

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 504 315**

51 Int. Cl.:

A61N 1/39 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2001 E 01934083 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.08.2014 EP 1284788**

54 Título: **Tren de impulsos elementales modulados de desfibrilación**

30 Prioridad:

10.05.2000 FR 0005924

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

08.10.2014

73 Titular/es:

**SCHILLER MEDICAL (100.0%)
4, RUE LOUIS PASTEUR
67160 WISSEMBOURG, FR**

72 Inventor/es:

**CANSELL, ALBERT y
DASKALOV, IVAN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 504 315 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Tren de impulsos elementales modulados de desfibrilación

5 La presente invención se sitúa en el ámbito de la desfibrilación cardiaca realizada mediante por lo menos una onda de energía eléctrica que proviene de la descarga de por lo menos un condensador.

Se dirigen los esfuerzos tanto a la desfibrilación interna como a la externa especialmente trans-torácica, así como aquella que se consigue por un desfibrilador implantado.

10 Conciérne más particularmente a nuevas formas de ondas fisiológicamente aceptables o fisiológicamente ideales obtenidas a partir de la descarga de por lo menos un condensador tanto en régimen monofásico como en régimen bifásico

15 La presente invención dirige los esfuerzos más particularmente pero no exclusivamente a las ondas de desfibrilación denominadas bifásicas que son según formas fisiológicamente aceptables o ideales. El régimen monofásico por lo tanto no se excluye.

20 Las formas de las ondas de desfibrilación contempladas son en su mayor parte conocidas en su aspecto general. Pueden ser perfeccionadas en el detalle de su trazado para convertirlas en curvas adaptadas, óptimas o ideales para sólo una o para toda una categoría de aplicaciones. La o las formas retenidas por las ondas de desfibrilación son tales que sus actuaciones proporcionan un rendimiento elevado de desfibrilación.

25 Ha sido descrito en una solicitud reciente del solicitante impulsos o series de impulsos de desfibrilación constituidas por una onda de tipo bifásico cuyas dos fases de polaridades opuestas son recortadas o cortadas a una frecuencia elevada.

30 Este último tipo de onda, aun que da buenos resultados de desfibrilación, es susceptible de ser mejorado todavía con ventaja, gracias a la presente invención.

35 En efecto, una restricción impuesta a la onda bifásica recortada tal como se indica antes en este documento, proviene del hecho de que la onda de desfibrilación es una descarga de un condensador a través de una resistencia, ésta constituida por el paciente. Es necesario saber que la utilización de una descarga de condensador es ineludible para generar una onda de este tipo por medio de un desfibrilador portátil de poco estorbo que funcione con baterías, ya que sólo el efecto de almacenaje de energía en un tiempo relativamente largo (por ejemplo 10 segundos) y la restitución en un tiempo corto (algunos milisegundos) permite lograr niveles de potencia instantánea que pueden llegar hasta alrededor de los 100 kW, tales como son requeridos para conseguir una desfibrilación eficaz.

40 Sin embargo, esta forma de onda de decrecimiento de tipo exponencial, truncada después de una duración determinada, que constituye la onda de desfibrilación no es óptima en el plano fisiológico. En efecto, el inicio de esta onda presenta un nivel bastante más elevado que en su final. Esto quiere decir que el inicio corresponde ciertamente a un valor de tensión, de corriente o de energía que sobrepasa en gran medida el umbral necesario mientras que el final de esta onda presenta probablemente un valor situado por debajo del umbral requerido.

45 En otros términos, la "fuerza", término utilizado para designar la amplitud de las diversas magnitudes eléctricas puestas en juego por la desfibrilación, será excesiva al principio de la primera fase y, según el caso, eventualmente igual nocivo, cuando la "fuerza" de la desfibrilación al final de esta fase sea insuficiente.

50 El objetivo general de la invención es superar estos inconvenientes proponiendo nuevas formas de impulsos que permitan actuar sobre la "fuerza" de la desfibrilación a lo largo de toda la onda, independientemente de la descarga exponencial que esté en el origen. Se podrá así, por ejemplo, igualar la "fuerza" de la desfibrilación entre el inicio y el final de la exponencial truncada u obtener, de una forma más general, una nueva forma de curva previamente determinada de esta "fuerza" de desfibrilación, siempre diferente de la exponencial truncada que está en el origen y que sea fisiológicamente la más aceptable u óptima posible.

55 Para describir cómo, en el marco de la invención, se actúa sobre la fuerza de la desfibrilación, es necesario en primer lugar enunciar las diferentes magnitudes eléctricas que son determinantes para la desfibrilación. Estas magnitudes son en primer lugar la tensión aplicada al paciente y la corriente que atraviesa al paciente. El producto de estos dos parámetros corresponde a una potencia instantánea en un lugar determinado de la curva. Si la onda de desfibrilación es continua, se puede integrar esta potencia instantánea sobre toda la duración de la onda y se obtiene entonces la energía total distribuida al paciente. Se puede también, si por ejemplo la curva es discontinua, calcular la energía distribuida al paciente sobre un intervalo de tiempo de la curva, integrando la curva de potencia instantánea sobre este intervalo de tiempo.

65 Si se busca ahora crear una onda de desfibrilación bifásica óptima es decir de rendimiento máximo y de nocividad mínima, en primer lugar es necesario respetar la realidad de base según la cual la energía total distribuida al

paciente se aplica en un tiempo óptimo, tanto para la primera fase como para la segunda fase. Este tiempo que depende de diversos parámetros fisiológicos de la célula, debe ser del orden de aproximadamente de 3 a 5 ms por ejemplo, para cada una de las fases (véase por ejemplo: A. Cansell, La Revue des SAMU ; 1997-5, 229 a 237). Para que una energía dada pueda ser distribuida en esta duración, es necesario que las amplitudes de la tensión y de la corriente, y por tanto de la potencia instantánea a lo largo de todo el impulso, sean adecuadas. Estas condiciones se supone que se cumplen en la siguiente exposición de la invención, para permitir razonar en términos de energía y aplicar, por motivos de simplicidad y de claridad, el objeto de la invención a dosis de energía, ya sean elementales ya globales, entendiéndose que los mismos principios inventivos se pueden aplicar de un modo similar igualmente a los otros parámetros de la desfibrilación (tensión, corriente y potencia instantánea).

El principio general de la invención consiste en crear un tren de impulsos que proviene del recorte de por lo menos una descarga de por lo menos un condensador de cara a una acción de desfibrilación a través del corazón del ser viviente por ejemplo un paciente, modular las longitudes de los impulsos elementales que resultan del recorte o las pausas consecutivas a estos impulsos según una ley previamente determinada, de manera que por la yuxtaposición - unión ciclo después de ciclo de cada uno de los segmentos que representan cada uno de los valores medios obtenidos sobre cada ciclo, de por lo menos una magnitud eléctrica determinante para la desfibrilación constituyen, en su efecto previsto sobre el corazón, una curva de forma previamente determinada diferente de aquella de una descarga exponencial, esta forma estando fisiológicamente adaptada para obtener una desfibrilación eficaz y una nocividad reducida.

En efecto, la aplicación de una modulación de la duración permite actuar sobre el efecto realmente provocado por cada impulso elemental sobre las células miocárdicas. Más exactamente, si se considera que lo que se denomina un "ciclo" elemental de conmutación está constituido por un impulso elemental seguido de la pausa consecutiva, y si se toma por ejemplo la energía como magnitud determinante para la desfibrilación, se puede decir que el contenido de energía de cada impulso elemental puede ser considerado fisiológicamente como repartido sobre toda la duración del ciclo elemental. Esto significa que lo que se aplica al corazón es en realidad un valor medio de energía calculado sobre la duración de cada ciclo. Como la amplitud (tensión y corriente) de los impulsos elementales está impuesta por la forma de la exponencial, es por tanto actuando sobre la duración de cada impulso elemental o sobre la pausa consecutiva como se podrá dosificar a voluntad la energía media sobre cada ciclo elemental. De esta manera, se podrá dosificar a gusto la energía contenida en los ciclos elementales de cualquier onda de desfibrilación. Por consiguiente, según la ley de modulación aplicada a la descarga recortada de un condensador, será posible trazar la curva de la energía media, ciclo por ciclo, para la totalidad de la onda.

Este procedimiento permite también formar ondas constituidas por una sucesión de energías elementales, que corresponden a cada ciclo, cuya amplitud varía en el tiempo según una forma de curva previamente determinada modificable a voluntad por medio de la ley de modulación, partiendo de una forma de curva de descarga de base exponencial impuesta.

Es necesario subrayar que el marco de la invención no se extiende únicamente a las energías de los impulsos elementales, sino igualmente a todas las otras magnitudes eléctricas determinantes para la desfibrilación: tensión, corriente y potencia instantánea. Si se toma por ejemplo el parámetro de la corriente, que es fundamental en desfibrilación, se puede así constituir una curva de forma previamente determinada, formada por las corrientes medias elementales de cada ciclo de conmutación, constituido por un impulso elemental seguido de la pausa consecutiva.

De una manera similar, se puede también tomar el parámetro de la potencia instantánea y constituir igualmente una curva de forma previamente determinada, formada por las potencias medias elementales de cada ciclo de conmutación constituido por un impulso elemental seguido de la pausa consecutiva.

Es necesario observar que las formas de las curvas resultantes obtenidas por una ley de modulación dada aplicada a las diferentes magnitudes eléctricas determinantes para la desfibrilación no son las mismas. Objetivos particulares diferentes de resultados de desfibrilación se pueden entonces buscar según las magnitudes escogidas.

Se puede observar finalmente que el principio inventivo objeto de la invención se puede aplicar tanto a una envolvente de onda monofásica como bifásica.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la descripción que sigue, proporcionada a título de ejemplo y acompañada de los dibujos en los cuales:

la figura 1 es un esquema general de desfibrilación de dos condensadores según una onda bifásica,

la figura 2 es un gráfico parcial de una forma de onda que ilustra el principio de recorte variable o aquel de la modulación del impulso según la invención,

la figura 3 es un gráfico esquemático explicativo del procedimiento de recorte de duración variable y de realización de la media según la invención con la figuración para tres ciclos sucesivos de los niveles sobre el ciclo de los valores

medios de la magnitud determinante para la desfibrilación materializándolas para tres segmentos sucesivos alternados en altura que forman una curva escalonada que será alisada para obtener una curva continua como se representa en la parte superior por la línea de trazos discontinuos, este alisamiento repitiéndose en las figuras siguientes para facilitar el dibujo de las curvas representadas,

5 la figura 4 es un gráfico de forma de onda que muestra la superposición de un ejemplo de modulación de la curva de descarga de un condensador para formar una curva de energía en forma de almena con representación de la curva de corriente, la línea horizontal de trazos continuos es la energía media ciclo por ciclo y la línea de trazos discontinuos (línea quebrada) es la corriente media ciclo por ciclo,

10 las figuras 5 y 6 son cada una un gráfico en el caso de una modulación idéntica adyacente a la curva según la invención respectivamente de corriente y de energía,

15 las figuras 7 y 8 son cada una un gráfico en el caso de una modulación idéntica adyacente a la curva según la invención respectivamente de corriente y de energía que muestra formas diferentes,

20 las figuras 9 a 15 son ejemplos de aspectos deseables de curvas según la invención de una de las magnitudes determinantes para la desfibrilación en función del tiempo, en una versión de onda bifásica, formadas cada una a partir de un tren de impulsos elementales según la invención respectivamente en senoide bajo amortiguado, semi sinusoidal, en semicírculo, en almena ancha de flancos redondeados, en almena estrecha de flancos redondeados, en rampa ascendente, en ascenso de aspecto logarítmico,

25 la figura 16 es un gráfico que ilustra el caso de formas de onda y bifásicas inversas es decir que presentan un segundo impulso negativo que se desarrolla de modo inverso en el tiempo, la forma escogida en este caso a título de ejemplo si en aquella de la figura 15,

30 la figura 17 es un gráfico que ilustra el caso de formas de onda básicas complejas es decir que presentan un segundo impulso negativo de forma diferente escogido en este caso en almena a título de ejemplo, esta curva estando alisada como las anteriores por las necesidades de la representación gráfica.

35 Como ya se ha indicado antes en este documento, la invención se extiende a todos los parámetros y magnitudes eléctricas que influyen en la desfibrilación. En particular los mismos principios generales se aplicarán para formar, a partir de la descarga de un condensador, una curva de corriente, una curva de energía o de potencia instantánea de forma previamente en determinada que constituye la onda de desfibrilación tal como está previsto en su efecto sobre el corazón.

40 Más particularmente y a título de ejemplo no limitativo en la descripción que sigue a continuación, se escoge una forma de curva que concierne a la variación de la energía en el tiempo obtenida gracias a la invención. Se hubiera podido tanto escoger una forma de curva concerniente a la variación de la corriente en el tiempo como de la potencia instantánea. Así, desde el momento en que se escoge la forma de una curva de variación en el tiempo de una magnitud eléctrica determinante para la desfibrilación, existe otra curva de variación de la otra o de las otras magnitudes en el tiempo.

45 Por razones de claridad y para comprender bien la invención, se definirán en primer lugar algunas nociones, términos y expresiones que serán utilizados más adelante en este documento.

Así, delante de cada expresión se indicará su significado.

50 Impulso elemental: se trata de un impulso de energía o de corriente de duración fija o variable seguido de una pausa igualmente de duración fija o variable entre la pluralidad de impulsos elementales creados cuya sucesión forma un tren de impulsos elementales.

55 Pausa: se trata del tiempo muerto sin corriente que sigue un impulso elemental y que separa dos impulsos elementales sucesivos. Es de una duración fija o variable.

Ciclo o ciclo elemental: se trata de la sucesión de un impulso elemental y de una pausa.

60 Fase: tramo de la onda de desfibrilación en la cual todos los impulsos elementales tienen una polaridad dada positiva o negativa. Una onda bifásica comprende así una fase positiva y una fase negativa.

65 Como está previsto en el circuito de la figura 1, la invención se refiere más particularmente, pero no sucesivamente, a una onda de desfibrilación denominada bifásica, es decir constituida por lo menos por dos fases sucesivas de desfibrilación, una positiva y la otra globalmente de la misma forma pero negativa y habitualmente más pequeña que la primera.

Preferentemente, las dos fases de desfibrilación provienen cada una de la descarga de un condensador. Se utiliza frecuentemente un condensador para cada polaridad de fase y esto por razones de los niveles de amplitud de las dos fases de la desfibrilación bifásica. Sin embargo la invención no está limitada a la utilización de dos condensadores.

5 Se orientará el interés más adelante en este documento hacia una desfibrilación provocada por dos fases sucesivas. Por supuesto se entenderá que la invención cubre igualmente una sola fase de desfibrilación denominada monofásica puesto que resulta de la aplicación de la invención.

10 La invención procede de la idea general inventiva que consiste en crear por lo menos una fase de desfibrilación y de modo preferido una onda de desfibrilación monofásica o bifásica recortando la descarga de por lo menos un condensador para obtener una sucesión de impulsos elementales de una magnitud eléctrica determinante para la desfibrilación y modulando éstas o las pausas consecutivas según una ley previamente definida para obtener, en su efecto sobre el corazón, una curva de variación de esta magnitud eléctrica en el tiempo que afecte de una forma
15 previamente determinada fisiológicamente aceptable, que actúe eficazmente sobre el corazón y que presente una nocividad reducida.

Por forma previamente determinada, es necesario comprender una forma conocida con anterioridad entre todas las formas fisiológicamente aceptables y sobre todo las formas óptimas e ideales en términos de tolerancia fisiológica y de rendimiento de la desfibrilación.

20 Se describirá ahora la invención en su globalidad con referencia a las figuras 1, 2 y 3.

Se trata de un ejemplo llevado sobre una desfibrilación bifásica a partir de ondas de desfibrilación distribuidas, en el caso de la figura 1, por dos condensadores que corresponden cada uno a una polaridad, pero que pueden ser distribuidas tanto por un único condensador en el que se hayan invertido las uniones de sus bornes.

Esta acción de recorte - modulación puede ser realizada por ejemplo con dos condensadores, uno para cada polaridad es decir para cada circuito de descarga que contenga cada uno un condensador C1 y C2 por un conmutador electrónico rápido de alta tensión o varios en serie, por ejemplo del tipo conocido bajo las siglas IGBT respectivamente IGBT1 y IGBT2 controlado cada uno por un circuito apropiado de mando de la conmutación según una ley previamente definida de cara a obtener, en su efecto sobre el corazón, la forma deseada de la curva resultante de variación en energía o en corriente según la invención.

30 Es necesario comprender que no se limita a una sola magnitud eléctrica en la cual se quiere imponer la forma de variación. Se puede imponer la forma de variación de corriente, por ejemplo en almena, en campana o en rampa, pero también se puede escoger imponer la forma de variación de la energía elemental ciclo por ciclo, aquella de la corriente siendo entonces de aspecto general diferente puesto que está ligada matemáticamente por una potencia de segundo orden.

40 Se puede imaginar que la forma deseada de la curva sea modificable para corresponder a casos específicos. Así, la ley previamente definida cambia para ser reemplazada por una ley diferente que resulte en la formación de una curva de forma diferente mejor adaptada a ciertos casos.

45 El principio general está ilustrado de modo esquemático por las figuras 2 y 3.

Esto de nuevo se puede describir de la forma siguiente. Se recorta por conmutación la descarga de por lo menos un condensador de modo modulado según una ley previamente definida. Preferentemente, se recorta de modo variable en el tiempo es decir que se modulan las alturas de los impulsos o de las pausas de manera que, por la yuxtaposición - unión de ciclo después de ciclo de cada uno de los elementos que representan un valor medio por realización de la media sobre un ciclo de por lo menos una magnitud eléctrica determinante para la desfibrilación, se forma en su efecto previsto sobre el corazón una curva de forma previamente determinada que corresponde a las mejores condiciones de desfibrilación tanto en eficacia como en tolerancia fisiológica.

55 El proceso descrito de modo teórico como una especie de integración, se produce toscamente en la práctica en el momento de la desfibrilación por efecto de la integración debido al conjunto de los tejidos atravesados hasta la célula miocárdica.

60 Así, en función de la forma de la curva que se va a obtener, los anchos L de los impulsos elementales varían, lo que se visualiza en la figura 2 por un segundo frente descendente representado en línea quebrada. Igualmente, los anchos de las pausas P pueden variar.

El carácter cortado de los impulsos elementales y de los segundos frentes descendientes en trazos quebrados así como la representación de la curva de descarga sobre esta figura explica visualmente el principio general inventivo de la invención.

65

La figura 3 tiene por objeto visualizar lo más simplemente posible la invención y en particular el modo de construir la curva de forma previamente determinada. La descarga del condensador es recortada por conmutación en impulsos elementales seguidos cada uno de una pausa. Sólo están representados tres ciclos completos. La variación del ancho de los impulsos elementales ha sido exagerada voluntariamente. Los segmentos representados en trazos fuertes que conciernen a cada vez que el nivel del valor medio sobre el ciclo de la magnitud eléctrica escogida se expresa por el impulso elemental. Estos segmentos se suceden en el tiempo formando una curva escalonada discontinua en escalones. Se trata de la expresión primaria de la curva previamente determinada que se busca obtener. Esta curva afectará a la forma previamente determinada deseada representada por una línea de trazos quebrados en la figura 3.

Se precisa aquí que la ley de modulación es tal que la profundidad de la modulación es variable entre un límite bajo y un límite alto, este último permitiendo explotar al máximo la energía disponible.

El ejemplo de la figura 4 se refiere al caso de un recorte con modulación denominado recorte - modulación que permite llegar a una curva que forma parte de la invención, aquí una curva de energía cuya forma es en almena rectangular caracterizada por una recta paralela al eje de los tiempos interrumpida con el final truncado de la descarga. En este caso el recorte - modulación es tal que la energía que corresponde a un ciclo permanece constante a todo lo largo de la onda es decir que la energía elemental de cada ciclo es idéntica a aquella del ciclo anterior o siguiente. La energía se establece a un nivel medio determinado por esta constante. Por razones de rendimiento de desfibrilación, este nivel medio será escogido el más elevado posible teniendo en cuenta los parámetros particulares del circuito o de los circuitos y de la capacidad del condensador o de los condensadores.

Así, si la altura de cada impulso elemental a partir de una misma descarga es importante al principio de la descarga, su ancho es débil y de modo complementario la duración de la pausa es importante. Alrededor de la mitad de la curva de descarga, la relación entre el ancho del impulso y la duración de la pausa es próxima a la unidad. Al final de la duración de la descarga, la duración de la pausa se hace débil después hasta anularse. Toda la duración del ciclo en este momento es necesaria para que la cantidad de energía distribuida por este ciclo sea máxima.

La onda de desfibrilación a partir de la fase de polaridad opuesta suministrada, por ejemplo por el segundo condensador, está formada del mismo modo por impulsos elementales de anchura variable en aumento hasta el final y en duración de pausa decreciente para mantener en cada ciclo una cantidad de energía constante. La energía total contenida en la segunda fase es sin embargo inferior a aquella de la primera fase.

Sobre la figura 4 ha estado representada bajo la forma de una línea de trazos quebrados la variación correspondiente de la otra magnitud sensible a saber aquí la variación de la corriente. Se remarca en el aspecto de la curva que esta otra magnitud varía de modo diferente en razón de la relación matemática que liga estas dos magnitudes.

El principio general de la invención se aplica del mismo modo a ondas resultantes de desfibrilación según la invención en las que las curvas de energía son de aspecto diferente por ejemplo redondeadas, en rampa ascendente, de las cuales algunos ejemplos supuestos interesantes han estado representados en las figuras 9 a 17.

En el caso de una curva de desfibrilación resultante bajo la forma de una rampa ascendente, los impulsos elementales de salida serán de anchura extremadamente débil en razón del ascenso progresivo de la curva a partir de cero. El aumento en ancho y el estrechamiento progresivo de éstas corresponde al ascenso hacia el máximo.

Las figuras 5 y 6 además de 7 y 8 muestran la sucesión de los impulsos elementales y las curva resultantes de la variación de la energía y de la corriente en el caso de una curva en rampa ascendente y en el caso de una curva en ascenso redondeada.

Los dos ejemplos elegidos en este caso se llevan sobre curvas que presentan las variaciones suficientemente rápidas como para ser demostrativas visualmente del principio del recorte - modulación utilizado.

El ejemplo de la rampa ascendente (figuras 5 y 6) muestra el estrechamiento progresivo con aumento del ancho de los impulsos elementales. La cantidad de energía contenida en cada ciclo y la corriente aumentan progresivamente.

El ejemplo de la onda de dorso redondeado (figuras 7 y 8) muestra una separación y una finura de los primeros impulsos elementales así como un aflojamiento de los impulsos elementales finales cuando los impulsos elementales se aproximan hasta confundirse en parte en la zona próxima del centro que corresponde a la parte casi lineal descendente de las curvas. La onda resultante proporciona excelentes resultados en desfibrilación.

En estos dos casos, las curvas de energía y de corriente se parecen. La transformada lineal al cuadrado presenta el mismo aspecto que la curva de base.

Las figuras intermedias de la 9 a las 15 representan ondas bifásicas a título de ejemplo que pueden aportar buenos resultados en el marco de la invención.

Las últimas figuras 16 y 17 muestran el caso de impulsos de desfibrilación especiales. La curva de la figura 16 es derivada en forma de aquella de la figura 15.

5 Se trata para la primera (figura 16) de aquello que se podría denominar una onda bifásica inversa es decir en la que la segunda fase no es solamente opuesta en polaridad sino inversa en el sentido de los tiempos crecientes.

En el caso presente de la figura 16, la rampa que era ascendente en la primera fase se convierte en descendente al final de la segunda fase. Este tipo de forma de curva de desfibrilación puede presentar un rendimiento aumentado.

10 Se trata a continuación, para el caso de la figura 17, de una curva de una onda bifásica compleja en la cual la segunda fase puede presentar una forma cualquiera. Por supuesto, se adoptarán formas adaptadas es decir aquellas que producen mejoras en el rendimiento de desfibrilación y la baja nocividad para los tejidos y para el paciente.

15 Se ha representado en este caso un impulso de segunda fase bajo la forma de una almendra negativa famosa por su rendimiento mejor que aquél proporcionado por una exponencial.

20 La invención se refiere igualmente al procedimiento de creación de este tren de impulsos elementales y de formación de la curva de forma previamente determinada favorable a la desfibrilación y menos nociva para el organismo y sobre todo para los tejidos del corazón y del pecho.

El procedimiento se refiere a todas las magnitudes eléctricas determinantes para la desfibrilación.

25 Concierno a la formación de un tren de impulsos elementales de desfibrilación a partir de una descarga de por lo menos un condensador y se caracteriza por que se recorta esta descarga en impulsos elementales separados cada uno por una pausa, éstas estando moduladas según una ley previamente determinada, de manera que la yuxtaposición - unión ciclo después de ciclo de cada uno de los segmentos que representa cada uno un valor medio cada vez sobre un ciclo de por lo menos una magnitud eléctrica determinante para la desfibrilación constituye, en su efecto previsto sobre el corazón, una curva de forma previamente determinada diferente de aquella de una descarga exponencial, esta forma de curva estando fisiológicamente adaptada para obtener una desfibrilación eficaz y una nocividad reducida.

35 De modo particular, se caracteriza por que los impulsos elementales o las pausas están modulados en duración.

En cuanto concierne a las magnitudes eléctricas determinantes para la desfibrilación, en conformidad con aquello que precede, las magnitudes detenidas son en primer lugar la cantidad de energía elemental contenida en cada ciclo, a continuación la corriente y de modo complementario la potencia instantánea de los impulsos elementales.

40 Sobre el esquema de la figura 1, la reserva de energía para la distribución del choque eléctrico de desfibrilación está representada por dos condensadores C_1 y C_2 de polaridad opuesta en razón de su sentido de montaje.

45 El interés de adoptar dos condensadores reside en el hecho de que de esta manera se puede fijar libremente la amplitud de la segunda fase y obtener así una proporción dada de la amplitud de esta fase con relación a la amplitud de la primera fase. La ventaja resultante será que la segunda fase llegará así, con esta proporción escogida óptima, a eliminar lo mejor posible las cargas eléctricas que han estado acumuladas sobre la célula cardiaca por la primera fase, lo que conduce a un rendimiento de desfibrilación máximo.

50 Si se utilizan ondas bifásicas continuas usuales (no recortadas) o si se utilizan ondas recortadas según un factor de forma igual a la unidad, este dimensionamiento libre de la amplitud de la segunda fase por medio de un segundo condensador que se carga a la tensión deseada es el único medio de obtener una proporción dada entre la amplitud especialmente en corriente, en carga eléctrica o energía, de la segunda fase con relación a la primera fase si las duraciones de estas dos fases deben permanecer constantes. En efecto, si se utiliza un único condensador, la amplitud de la segunda fase será igual a la amplitud al final de la primera fase (que la tiene inversa), y las proporciones de corriente, de la carga eléctrica o de la energía de las dos fases no podrán ser escogidas libremente.

60 Por el contrario, en el caso del tren de impulsos modulados según la invención, existe una manera de evitar la utilización de dos condensadores conservando la posibilidad de obtener una proporción previamente determinada de la segunda fase con relación a la primera fase, proporción expresada ya sea en cargas eléctricas, ya sea en energías de las dos fases.

Esta manera consiste, utilizando un único condensador, en dosificar de modo adecuado la carga total o la energía total necesaria en la segunda fase actuando sobre las duraciones ya sea de los impulsos individuales de esta segunda fase, ya sea de las pausas de la segunda fase, ya sea de las dos a la vez, sin modificar la duración total de esta segunda fase.

La aplicación de la invención cubre de forma extremadamente ventajosa todas las formas clínicas de desfibrilación, tanto ventricular como auricular (cardio versión) y tanto internas por sonda endocavitaria o electrodos epicárdicos o electrodos subcutáneos como externas por electrodos cutáneos aplicados sobre el tórax.

- 5 Las aplicaciones internas cubren tanto aquellas del desfibrilador que se puede implantar como aquellas practicadas en el laboratorio de electro fisiología.

Por supuesto, la invención engloba todas las variantes directas y simples, la sustitución por medios equivalentes y de modo más general todas las modificaciones o agregaciones no inventivas.

10

REIVINDICACIONES

1. Tren de impulsos elementales de desfibrilación separados por pausas, tren constituido por la sucesión de ciclos de impulsión - pausa que provienen del recorte de por lo menos una descarga de por lo menos un condensador de cara a una acción de desfibrilación a través del corazón de un ser viviente por ejemplo de un paciente, caracterizado por que los impulsos elementales que resultan del recorte de la descarga del condensador o de los condensadores y/o las pausas de energía o potencial nulo entre estos impulsos son variables en duración según una ley previamente determinada de modulación, de manera que por la yuxtaposición - unión ciclo después de ciclo, de cada uno de los segmentos de estos impulsos que representan cada uno un valor medio obtenido por realización de la media sobre cada ciclo, de por lo menos una magnitud eléctrica determinante para la desfibrilación, constituyendo así en su efecto previsto sobre el corazón una curva de forma previamente determinada diferente de aquella de una descarga exponencial, esta forma de curva resultante estando fisiológicamente adaptada para obtener una desfibrilación eficaz y una nocividad reducida.
2. Tren de impulsos de desfibrilación según la reivindicación 1 caracterizado por que los impulsos elementales que constituyen el tren de impulsos están contenidos en la envolvente de una onda bifásica.
3. Tren de impulsos de desfibrilación según las reivindicaciones 1 o 2 caracterizado por que la ley de modulación es tal que la profundidad de modulación es variable entre un límite bajo y un límite alto, este último permitiendo explotar al máximo la energía disponible.
4. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la curva de forma previamente determinada es la curva de las medias ciclo por ciclo obtenidas sobre cada ciclo de cada cantidad de energía elemental contenida en un ciclo.
5. Tren de impulsos de desfibrilación según la reivindicación anterior caracterizado por que la energía elemental que corresponde a un ciclo es idéntica a aquella del ciclo anterior y a aquella del ciclo siguiente.
6. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 3 caracterizado por que la curva de forma previamente determinada es la curva de las medias ciclo por ciclo obtenidas sobre cada ciclo de cada valor de corriente durante el ciclo.
7. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 3 caracterizado por que la curva de forma previamente determinada es la curva de las medias ciclo por ciclo obtenidas sobre cada ciclo de cada potencia instantánea del ciclo.
8. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la curva de las medias, ciclo por ciclo, de la magnitud eléctrica en un ciclo tiene la forma aproximada de una almena sensiblemente lineal y paralela al eje de los tiempos.
9. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 7 caracterizado por que la curva de las medias, ciclo por ciclo, de la magnitud eléctrica en un ciclo tiene la forma aproximada de una rampa ascendente.
10. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 7 caracterizado por que la curva de las medias, ciclo por ciclo, de la magnitud eléctrica en un ciclo tiene la forma aproximada de una rampa descendente.
11. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 7 caracterizado por que la curva de las medias, ciclo por ciclo, de la magnitud eléctrica en un ciclo tiene la forma aproximada de una semi onda sinusoidal.
12. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 7 caracterizado por que la curva de las medias, ciclo por ciclo, de la magnitud eléctrica en un ciclo tiene la forma aproximada de un semicírculo.
13. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 7 caracterizado por que la curva de las medias, ciclo por ciclo, de la magnitud eléctrica en un ciclo tiene la forma aproximada de una bóveda.
14. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que las curvas de las medias ciclo por ciclo de la magnitud eléctrica obtenidas sobre cada ciclo en el caso de impulsos elementales contenidos en la envolvente de una onda bifásica tienen formas idénticas.
15. Tren de impulsos de desfibrilación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 13 caracterizado por que las curvas de las medias ciclo por ciclo de la magnitud eléctrica obtenidas sobre cada ciclo en

el caso de impulsos elementales contenidos en la envolvente de una onda bifásica tienen formas alternas inversas o diferentes.

- 5 16. Tren de impulsos de desfibrilación según la reivindicación anterior caracterizado por que las curvas de las medias ciclo por ciclo de la magnitud eléctrica obtenidas sobre cada ciclo en el caso de impulsos elementales contenidos en la envolvente de una onda bifásica es una rampa ascendente que corresponde a la primera fase y una almena que corresponde a la segunda fase.
- 10 17. Procedimiento de formación de un tren de impulsos elementales de desfibrilación a partir de una descarga de por lo menos un condensador caracterizado por que se recorta esta descarga en impulsos elementales separados cada uno por una pausa de energía o potencial nulo, éstas estando moduladas en duración según una ley previamente determinada de modulación que permite explotar al máximo la energía disponible, de manera que la yuxtaposición - unión, ciclo tras ciclo, de cada uno de los segmentos de potencial o de energía que representan cada uno un valor medio obtenido cada vez sobre cada ciclo de por lo menos una magnitud eléctrica determinante para la desfibrilación constituye, en su efecto previsto sobre el corazón, una curva de forma previamente determinada diferente de aquella de una descarga exponencial, esta forma de curva resultante estando fisiológicamente adaptada para obtener una desfibrilación eficaz y una nocividad reducida.
- 15 18. Procedimiento de formación de un tren de impulsos elementales según la reivindicación 17 caracterizado por que la magnitud eléctrica determinante es la cantidad de energía contenida en cada ciclo.
- 20 19. Procedimiento de formación de un tren de impulsos elementales según la reivindicación anterior caracterizado por que la energía que corresponde a un ciclo es idéntica a aquella del ciclo anterior y a aquella del ciclo siguiente.
- 25 20. Procedimiento de formación de un tren de impulsos según la reivindicación 17 o 18 caracterizado por que la magnitud eléctrica determinante es la corriente de cada ciclo.
- 30 21. Procedimiento de formación de un tren de impulsos según la reivindicación 17 o 18 caracterizado por que la magnitud eléctrica determinante es la potencia de cada ciclo.
- 35 22. Procedimiento de formación de un tren de impulsos según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21 caracterizado por que, utilizando un único condensador, se actúa sobre las duraciones de los impulsos individuales de la segunda fase de manera que se dosifica la carga eléctrica total o la energía total de esta segunda fase para que la carga o la energía de la segunda fase tenga una proporción deseada con relación a la carga o la energía de la primera fase sin modificar la duración de esta segunda fase.
- 40 23. Procedimiento de formación de un tren de impulsos según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21 caracterizado por que, utilizando un único condensador, se actúa sobre las duraciones de las pausas individuales de la segunda fase de manera que se dosifica la carga eléctrica total o la energía total de esta segunda fase para que la carga o la energía de la segunda fase tenga una proporción deseada con relación a la carga o la energía de la primera fase sin modificar la duración de esta segunda fase.
- 45 24. Procedimiento de formación de un tren de impulsos según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21 caracterizado por que, utilizando un único condensador, se actúa sobre las duraciones de los impulsos y de las pausas individuales de la segunda fase de manera que se dosifica la carga eléctrica total o la energía total de esta segunda fase para que la carga o la energía de la segunda fase tenga una proporción deseada con relación a la carga o la energía de la primera fase sin modificar la duración de esta segunda fase.

FIG.1

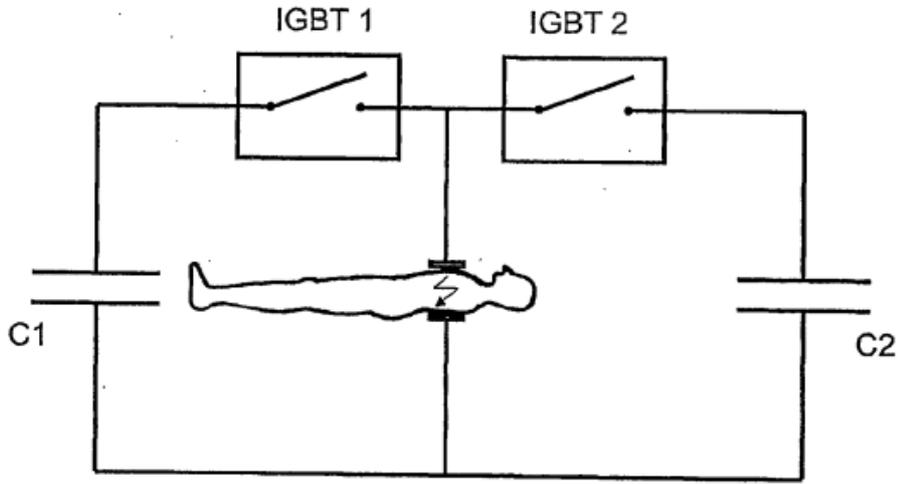


FIG.2

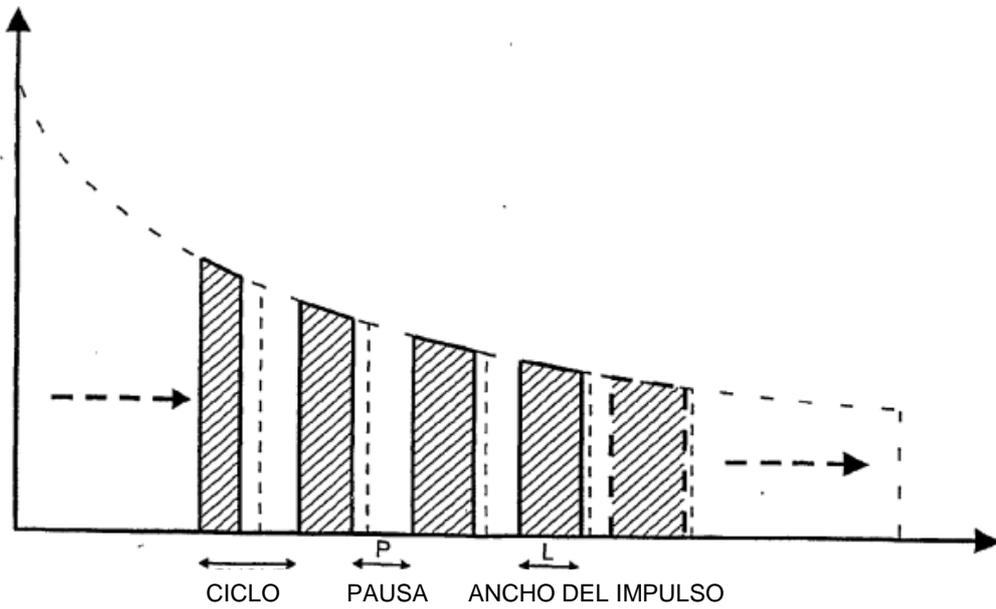


FIG.3

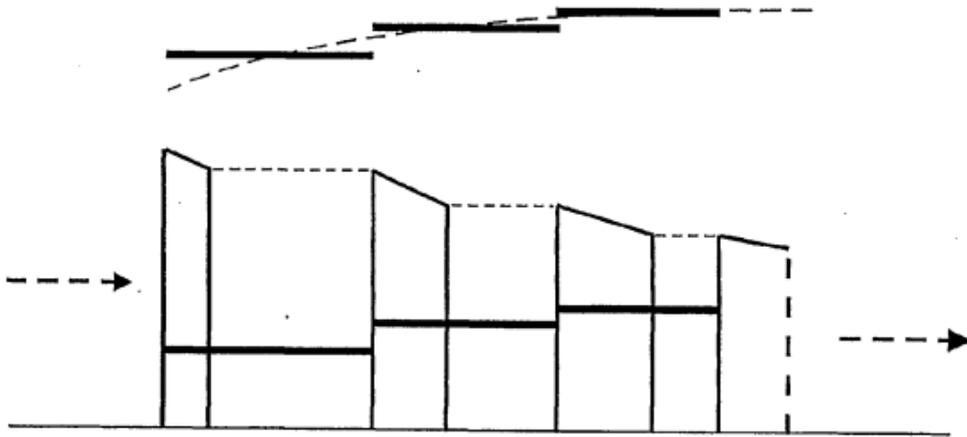
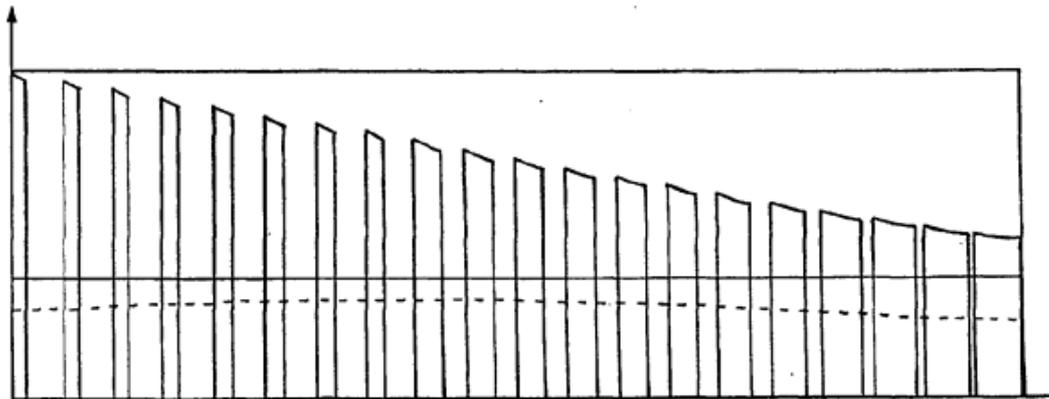
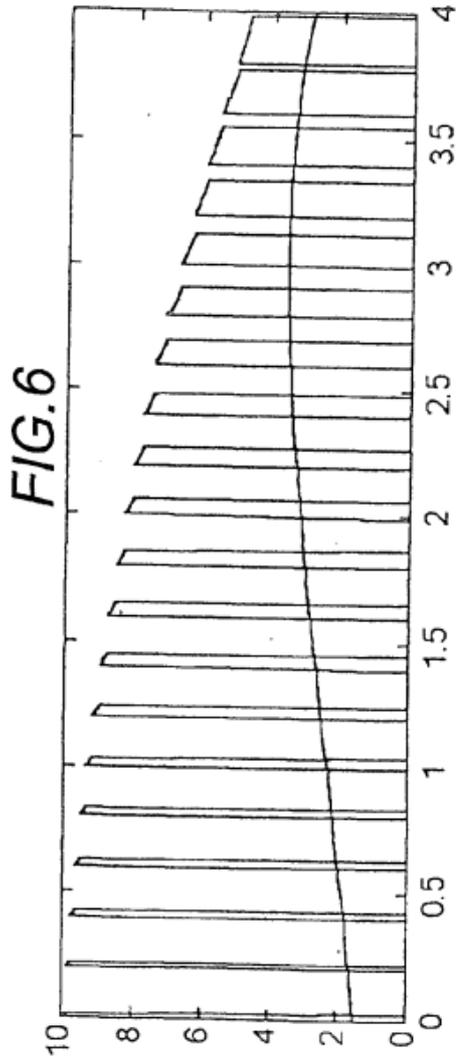
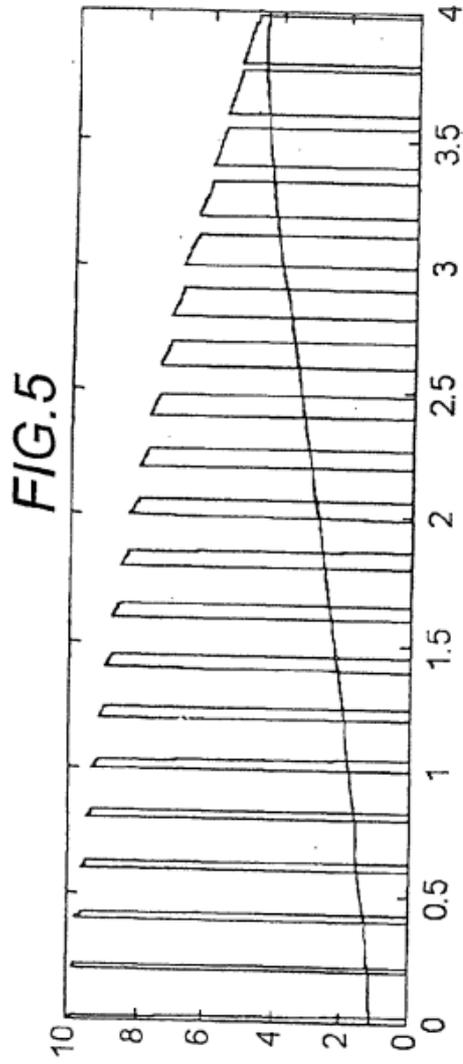


FIG.4





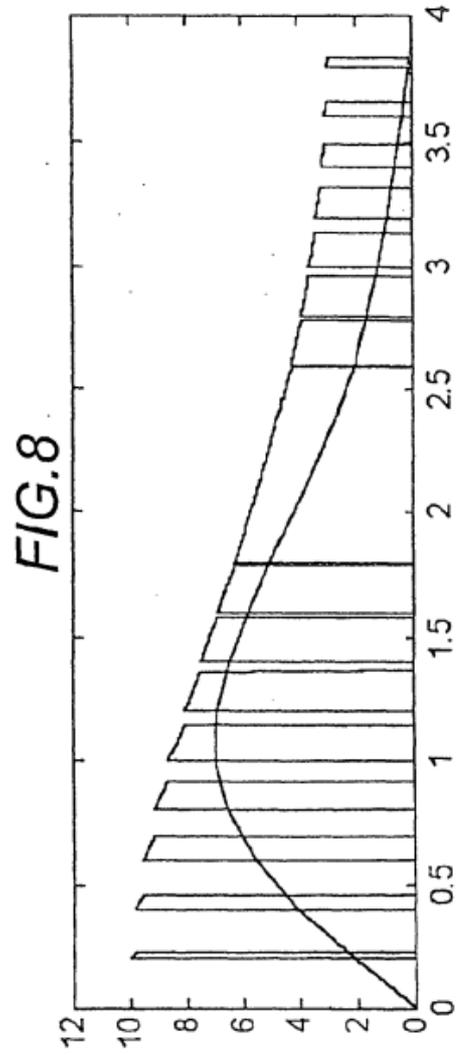
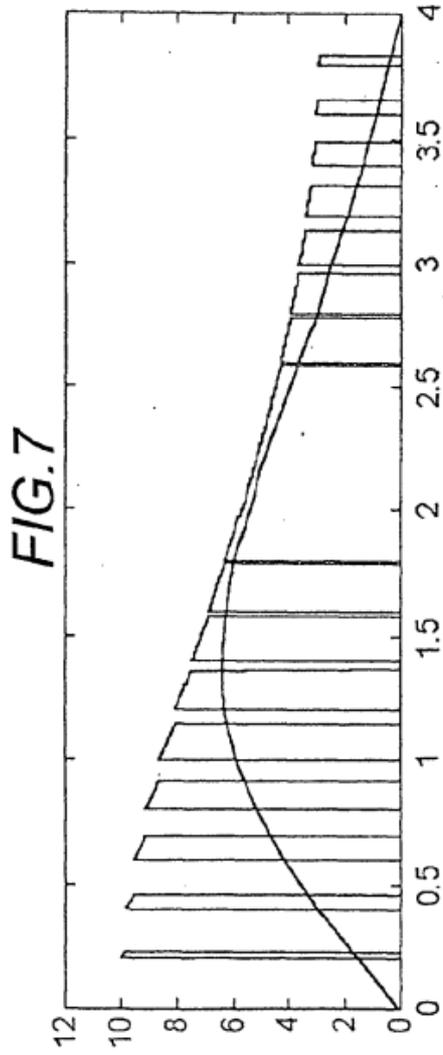


FIG.9

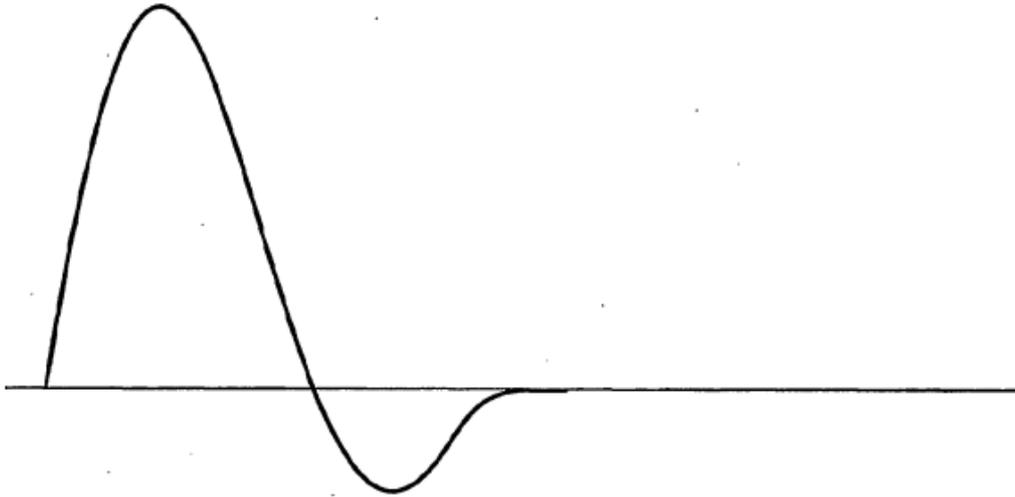


FIG.10

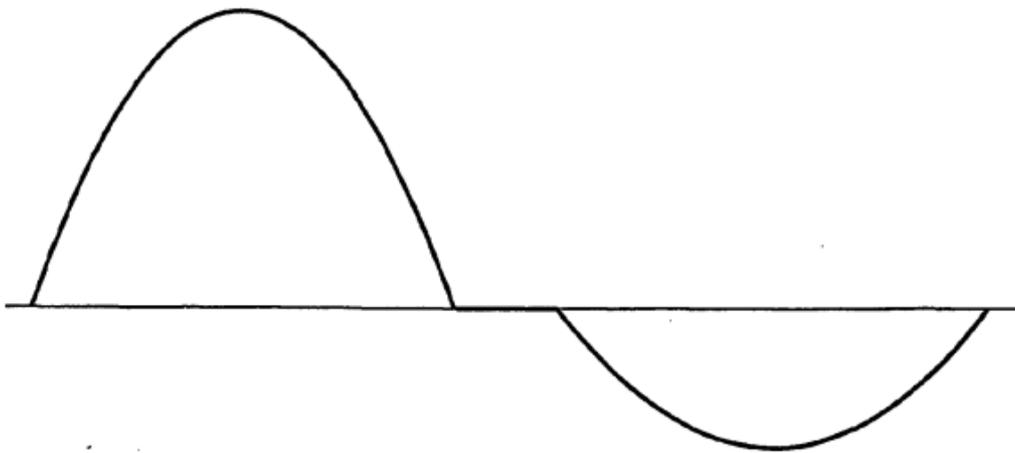


FIG.11

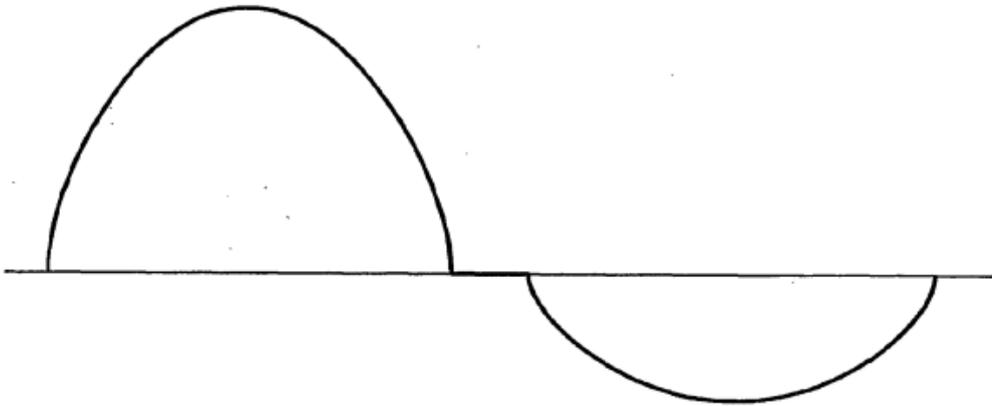


FIG.12

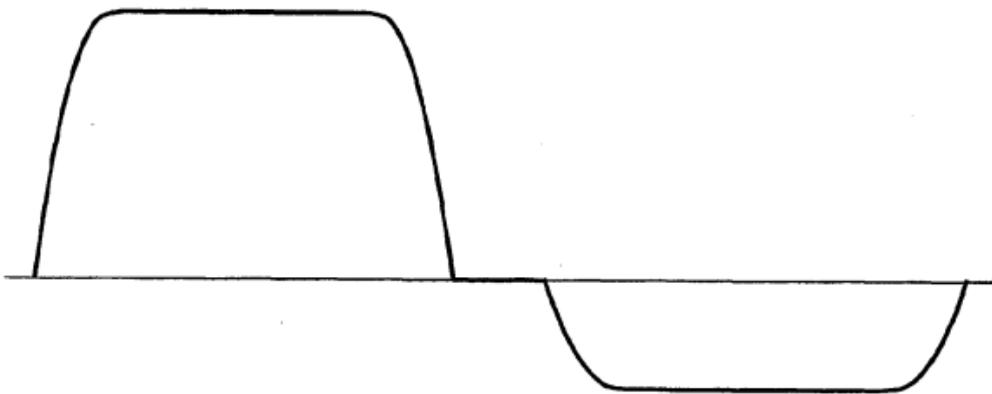


FIG.13

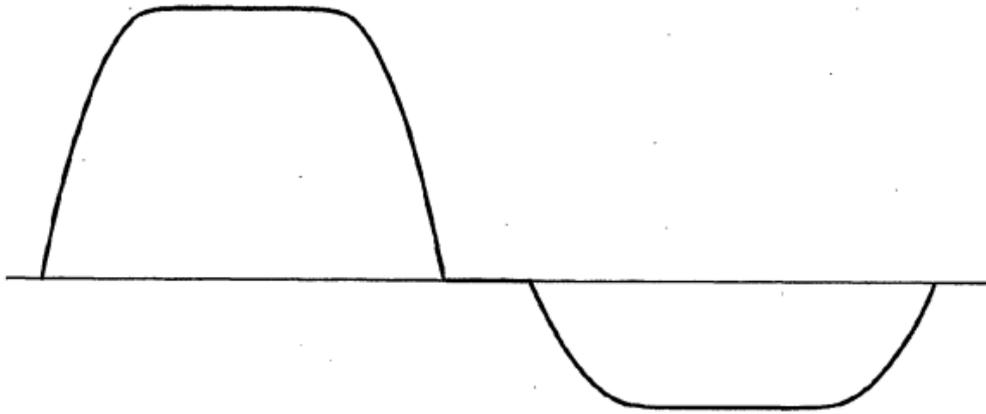


FIG.14

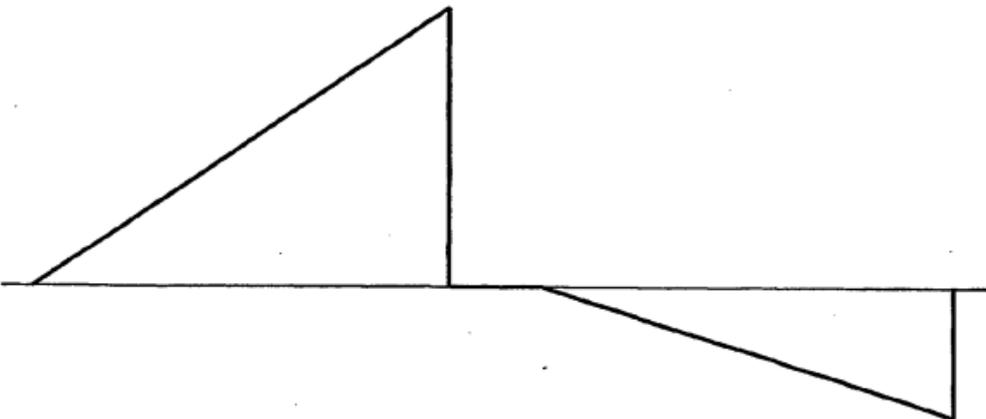


FIG.15

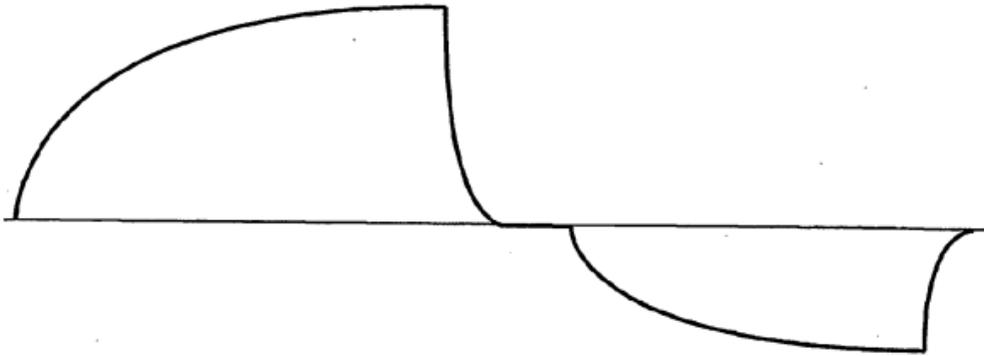


FIG.16

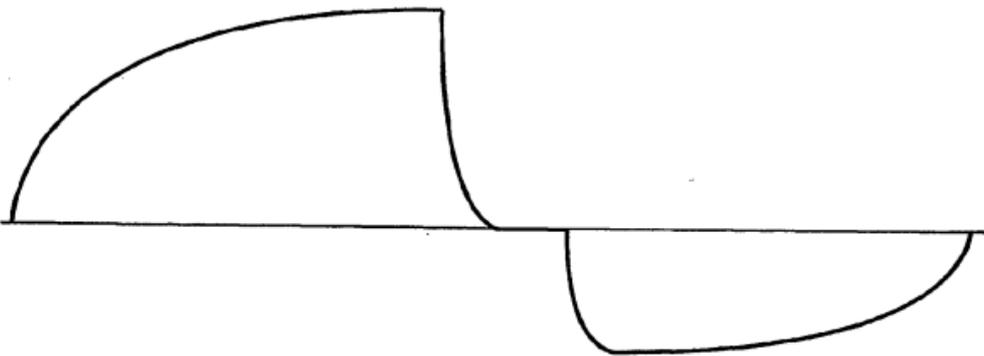


FIG.17

