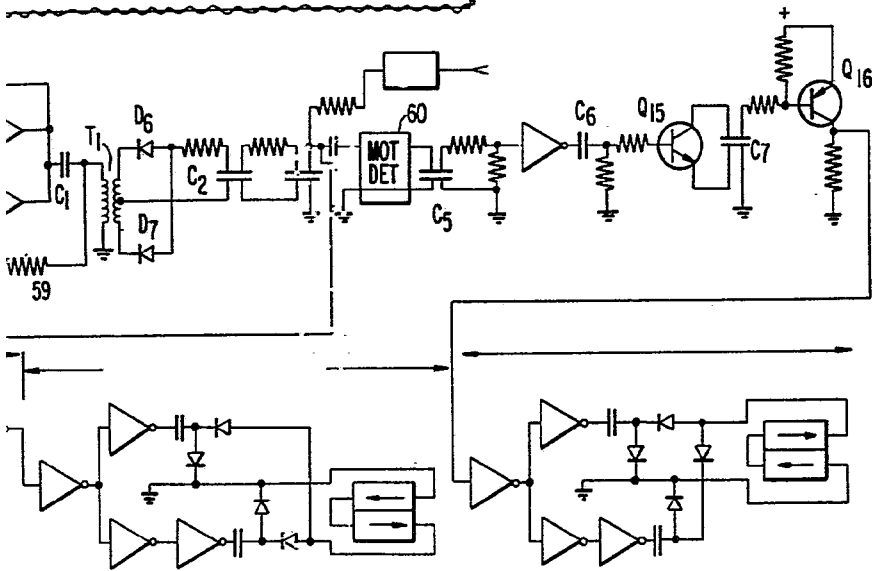
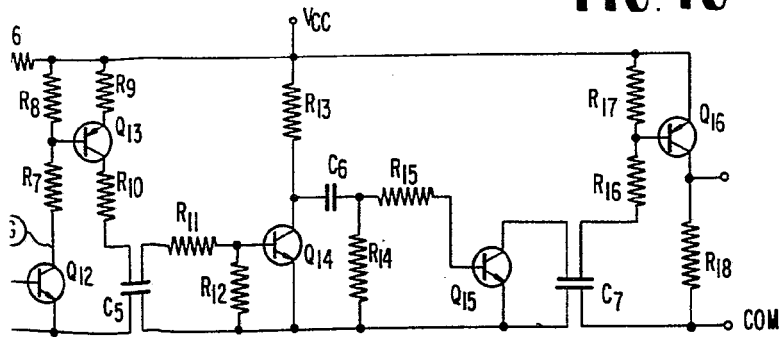
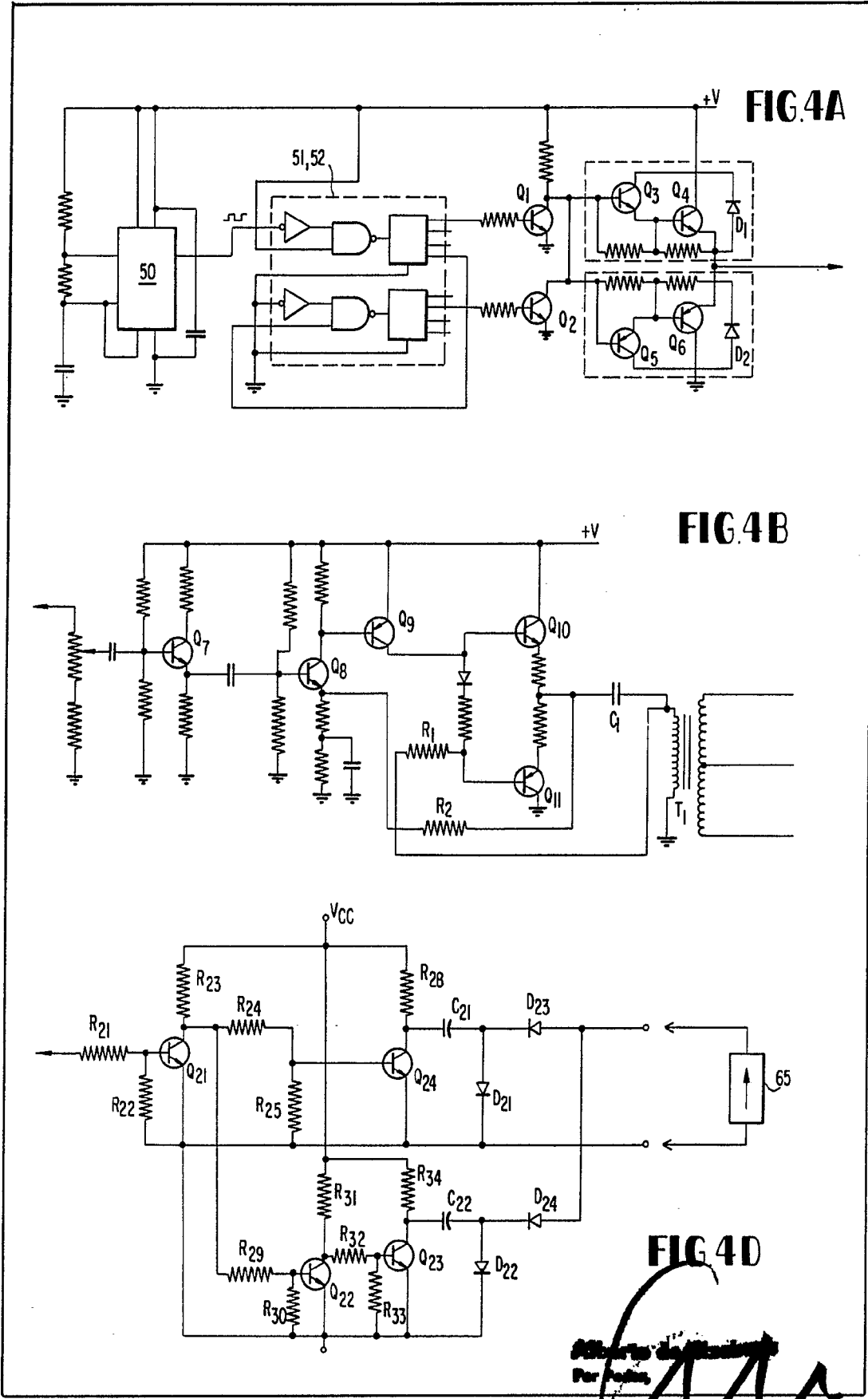


FIG. 4C





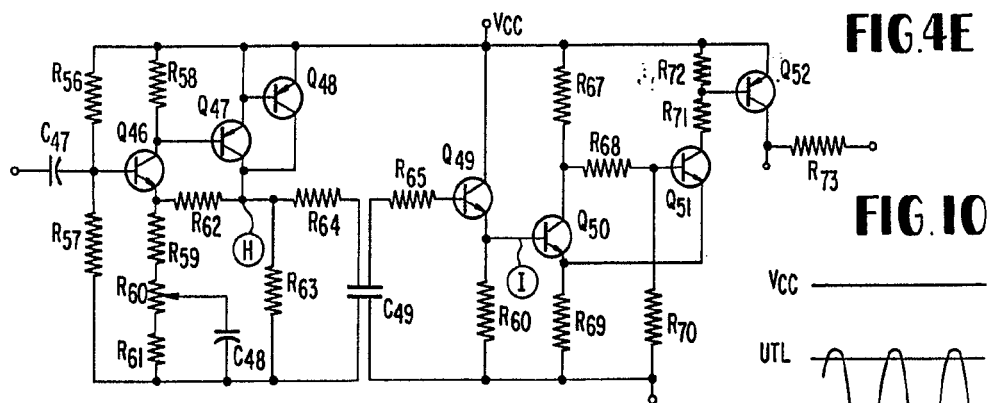
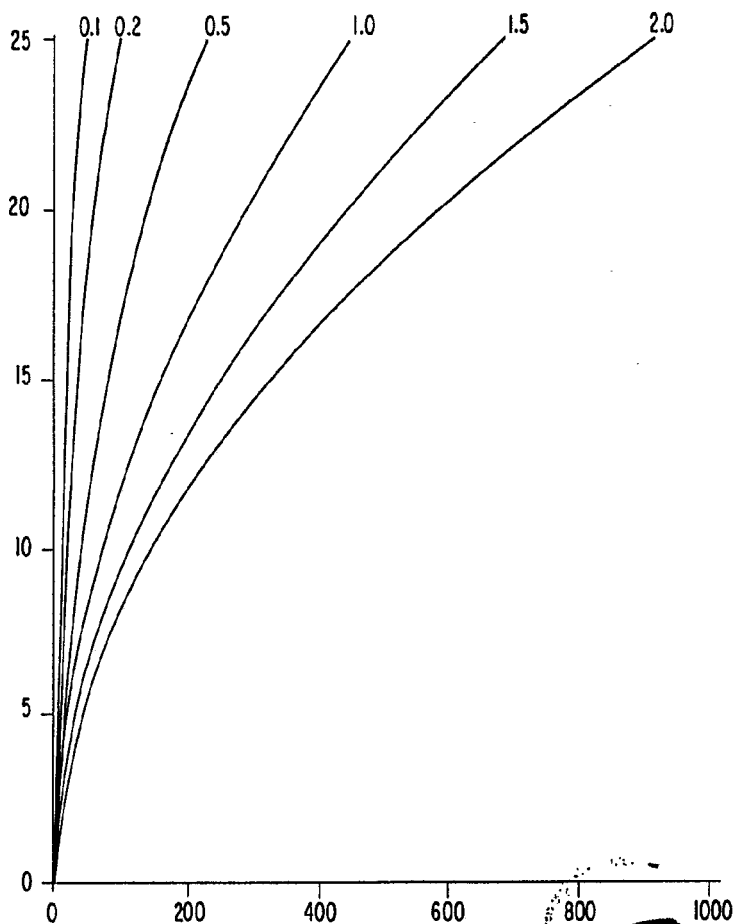


FIG. II



Alberto d. Elzola  
 For Baker,

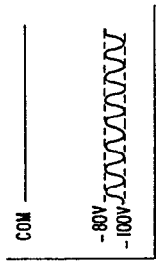


FIG. 5

FIG. 7

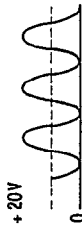


FIG. 9

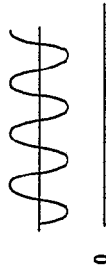


FIG. 6



FIG. 8

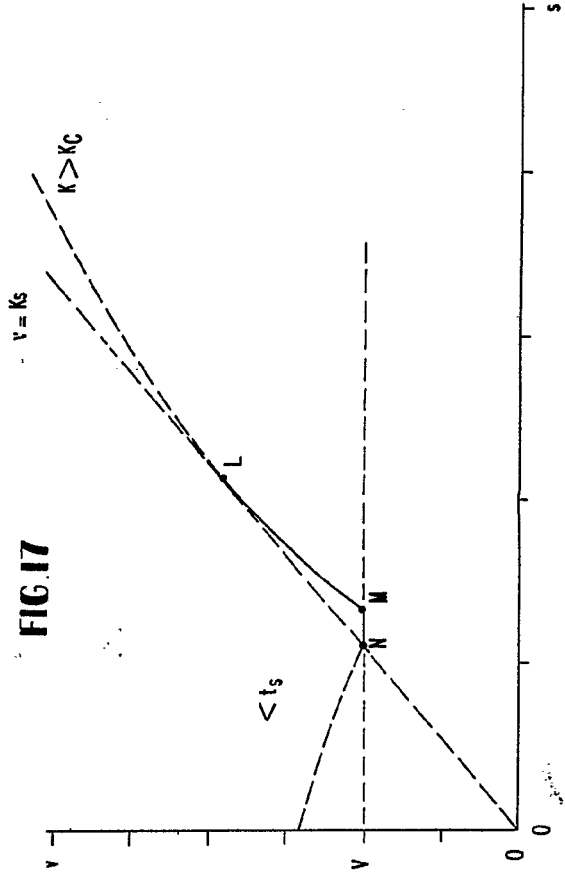


FIG. 17

INVENTOR

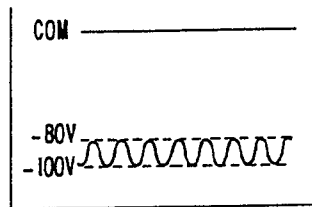


FIG. 5

FIG. 7

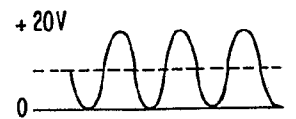


FIG. 6

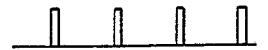


FIG. 8

FIG. 17

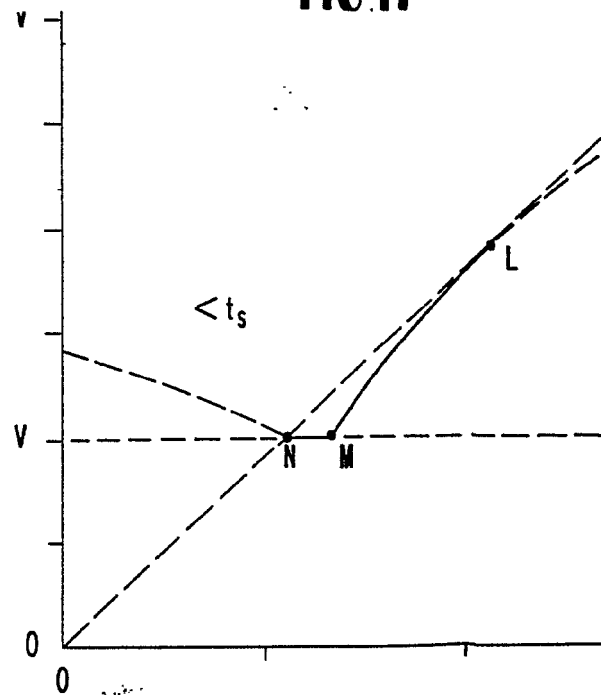


FIG. 7

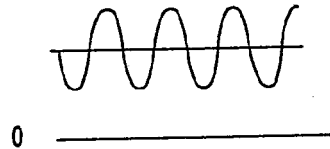
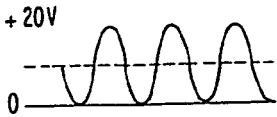


FIG. 9

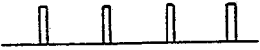
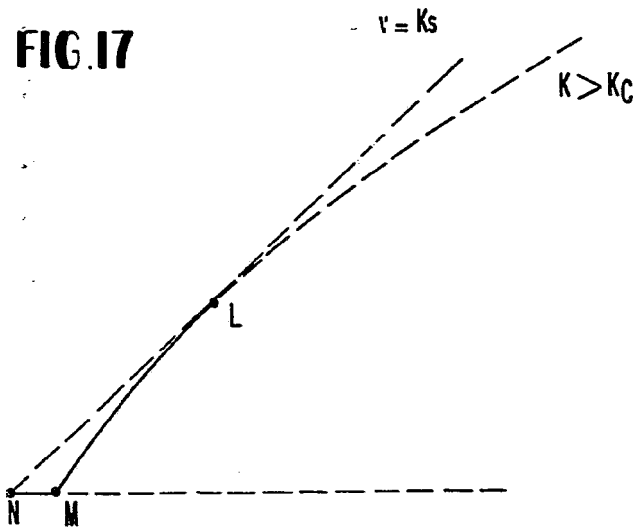


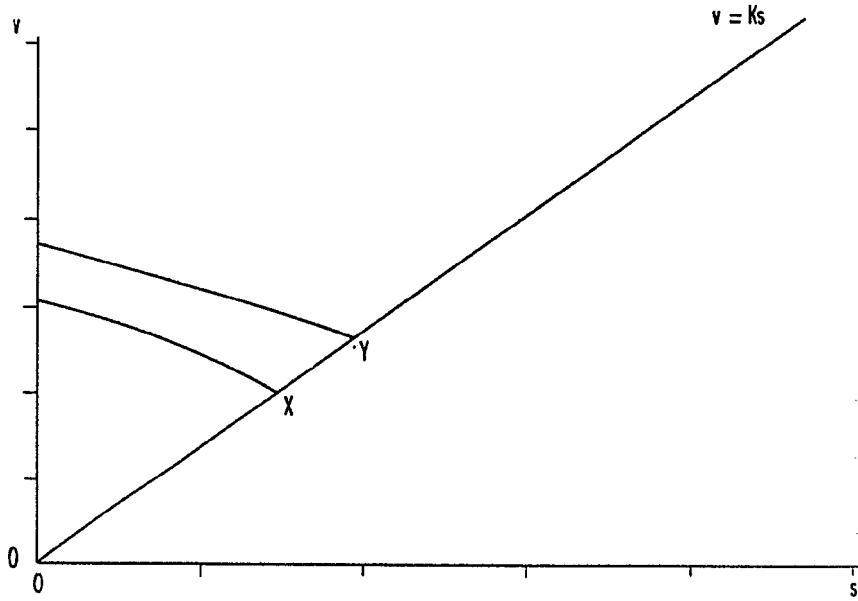
FIG. 8

FIG. 17

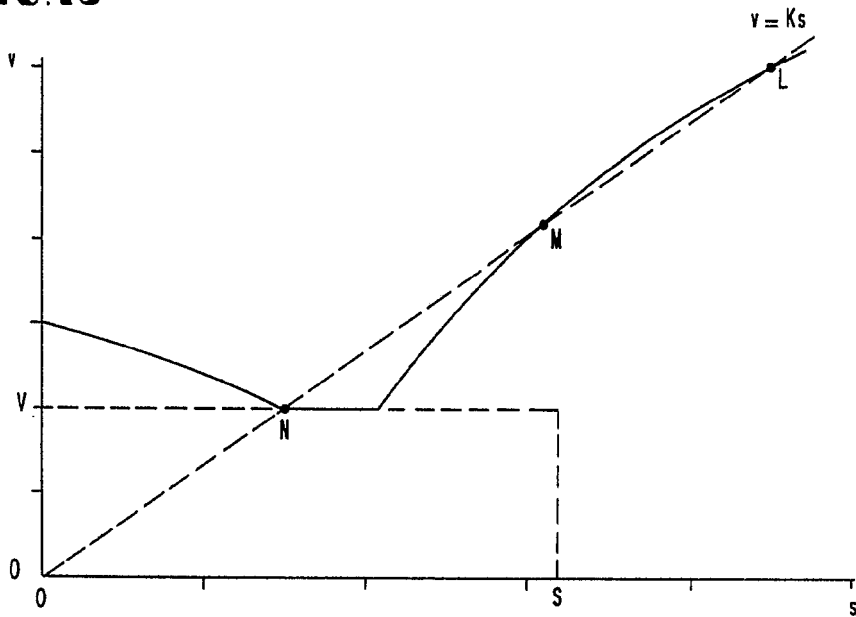


Alberto J. ...  
St. Paul, MN

**FIG. 12**

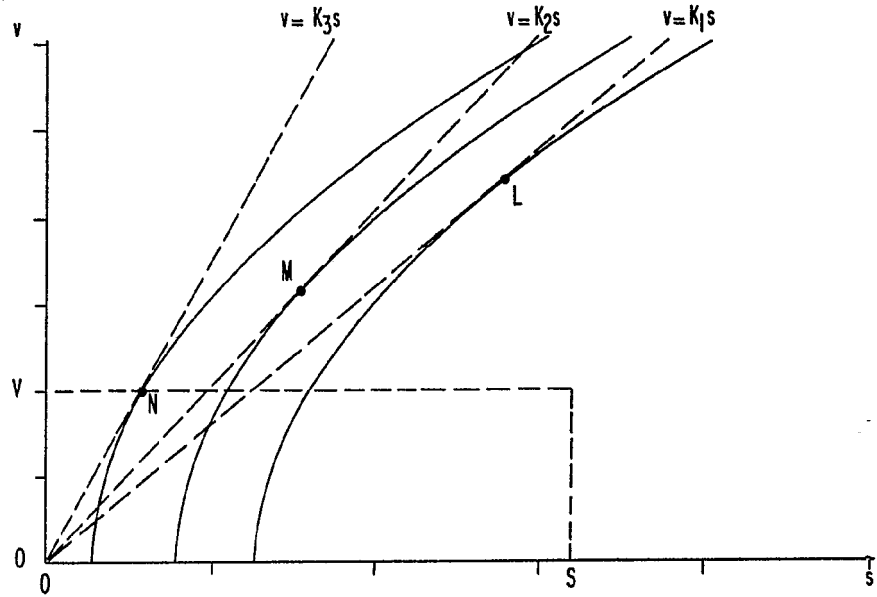


**FIG. 13**

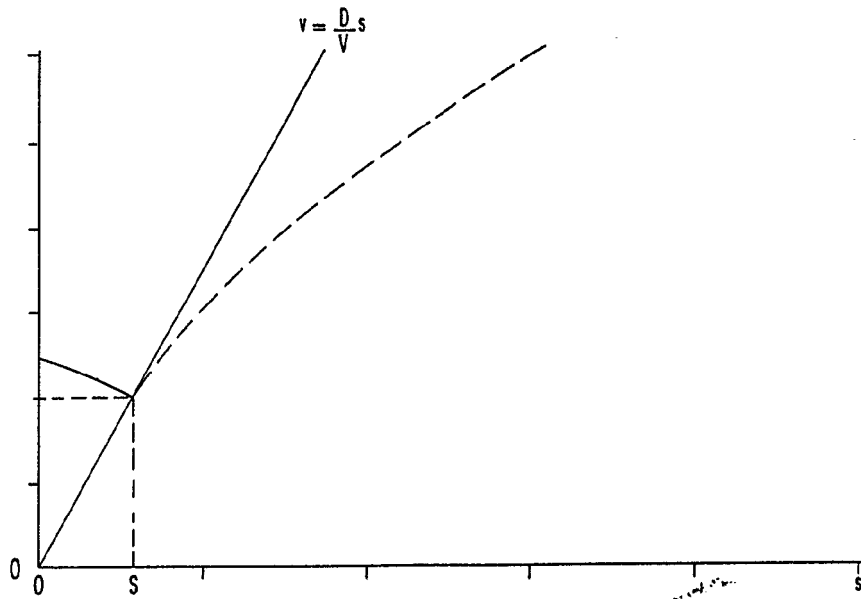


Alberto de...  
Pat. ...  
*AM*

**FIG. 14**

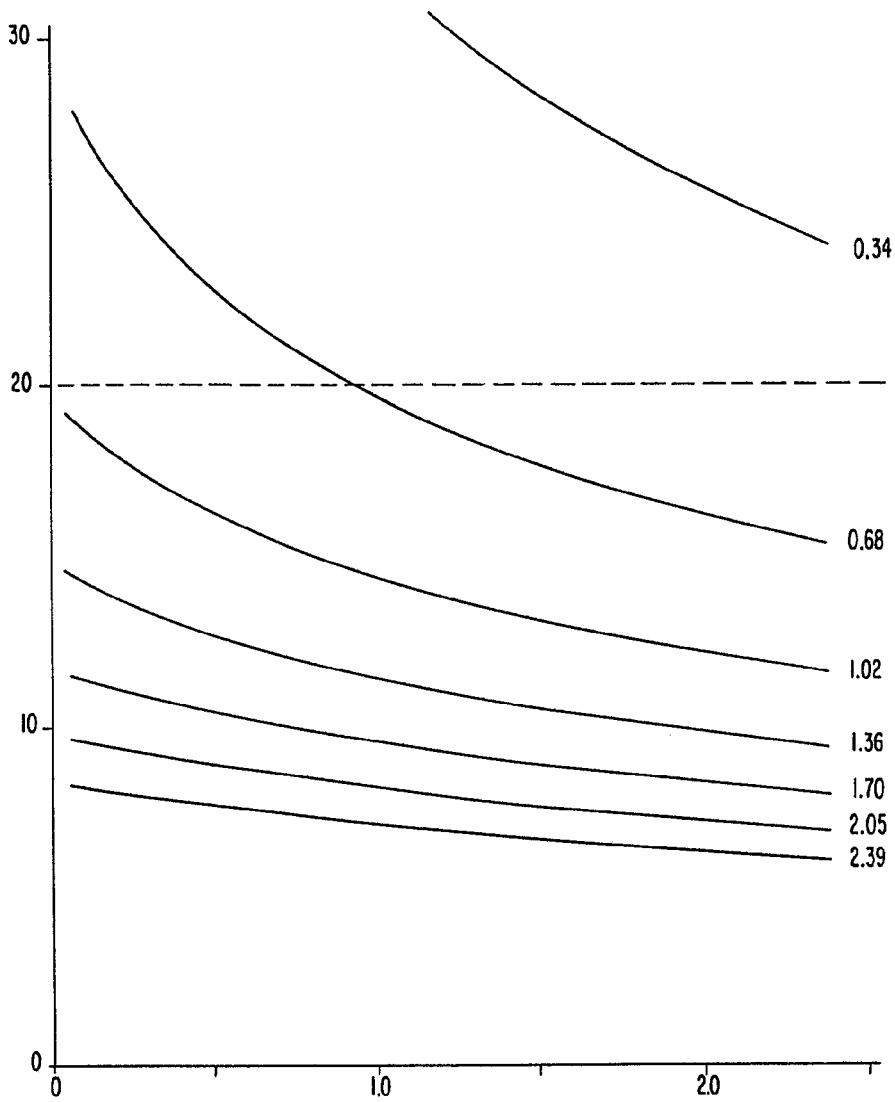


**FIG. 15**



Alberto de Fabry  
Per [illegible]

**FIG.16**



Alberto de Eizaso  
Des. Indus.