

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



10 ES	11	NUMERO	10 A1
	21	45945	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		11 septbre. 1976	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H02M	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"PERFECCIONAMIENTOS EN APARATOS CONVERTIDORES DE CORRIENTE ALTERNA EN CORRIENTE CONTINUA".		
71 SOLICITANTE (ES)		
Don José ESFLUGAS TORNE		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Barcelona, Via Layetana 46A, 4º 2ª		
72 INVENTOR (ES)		
el solicitante		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
Don Ignacio PONTI GRAU		

El empleo de aparatos convertidores de corriente alterna en corriente continua, por transformación de tensiones polifásicas al voltaje deseado y su ulterior rectificación e integración en una corriente continua única, ya es sobradamente conocido y ha obtenido un auge considerable desde el advenimiento de los modernos diodos semiconductores de potencia, en todas aquellas aplicaciones en que es necesario el uso de corriente continua. En efecto, ya son conocidos los sistemas de esta clase en una extensísima gama de realizaciones que va desde el empleo de simples diodos de silicio bipolares hasta los más sofisticados circuitos con control automático del tiempo de conducción de tiristores u otros componentes rectificadores similares.

Industrialmente se trata, por lo general, de convertidores que utilizan como entrada la corriente trifásica de red, la transforman en una tensión alterna deseada, generalmente más baja, y rectifican independientemente las tres componentes de tensión para integrarlas en la correspondiente línea de salida de corriente continua. Lógicamente se utiliza rectificación de doble onda, con diodos independientes o puentes Graetz, de forma que en la línea de salida se obtiene una corriente continua con un rizado o pulsación residual de aproximadamente el 4% de la amplitud de la forma de onda rectificada, lo cual, si bien es tolerable en ciertos casos, por ejemplo para la alimentación de cargas puramente resistivas como en hornos de arco o de resistencia, resulta incompatible en las apli

caciones que presentan cargas fuertemente inductivas.

En efecto, en la alimentación de grandes electromotores de corriente continua, y dado que en estos casos no es práctico ni rentable el empleo de circuitos de filtro o alisadores como los empleados en alimentadores de corriente continua a baja potencia, se recurre a la propia inductancia de los devanados del motor para obtener un efecto de autofiltrado, pero ello es a expensas de la generación de ciclos de histeresis en el hierro de los circuitos magnéticos, los cuales dan lugar a los diversos tipos de pérdidas de energía conocidos. Por este motivo, a fin de obtener un funcionamiento correcto del motor sin rebasar la temperatura de trabajo recomendada, es corriente utilizar motores de potencia superior a la necesaria, lo cual representa un coste adicional. Por otra parte, si se tiene en cuenta que al reducirse la velocidad de trabajo del motor baja el rendimiento del mismo, y al mismo tiempo aumenta el porcentaje de rizado de la forma de onda rectificadora, con el consiguiente aumento de las pérdidas en el hierro, se comprenderá que en motores que han de suministrar una potencia considerable a velocidades ampliamente variables se presenten pérdidas de rendimiento y calentamientos intolerables en la mayoría de los casos.

La presente invención tiene por objeto eliminar o reducir considerablemente este problema conocido, perfeccionando los sistemas convertidores de corriente alterna a corriente continua conocidos, de la clase indicada ante

riormente, en el sentido de hacer posible una considerable  
reducción de la componente de rizado o pulsación residual  
de la forma de onda rectificada, mediante una adecuada re  
partición de fases, en el diagrama vectorial, de varias  
5 tensiones obtenidas a partir de la corriente alterna de  
partida. Al efecto es necesario tener en cuenta que ya es  
conocido un sistema convertidor de corriente alterna en  
continua basado en el principio conocido de que existe  
una diferencia de fase de 30 grados eléctricos entre las  
10 salidas homólogas de un generador de corriente alterna  
en conexión estrella respecto a la conexión delta o trián  
gulo equivalente, pero en este caso el objetivo era exclu  
sivamente alimentar aparatos soldadores eléctricos desde  
una red trifásica con cargas equilibradas en las tres fa  
15 ses; el rizado residual todavía es considerable a los efec  
tos de la invención, y el dispositivo utilizado comprende  
dos devanados independientes, uno en estrella y el otro en  
triángulo, que pueden ser considerados como formando par  
te, tanto de los secundarios de uno o dos transformadores  
20 estáticos como de uno o dos convertidores rotativos, en  
ambos casos excitados a partir de la red de suministro  
trifásico.

Sobre este estado de la técnica, o sea en siste  
mas convertidores de corriente alterna polifásica en co  
25 rriente continua que comprenden devanados motores o de en  
trada conectados a la red, que pueden ser los primarios  
de uno o varios transformadores estáticos, o bien los de  
vanados motores de uno o varios grupos convertidores rota

tivos, y devanados generadores complementarios en estrella y en triángulo, y medios rectificadores conectados entre las salidas de todos estos devanados y una línea bifilar de corriente continua de salida, de acuerdo con los presentes perfeccionamientos se introduce la característica adicional de incluir entre los devanados generadores al menos dos devanados, cada uno de ellos está formado por la combinación de devanados en estrella y devanados en anillo, acoplados eléctrica e inductivamente de manera que las corrientes inducidas en los mismos se componen para dar resultantes cuyas fases quedan situadas entre las correspondientes a las salidas de los devanados en estrella y anillo simples.

Los términos "devanado en estrella" y "devanado en anillo" han de ser interpretados con su sentido genérico, correspondiente a un número cualquiera de fases, y en el caso más corriente de un sistema trifásico serán substituidos en lo que sigue por "devando en Y o en estrella" y "devanado en delta o triángulo" con miras a la sencillez, sin atribuir a los mismos ningún carácter restrictivo a este sistema particular de corrientes alternas.

En una forma preferida de la invención, los devanados generadores, o sea, aquellos en los que se induce magnéticamente las distintas componentes alterna de fases diferentes, comprenden un devanado en Y o estrella, un devanado en delta o triángulo y dos devanados en delta o triángulo, en cuyas salidas de estos dos últimos se encuentran intercalados en serie respectivos devanados en los

que se induce asimismo corriente derivadas de los flujos magnéticos del convertidor. Como es natural, queda igualmente dentro de la invención el hecho de que estos devanados serie queden conectados con las salidas de los devanados en estrella en forma aditiva o substractiva; es igualmente potestativo conectar estos devanados serie de manera que resulten acoplados inductivamente con las mismas o distintas secciones de devanado en triángulo con las que se hallan eléctricamente conectadas en serie.

La suma vectorial de las componentes inducidas en las distintas secciones de los devanados generadores da lugar a resultantes de distintas magnitudes, que a su vez pasan a ser componentes de la forma de onda compleja rectificadas y que pueden dar lugar a la producción de un rizado o pulsación residual adicional en dicha onda rectificadas. Por ello forma otra característica de los presentes perfeccionamientos el hecho de que los distintos devanados complejos que forman parte de la invención, estén calculados de manera que sus magnitudes vectoriales sean iguales entre sí y a las magnitudes de las salidas de las secciones simples en estrella y triángulo.

Los dibujos adjuntos muestran, a título de ejemplo no limitativo del alcance de la presente invención y en representaciones esquemáticas, una forma preferida de llevarla a la práctica.

En dichos dibujos: la figura 1 es un esquema general de conexiones de un sistema convertidor de corriente alterna trifásica en continua, que incorpora los presen

tes perfeccionamientos; las figuras 2, 3, 4 y 5 que muestran las formas de onda rectificadas, tomadas en los puntos II-II, III-III, IV-IV y V-V de la figura primera, supuestas retiradas en cada caso las partes de circuito situadas a la derecha de la línea de sección correspondiente, y las figuras 6, 7, 8 y 9 representan los diagramas vectoriales correspondientes a las cuatro figuras precedentes.

La referencia -1- indica una línea de suministro eléctrico trifásico, formada por las tres fases -R, S y T-, de la que se toman cuatro derivaciones que van conectadas a los primarios, conectados en Y o estrella, de sendos transformadores indicados con las referencias -2, 3, 4 y 5-. Cada uno de estos transformadores tiene un secundario que será descrito más adelante, y las salidas de estos secundarios conducen a los puntos medios de sendos rectificadores en doble semiperiodo u onda completa indicados en -6-, -7, 8 y 9-, cuyos extremos van unidos a las barras de una línea -10- de salida de corriente continua que puede ser utilizada en los bornes -11-.

El secundario del transformador -2- está formado por tres devanados -2T, 2S y 2R-, conectados en estrella de forma que en sus salidas se encuentran tres corrientes con las mismas relaciones de fase y magnitud que la corriente de alimentación (si se supone una relación de transformación igual a la unidad). Por este motivo podemos considerar como básicas estas tres corrientes.

El secundario del transformador -3- está formado por tres devanados -3T, 3S y 3R- conectados en triángulo

lo de forma que en cada una de sus salidas se encuentra una corriente que atrasa 30 grados eléctricos respecto a la forma de onda básica.

5 En el caso del secundario del transformador -4- se tiene un devanado en triángulo como en el caso precedente, formado por las bobinas -4T, 4S y 4R- que proporcionan salidas compuestas, a 30 grados eléctricos de retraso respecto de la fase original, seguidas por tres devanados adicionales -4T', 4S' y 4R'-, montados en serie aditiva y en fase con las bobinas básicas, de manera que 10 las salidas resultantes adelantan 15 grados eléctricos a las del montaje triángulo.

Finalmente, el secundario del transformador -5- comprende un devanado triángulo formado por las tres bobinas -5T, 5S y 5R-, seguidas por otras tres bobinas -5T', 15 5S' y 5R'-, montadas de manera que quedan conectadas, respecto a las anteriores, en antiserie o serie opuesta y retrasadas 120 grados eléctricos (suponiendo que la variación aparente del campo magnético se produce de izquierda a derecha en la representación de los transformadores). 20 La corriente de salida resultante atrasa 15 grados eléctricos respecto de las salidas de los devanados triángulo.

Dicho en otros términos, y atribuyendo la fase 0 a las salidas del transformador -2-, se tiene cuatro salidas trifásicas con fases de 0, 30, 15 y 45 grados eléctricos en el orden descrito anteriormente, por cada componente de la corriente trifásica de alimentación, o sea, 25 doce ondas sinusoidales distanciadas 15 grados eléctricos

en tres grupos equidistantes que, después de la rectificación en onda completa, llenan completamente el periodo con 24 pulsaciones separadas 15 grados igualmente.

5 Esto se comprenderá mejor con una descripción más detallada del funcionamiento en relación con las figuras 2 a 9. Se considera como forma de onda básica la salida del transformador 2, formada por las tres componentes -R1, S1 y T1-, con vectores desplazados a 120 grados eléctricos unos de otros, como se aprecia en la figura 6 y que una vez rectificadas en doble onda por los  
10 rectificadores -6- da lugar al gráfico función del tiempo representado en la figura 2, en la que se ha indicado las tres componentes con las mismas referencias. Esta es la forma de onda que se obtendría en la sección II-II de  
15 la figura 1, supuestas eliminadas las partes de circuito situadas por encima de dicha sección.

La salida del transformador -3- está formada, por definición, por iguales componentes que en el caso anterior, defasadas 30 grados eléctricos -R1, S1 y T1-,  
20 en atraso en el caso que se describe, de manera que al sumar sobre la línea -10- esta forma de onda a la salida del rectificador -6-, en la sección III-III se obtienen dos sistemas trifásicos superpuestos con una diferencia de fase de 30 grados, como se aprecia en los diagramas  
25 de las figuras.

Por razonamientos análogos en relación con las figuras 4 y 5, y 8 y 9, se aprecia la ulterior evolución de la forma de onda compleja a medida que se avanza hacia

arriba en la línea -10- a través de las secciones de referencia IV-IV y V-V.

Se aprecia que la forma de onda compleja final de la figura 5 presenta 24 picos de corriente separados 5 15 grados eléctricos, de manera que la amplitud de rizado o pulsación residual queda reducida a 0,25% de la amplitud máxima. Esto se traduce, en la alimentación de un motor, en el hecho de que funcionando a plena carga, las 5 pérdidas en el hierro que llegaban a ser de un 25%, quedan 10 reducidas a un 5%, de forma que resulta posible alimentar sin inconvenientes un motor de la potencia nominal necesaria.

En los gráficos de las figuras 6 a 9 no se ha tenido en cuenta las magnitudes reales y comparativas de 15 los distintos juegos de vectores. Se comprende que, partiendo de una misma corriente básica, los vectores resultantes de la composición presentan magnitudes muy distintas, pero resulta igualmente claro que los cuatro transformadores independientes -2, 3, 4 y 5- pueden ser calculados para dar magnitudes vectoriales de salida adecuados para que los vectores de salida compuestos en fases 20 distintas tengan, todos ellos, una magnitud igual, dentro de una precisión apropiada. Para este fin sólomente es necesario tener en cuenta las medidas usuales en la construcción de transformadores. 25

Es evidente que el principio de funcionamiento descrito es aplicable igualmente a cualquier otro sistema polifásico. Por otra parte, la aplicación de la invención

no queda limitada a la excitación de motores de corriente continua, utilizada a título de ejemplo para la descripción.

5 Por lo demás, serán independientes del alcance de la presente invención los detalles accesorios y demás características no esenciales empleadas en la puesta en práctica de la misma, tales como las formas constructivas de los medios y aparatos utilizados para ello, por quedar  
10 todo comprendido dentro del espíritu de las siguientes reivindicaciones.

## R E I V I N D I C A C I O N E S

1. Perfeccionamientos en aparatos convertidores de corriente alterna en continua, del tipo de los que comprenden devanados motores o de entrada conectados a una fuente de energía eléctrica polifásica, y devanados generadores, complementarios de los precedentes, que incluyen bobinas en conexión Y o estrella y bobinas en conexión delta o triángulo, asociados con los devanados de entrada para generar sendas corrientes alternas diferenciadas en fase, y medios rectificadores conectados entre las salidas de todos los devanados generadores y una línea de salida de corriente continua común, caracterizados esencialmente por el hecho de incluir entre los devanados generadores al menos dos devanados, cada uno de los cuales se halla formado por la combinación de devanados en conexión estrella o Y y devanados en conexión anillo o triángulo, mutuamente acoplados eléctrica e inductivamente de manera que las corrientes inducidas en los mismos se componen para dar vectores resultantes cuyas fases quedan situadas entre las correspondientes a las salidas de los devanados en estrella y en anillo simples.

2. Perfeccionamientos en aparatos convertidores de corriente alterna en continua, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizados esencialmente por el hecho de que los devanados generadores comprenden un devanado en Y o estrella, un devanado en delta o triángulo y dos devanados en delta o triángulo, en cuyas salidas de

estos dos últimos se encuentran intercalados en serie respectivos devanados en los que se inducen asimismo corrientes derivadas de los flujos magnéticos del convertidor.

5. 3. Perfeccionamientos en aparatos convertidores de corriente alterna en corriente continua, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados esencialmente por el hecho de que los devanados serie se hallan conectados en serie aditiva con las salidas de los devanados en estrella.

4. Perfeccionamientos en aparatos convertidores de corriente alterna en corriente continua, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados esencialmente por el hecho de que los devanados serie se hallan conectados en serie substractiva con las salidas de los devanados en estrella.

5. Perfeccionamientos en aparatos convertidores de corriente alterna en corriente continua, de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, caracterizados esencialmente por el hecho de que los devanados serie se hallan conectados con las salidas de los devanados en estrella de manera que las corrientes inducidas en las mismas se encuentran en fase.

6. Perfeccionamientos en aparatos convertidores de corriente alterna en corriente continua, de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, caracterizados esencialmente por el hecho de que los devanados serie se hallan conectados con las salidas de los devanados en triángulo

de manera que las corrientes inducidas en los mismos tienen fases distintas.

5           7. Perfeccionamientos en aparatos convertidores de corriente alterna en corriente continua, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizados esencialmente por el hecho de que los distintos devanados complejos se hallan calculados de manera que sus magnitudes vectoriales son iguales entre sí y a las magnitudes de salida de las secciones en estrella y triángulo simples.

10           8. Perfeccionamientos en aparatos convertidores de corriente alterna en corriente continua.

La presente memoria descriptiva consta de catorce hojas foliadas escritas a máquina por una sola cara.

Barcelona, 11 de septiembre de 1.976

José ESPLUGAS TORNE

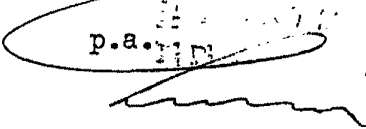
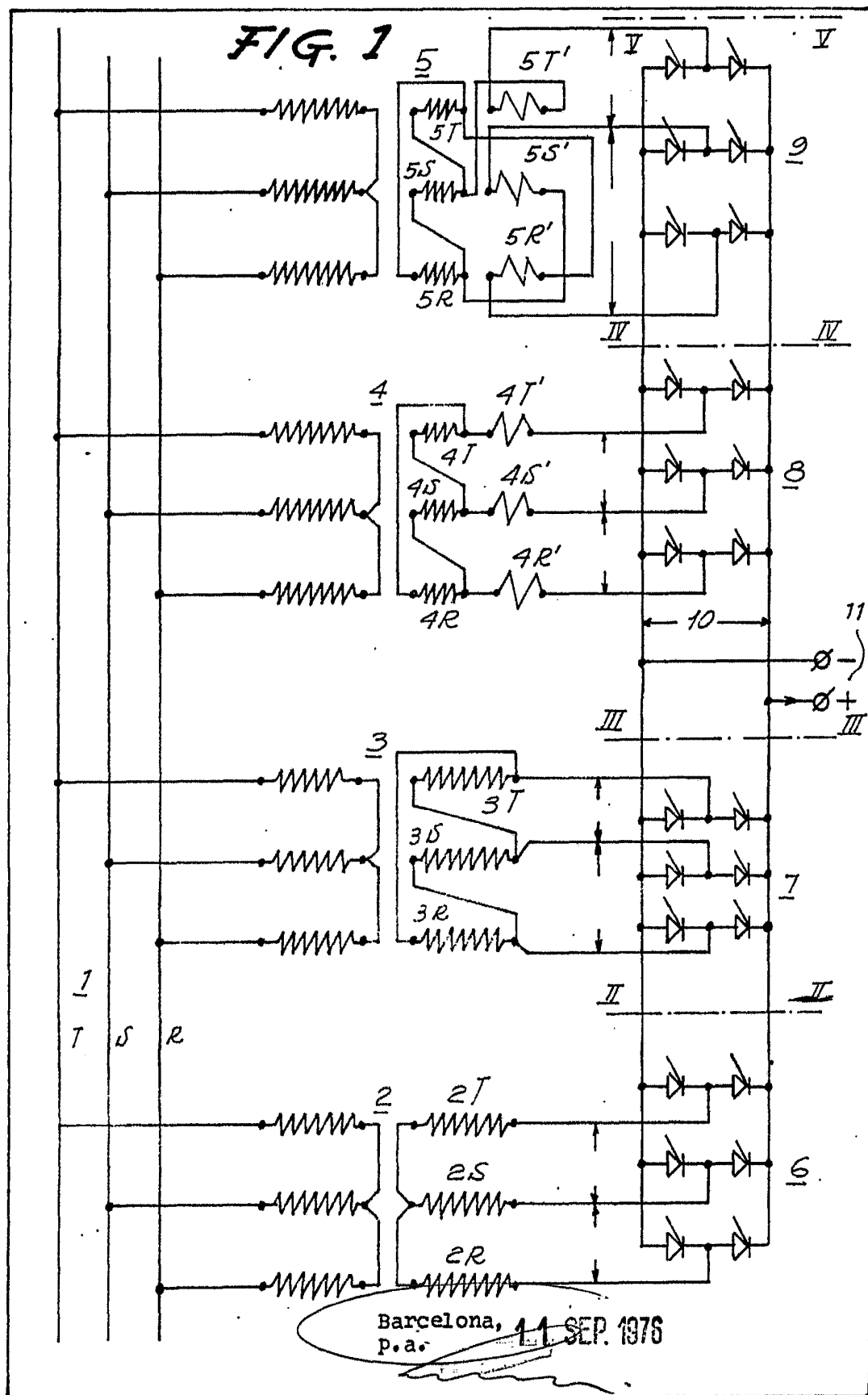
P.a. 

FIG. 1



27113/3

Barcelona, 11 SEP. 1976  
P.a.

FIG. 2

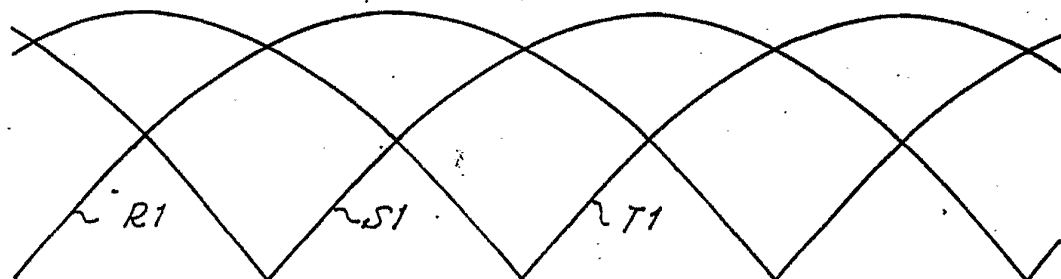


FIG. 3

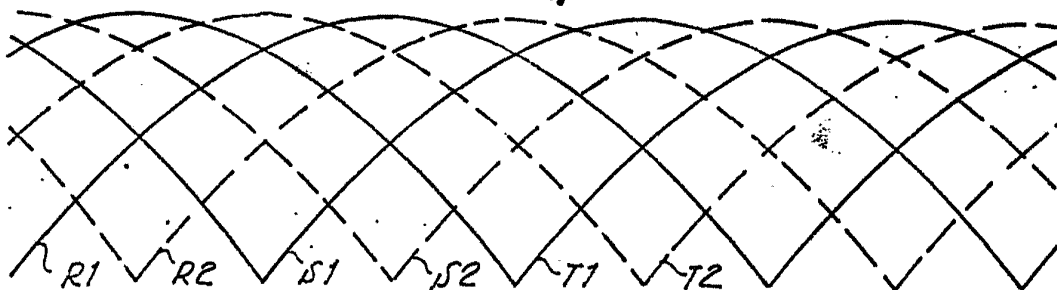


FIG. 4

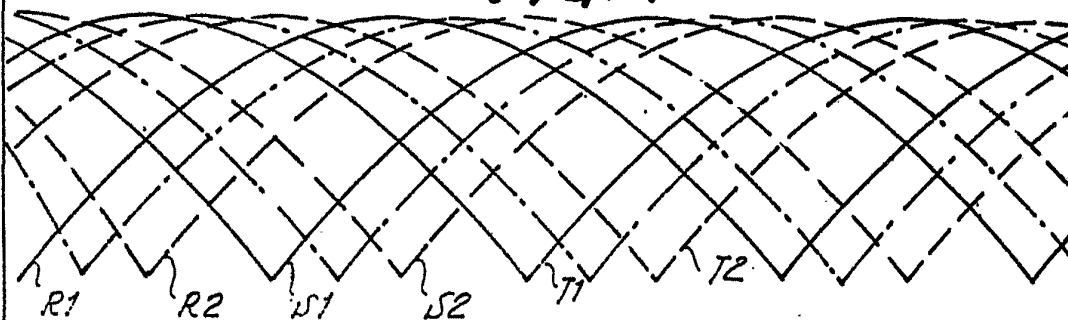
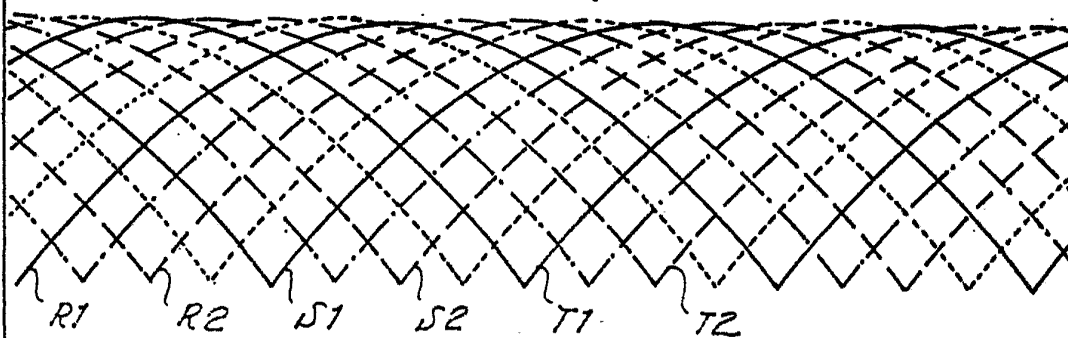


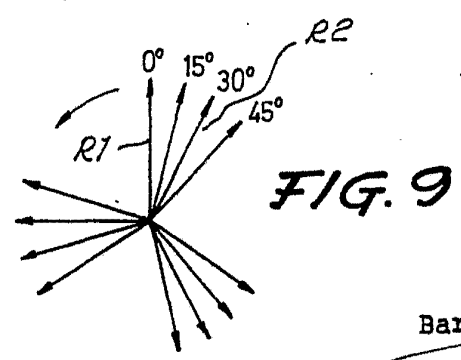
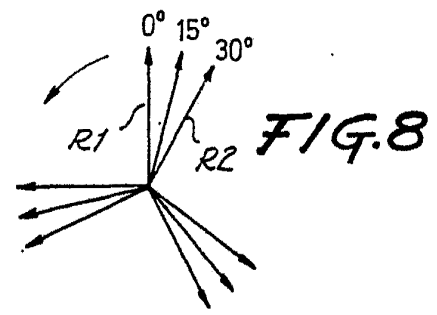
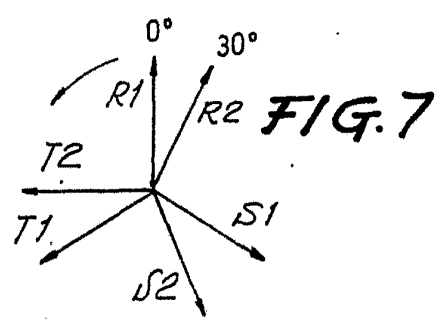
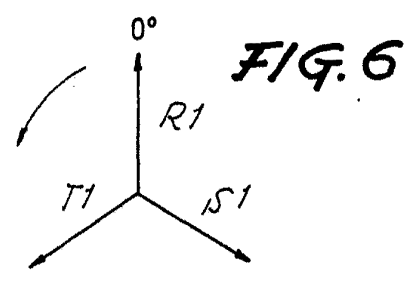
FIG. 5



Barcelona, 14 SEP. 1976  
p.a.

27113/3

27113/3



Barcelona, 14 SEP 1915

P.a. de ...

M.P.

*[Handwritten signature]*