

Sesión científica del día 29 de febrero de 1932

PRESIDENCIA DEL DR. PI SUÑER

Ondas cortas en medicina. Diatermia radiada (sin placas) con demostraciones.

por los Dres. CIRERA SALSE, BALTÁ ELIAS
y CIRERA TERRÉ

De importancia extraordinaria es esta naciente forma de aplicación diatérmica, cuyo interés crece de día en día por los resultados obtenidos en recientes investigaciones.

Tras la diatermia a chispas vino la diatermia a lámparas y con ello la facilidad de obtener mayores frecuencias, alcanzando luego las ondas cortas en diatermia. A estas se las llama aplicaciones de infra-diatermia. (De paso debemos hacer constar que con el antiguo aparato de alta frecuencia Arsonval-Gaiffe, resonador Oudin, añadiendo el pequeño solenoide, hemos aplicado la diatermia desde 1908.). Este mismo aparato fué modificado hace unos diez años (Cirera Terré), y con él aplicamos las ondas cortas amortiguadas (intra-diatermia) con intensidades de 2 a 3 amp. y con longitudes de onda de 70 a 80 m., comprobada con ondámetro-Ondia.

Un paso más y aparece la diatermia sin placas.

Esta consiste en la aplicación de campos oscilatorios ultra-rápidos de alguna intensidad, sin que sea necesario contacto con el aparato, bastando poner interpuesto al campo ultra-oscilante de un condensador el organismo que sufre la acción de *histeresis dieléctrica* con aumento de temperatura. El no necesitar placas en contacto con la piel, facilita las aplicaciones diatérmicas, sobre todo las delicadas, pues de todos son sabidas las dificultades que por veces se presentan para la buena adaptación de las placas en la diatermia.

PARTE FÍSICA

De tres maneras distintas podemos usar de la energía del circuito oscilante en las investigaciones biológicas.

1.º Por la radiación de las ondas emitidas por la antena, y concentraciones mediante espejos, dirigiéndolas a los objetos a experimentar.

2.º Introduciendo los seres vivos en los solenoides recorridos por corrientes oscilantes, sometiéndoles así a campos electromagnéticos de gran intensidad y frecuencia.

3.º Por la acción de la corriente variable que, actuando en un condensador, produce intensos campos electrostáticos oscilantes, que sufre el organismo colocado en su espacio dieléctrico.

Veamos las particularidades de las ondas hertzianas, cuyas frecuencias están comprendidas entre los 6.000 a 30.000 kilociclos por segundo, o sean de 50 a 10 metros de longitud, llamadas ondas cortas (1), y las frecuencias a 30.000 kilociclos por segundo, esto es, inferiores a 10 metros, o sean ultra-cortas.

Nos encontramos que forman parte de una gama extensísima en el campo de las oscilaciones hertzianas que empieza con las grandes longitudes de onda radiotelegráficas de orden de 30.000 m. (frecuencia 10 kilociclos por segundo) y termina, sin solución de continuidad, hasta las ondas más pequeñas, cuya longitud se mide en diezmillonésimas de milímetro (unidades Ansgtrom) y cuya frecuencia alcanza la fabulosa cifra de 146 trillones de oscilaciones por segundo para los rayos más penetrantes del radium. No terminan aquí las radiaciones, ya que después de un espacio inexplorado, surgen los rayos cósmicos, que Millikan ha descubierto.

Estas ondas, cualquiera que sea su tamaño, obedecen a una misma ley en la propagación, reflexión, refracción, polarización etc. Pero nos encontramos que las ondas en su propagación atraviesan aire, cuerpos sólidos, gases, etc. Ahora bien, como los coeficientes específicos varían con la frecuencia, aun en el mismo medio, de ahí la gran variedad de hechos observados segun las distintas longitudes de onda.

Recorriendo la gama de las ondas hertzianas, causa admiración ver el cambio experimentado en las potentes emisoras radiotelegráficas, ya que antes con 200 kilowats antena y 2.000 m., longitud de onda se lograban comunicaciones normales hasta los antípodas; hoy gracias a las ondas de 10 a 20 m. con potencias de pocos wats (500), o sea 400 veces menor, se dirigen estas ondas con facilidad, lográndose comunicaciones mejores.

El hecho en si se puede comparar a las radiaciones lumínicas en las cuales las rojas no actúan sobre la composición química de la placa fotográfica, el amarillo, el verde y el azul reducen la placa con más o menos rapidez, por efecto de su mayor frecuencia.

Las ondas de 50 a 10 m., son reflejadas en la zona de Headviside. Estas radiaciones son de mayor penetración, pues, como el aire ionizado las desvía más o menos en su propagación rectilínea, hacen que con ellas notemos zonas de silencio, esto es, siendo inaudibles a 400 kilómetros se oyen con extraordinaria potencia a los 2.000 - 3.000 kilómetros.

(Otras circunstancias hay que nos alejarían del estudio de nuestro objetivo como son las capas ionizadas de la alta atmósfera, variaciones so-

(1) De la clasificación del «Comité consultif international technique des communications radio-électriques», reunido en La Haya - 1929. (Convenio de Washington 1927 - Ondas cortas hasta 100 metros).

lares, diurnas, nocturnas, tempestades electricas en la estratoesfera, etc.; las cuales debemos hacer constar han sido estudiadas y objeto de numerosas comunicaciones, por el Prof. de Física Dr. Baltá Elías.)

Como decía, las ondas cortas son más manejables; en las largas (de 3.000 m., por ejemplo) resulta inferior el tanto por ciento de radiación, y aunque la absorción sea menor, son casi imposible de dirigir, a causa de la antena enorme que debería construirse. Las unas y las otras tienen, pues, su color propio.

En el orden práctico sabemos que para reflejar un rayo ha de tener cuando menos el espejo la dimensión de una longitud de onda, si queremos hacer un haz paralelo. El foco emisor colocado en el centro del espejo parabólico, su radio debe ser mayor que la longitud de onda, así, pues, para ondas de metro es fácil construir un espejo de dos o tres metros, pero para ondas de 3.000 m., sale del alcance de nuestros medios.

Así se comprende que cuanto más pequeña la longitud de onda, las demostraciones ópticas sean más factibles, aunque intervengan otros factores que dificultan la experimentación.

Sería posible en una cámara oscura entrar por un orificio pequeño un rayo luminoso sin que este velase las placas, a condición de una absorción absoluta sin reflexión en el punto de choque y de no haber en el aire absorción. Del mismo modo, las ondas cortas al producirse en esta sala, son reflejadas por las paredes y difundidas por todos nosotros complicando la experimentación.

Consideremos ahora una oscilación completa en un circuito self de capacidad apropiada. Es comparable al vaivén del péndulo (esquema I), pero

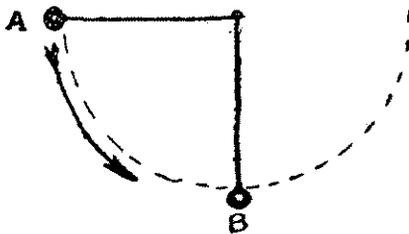


Fig. 1.—Valvén pendular: *A* máximo de energía potencial y mínimo de energía cinética. *B* máximo de energía cinética y mínimo de energía potencial.

la variación consiste en que la energía almacenada en el aparato oscilador (esquema II), cambia periódicamente de forma, pasando de energía potencial o eléctrica a energía cinética o magnética en el interior del solenoide. Por esta razón, podremos producir en circuitos oscilantes campos electrostáticos en los condensadores y campos electromagnéticos en los solenoides de período determinado a voluntad como en el péndulo; y de la misma manera (dejando muchos factores) que sería imposible hacer oscilar rapidísimamente un péndulo de gran masa y tamaño, el mismo modo no se pueden obtener frecuencias enormes si los condensadores y solenoides son de ca-

racterísticas grandes. He aquí la limitación de obtener oscilaciones por los métodos hoy conocidos de frecuencias superiores 3.000.000 kilociclos, o sea de 10 cm. (nos referimos a métodos sencillos, no los obtenidos por combinaciones complicadas de laboratorio, en las cuales, como todos ustedes saben, se han producido oscilaciones térmicas por métodos oscilatorios eléctricos, juntando así ondas hertzianas y calor), ya que los tamaños de capacidad y self son pronto grandes y las lámparas electrónicas no permiten más.

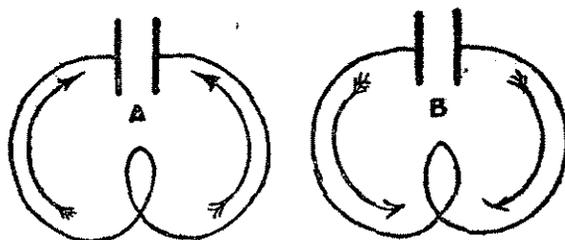


Fig. 2. — Vaivén eléctrico. A máximo de energía potencial eléctrica y mínimo de energía magnética o cinética. B máximo de energía magnética o cinética y mínimo de energía eléctrica potencial.

La energía puesta en juego para la producción de las ondas decrece al disminuir la longitud de onda y de aquí la dificultad de tener cantidad energética suficiente, hoy vencida en parte gracias a los grandes adelantos de las válvulas emisoras de onda corta, de las que han nacido las aplicaciones biológicas, que están aun en el campo de la investigación.

Gracias a estas energías oscilatorias del orden de frecuencia de los 30.000 kilociclos, se vió en los condensadores a ellas sometidos que sus dieléctricos sufrían aumentos de temperatura y las soluciones salinas actuando como dieléctrico entraban en ebullición. En los solenoides sus campos electromagnéticos actuaban en idéntica forma, confirmando la arsonvalización de una manera visible, aunque hoy mejorada grandemente la acción gracias a la frecuencia.

Al ser pequeño el oscilador, la energía almacenada en él, forzosamente debe ser pequeña, de ahí la menor potencia.

Como verdadero *tour de force* para el estudio de las comunicaciones en onda corta, la General Electric New-York, en Schenectady, fabricó un oscilador de potencia 4 kilowats y 6 metros longitud de onda, mediante el cual se hicieron bien visibles las acciones biológicas.

Al bajar al orden de 3 metros de longitud de onda la potencia puesta en juego, aun con dificultades, fué de 1,5 kilowats (Schliaphake).

Al descender a 1 metro la potencia es solo de algunos wats, y a los 10 a 20 cm., es menor de 0,1 wat.

Esto nos priva actualmente de insospechadas aplicaciones, que obtendríamos de estas radiaciones, de poderlas producir con la misma facilidad que las térmicas quemando carbón.

Aparatos y esquemas los hay sin número, ya que en el dominio de las ondas cortas, están hoy no sólo los ingenieros, técnicos profesionales de la radio, ingenieros electricistas, sino también los aficionados a las emisiones en onda corta, cuya importancia se puso de relieve aquí, al realizar en 1929 el 1er Congreso de Radioaficionados Españoles titulado "Jornadas de onda corta" (1).

Así resulta que el circuito adoptado por la Compagnie Generale de Radiologie (Termax) (25 a 30 metros de longitud de onda) es el conocido Hartley simétrico con lámparas bigrill y dispositivo especial de refrigeración de lámparas.

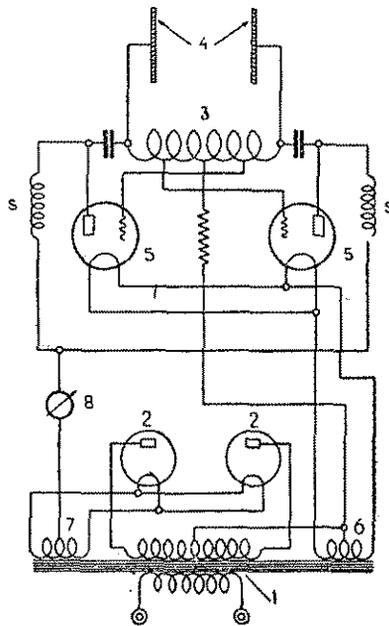


Fig. 5. — Circuito doble Hartley.

El Hartley no es más que un Oudin, en la cual la chispa ha sido sustituida por la lámpara y el Hartley simétrico el doble Oudin.

Muchas de las experimentaciones biológicas han sido efectuadas por el conocido circuito simétrico Mesny (fig. 4), muy en boga entre los radioaficionados europeos como lo es el Hartley entre los americanos. Estos dos esquemas corresponden a los dos aparatos fig. 11 y 12 (Cirera T.), que presentamos al objeto de poder demostrar la diatermia sin placas.

¿Qué diferencia notable existe, pues, entre una emisora de onda corta y un aparato de diatermia sin placas?

(1) *Comptes Rendus*, 500 pág., 100 grab. — Conferencias, comunicaciones, notas y apéndice. Presidente Cirera Terré, EAR106, Secretario Francisco Baqué, EAR15. — Ibérica, Palau, 5. Barcelona.

La diferencia no es otra que en vez de radiar por antena la energía oscilatoria, ésta va a los condensadores o self de aplicación al enfermo. No nos detendremos en explicar el funcionamiento de las lámparas a vacío que actúan a modo de relays, prácticamente sin inercia, y de sus combinaciones en circuitos eléctricos, ya que esto abarcaría un extenso tratado de T. S. H.

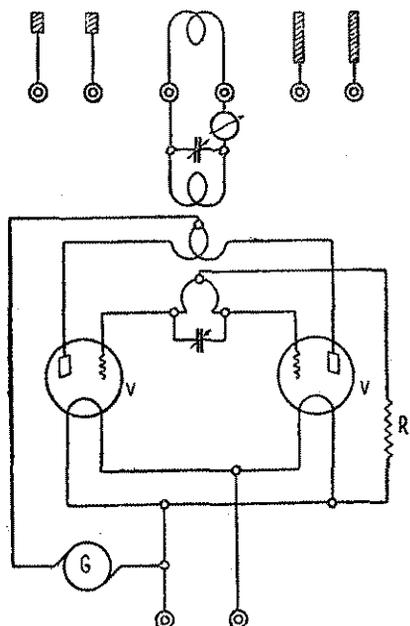


Fig. 4. — Circuito Mesny.

Es objeto de numerosas investigaciones el someter al individuo a las oscilaciones radiadas de las antenas (fig. 5), así como por la concentración por medio de espejos Schliephake (fig. 6). Hasta hoy las intensidades de estos haces han sido tan poco intensos que no han modificado sensiblemente la temperatura del individuo.

Lakhowsky usando de ondas de 2 metros obtenidas por su *radio-célula* oscilador, usó de las radiaciones hertzianas, y con intensidades homeopáticas, valiéndose de una espira de plata de unos 20 cm. de diámetro, sujeta y aislada por su punto neutral que absorbe una parte de las oscilaciones eléctricas de la atmósfera tanto naturales como artificiales, provocan en dicha espira una radiación secundaria de la longitud de onda propia y un campo electromagnético de la frecuencia de 150.000 kilociclos a 300.000. Colocada en el centro de la espira una planta, produce efectos notables en el cáncer del geráneo como luego veremos. Otros autores contradicen sus experiencias radiológicas.

Para terminar con la parte física, veamos el poder de penetración de las radiaciones en los seres organizados. La penetración de todas las radiaciones

en un cuerpo opaco de conductibilidad análoga a los tejidos, está representada por la curva (Ancelme, fig. 7).

La zona 1.^a, comprende los rayos gama del radium y los rayos Roentgen, radiaciones de acción destructiva de la molécula por desintegración química o eléctrica provocada por sus ondas.

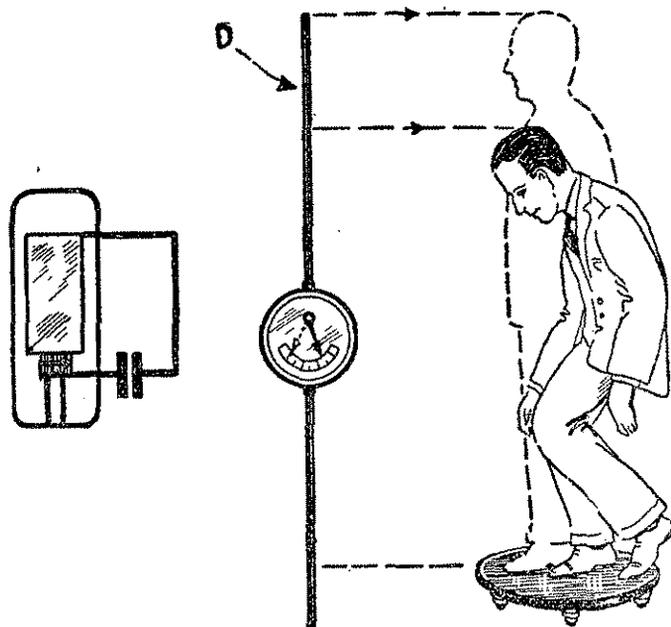


Fig. 5. - Se demuestra la absorción de las ondas cortas por el cuerpo humano por el hecho de que la corriente de la antena D en el campo de alta frecuencia sostenido por la válvula con su circuito representado en la figura, varía según que el individuo se yerga o agache.

La zona 2.^a, comprende las longitudes de onda de 1 a 100 metros con acciones *intra e intermoleculares* y de diatermia.

La zona 3.^a, comprende el infrarrojo, la luz visible y el ultravioleta, de acción superficial con intensas repercusiones biológicas profundas.

EFECTOS BIOLÓGICOS

Los efectos biológicos de las ondas electromagnéticas, cuyo bosquejo hemos hecho en su estudio físico, varían extraordinariamente según su frecuencia y pequeñez, poseen poderosa acción sobre la estructura de los átomos; lo cual explica las serias perturbaciones que pueden producir en las células de nuestros tejidos y consiguientemente en nuestro organismo. Menos enérgica resulta la acción de los rayos luminosos, aunque con los rayos ultravioleta se

pueden producir también graves lesiones; mientras que con la luz visible que nosotros percibimos, ondulaciones de menor frecuencia, poco podrán afectar la integridad de nuestros tejidos. No obstante, pueden producirse serios trastornos y enfermedades de la piel por una fuerte o continuada iluminación.

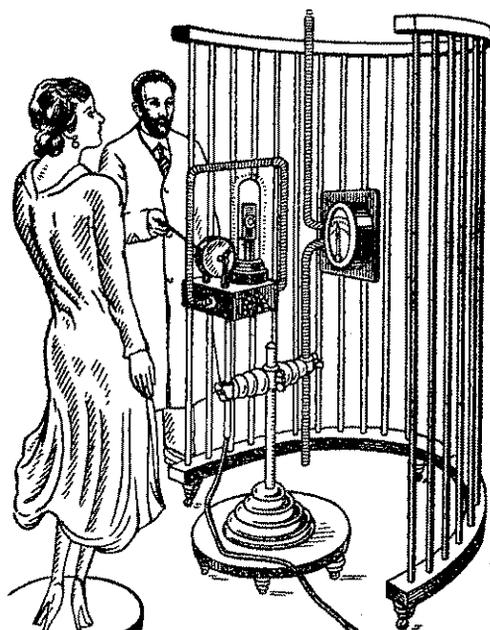


Fig. 6. - Concentración de ondas por espejo.

Algunos han creído que estos nocivos efectos de la luz sobre la piel son debidos a las condiciones biológicas a que la tenemos sometida mediante nuestros vestidos desde ya muchos generaciones. Así se expresaba un profesor francés al intervenir en la discusión de la ponencia del Prof. Wincler de Viena en el cuarto Congreso Internacional de Electrología y Radiología de Milán; dándome ocasión de explicar que yo había tenido ocasión de observar la piel de los carolinos, que habían vivido y seguían viviendo sin vestidos en condiciones opuestas a las nuestras durante muchas generaciones; resultando que la acción actínica de la luz producía dermatosis en casi todos estos individuos. Por rareza se veía una piel sana por entero. A lo cual asintió el Prof. de Viena, afirmando los nocivos efectos de la luz en exceso, hoy bien conocidos de todos.

Más allá del espectro visible, se encuentra el ultrarrojo o sea las ondas caloríficas cuyos efectos sobre los átomos son muy pequeños.

Mas aquí nos hemos de ocupar de modo especial de los efectos biológicos que producen las oscilaciones de longitud de onda de menos de 50 metros o sea las ondas cortas.

En 1893 Arsonval fué el precursor en el uso de la alta frecuencia de

oscilaciones rapidísimas (fig. 8), ya que alcanzó 15.000 kilociclos, en 1894 con el oscilador de Hertz, le siguieron en 1924 Lakhowsky, en 1926 M. Scherschewsky en América y Schliephake en 1930 en Alemania, etc., etc.

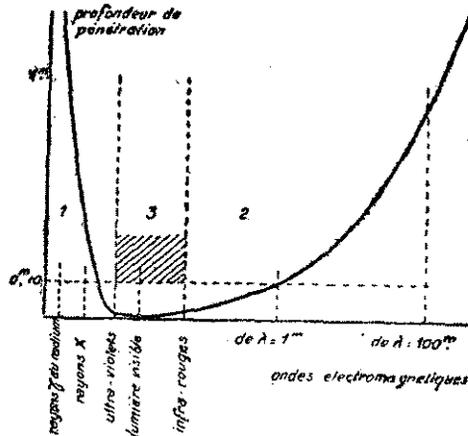


Fig. 7 - Curva de Ancelme.

Los insectos y más especialmente los ratones, han sido los animales que más han servido para las investigaciones de la acción biológica de las ondas cortas, en su acción térmica, por la facilidad de obtener campos eléctricos de

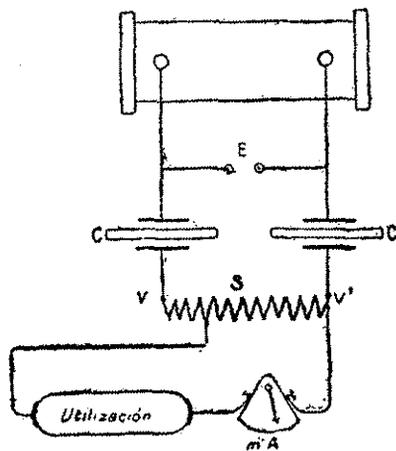


Fig. 8.ª

Antigo circuito Arsonval.

poca potencia, suficientes no obstante para elevar la temperatura del cuerpo a 40°, 45° y 55°, cuando están sometidos a un campo eléctrico de 80 a 100 y a 250 wats.

En el que experimentaba Saidman mueren los ratones en pocos segundos, por elevarse la temperatura del cuerpo a más de 44°.

En campos menos intensos el proceso puede durar de 10 a 30 minutos: a un momento de quietud sigue fuerte agitación, se notan eritemas y a veces cianosis, las secreciones y el sudor aumentan. Cesan después los movimientos respiratorios, así como los latidos cardíacos después; alcanzando la temperatura del cuerpo 44° . La muerte va ligada a fenómenos hemorrágicos.

El tiempo que sobrevive el animal, con ondas de 2,20 metros es de 26 minutos, decrece cuando aumenta la longitud de onda a 4 metros, muere en diez minutos y permanece constante hasta los once minutos, y luego crece rápidamente a partir de este valor (Schereschewsky).

Christie y Loomis, que han experimentado con longitudes de onda de 1,90 metros a 38, encuentran que el efecto es proporcional a la intensidad de campo y que va menos ligado a la longitud de onda.

Schliephake, con otros, cree que las ondas más peligrosas son las de menos longitud, resultando más manejables las de 15 a 30 metros.

Tripier ha visto morir las moscas sometidas a un campo eléctrico de 13 metros de onda sin ninguna quemadura aparente en una veintena de minutos, por efectos sobre la circulación y el sistema nervioso, y Saidman ha visto las mariposas caer inertes en el campo eléctrico para levantarse un cuarto de hora después.

Por demás interesante resulta la observación de Schereschewsky de la desigualdad de calentamiento producido en ratones vivos o muertos del mismo peso, pues mientras en los primeros se elevaba la temperatura de 5° a 6° , sólo aumenta de $0,1^{\circ}$ a $0,7^{\circ}$ en los muertos, lo cual indica que las ondas cortas tienen una marcada acción perturbando el centro termorregulador, si bien los Dres. Halphen y Anclair afirman que se calientan más los animales muertos que los vivos.

Los datos proporcionados por los distintos experimentadores no son bien concordantes, tal vez debido a que todos no han hecho sus investigaciones en las mismas condiciones. En cuanto las temperaturas han sobrepasado los 41° ha sido inevitable la muerte del animal.

No solo se han observado efectos nocivos en los ratones. Jenillek ha sometido durante cuatro horas diarias un lote de ratas recién nacidas al campo eléctrico de 14 m. de onda y se han desarrollado mejor y con pelo más espeso y blanco que otro lote testigo, lo cual indica sus efectos tróficos.

Cuando se someten los animales a un campo eléctrico de oscilaciones ultracortas (Schliephake), pueden producirse efectos profundos, necrosando primero los huesos por haber sufrido más elevadas temperaturas, observándose también trastornos en la regulación de temperatura, de modo que continua por algunas semanas elevada, y si la dosis de exposición ha sido elevada, puede ocurrir lo contrario, descendiendo a menos de 35° y haciéndose estas bajas temperaturas incompatibles con la vida.

APLICACIONES TERAPÉUTICAS

Para aprovechar los campos eléctricos oscilatorios en sus aplicaciones terapéuticas, con el cuerpo humano interpuesto, éste hace el papel de dieléctrico y su calentamiento se produce en profundidad y según las

experiencias de Schliephake en orden a su calentamiento de mayor a menor, son los huesos, el hígado, la piel y los músculos.

También se produce mayor calentamiento en los procesos inflamatorios producidos por distintas infecciones, ya que la refrigeración queda restringida por el estancamiento circulatorio, de lo cual resulta una acción selectiva.

Los efectos locales debidos a los C. E. de onda corta producen congestiones más o menos pasajeras, y por veces, lo que es más desagradable, adenopatías en sujetos tratados por tuberculosis locales, lo cual no ocurre cuando se trabaja con campos de mayor longitud de onda, 14 metros por ejemplo (Saidman), y hay que tener en cuenta que varía esta longitud según la distancia del sujeto a las placas cambiando notablemente su resistencia: de 4 cm. a 18, la variación es de 400 a 1750 ohms.

Por lo antedicho se comprende lo cautelosos que debemos ser en la terapéutica humana en la aplicación de onda corta, si bien no han dado lugar a trastornos de importancia y que han cesado en cuanto se ha suspendido el tratamiento.

Saidman y Cahen, para combatir el elemento dolor han aplicado repetidamente la diatermia sin placas (fig. 9), que parece tiene acción superior a la que posea la diatermia analgésica. Así se han combatido ciáticas y algias viscerales con feliz éxito en casos en que ya carecían de acción los analgésicos habituales; así como en una enferma operada ya repetidamente con ablación del apéndice, de la vejiga biliar, de los anexos y gastro-enterostomía, que presentaba dolores violentos rebeldes a toda terapéutica acompañados de estados nauseosos y frecuentes vómitos. En este caso las aplicaciones de O. C. hicieron cesar las náuseas y calmaron en gran parte los dolores. Una calma completa se produjo en unos fuertes dolores producidos por la salida de la muela del juicio y sin que ésta saliera todavía, haciendo notar Saidman que estos efectos no suelen ir ligados a una fuerte acción calorífica, sino a su acción analgésica como cree Arsonval.

No obstante los Dres. Ilalphen y Anclair, basados en su práctica del Hospicio de los Quinze-Vingts en la Salpetriere y, sobre todo, del Hospital Rothschildt, en los que han hecho un millar de aplicaciones en un centenar de enfermos, afirman que los resultados obtenidos en el tratamiento de neuritis y neuralgias no son más rápidos que los obtenidos por la diatermia corriente; si bien presentan alguna ventaja las ondas cortas por su mayor acción en profundidad.

Schliephake ha tratado un centenar de supuraciones diversas con excelentes resultados. Su acción estimulando las defensas es notable, ya que en animales infectados con cultivos de bacterias han podido ser destruidos los gérmenes de la infección.

Uno de los problemas que más inquietud produce actualmente en el campo de la medicina, es la curación del cáncer y no habían de faltar los ensayos de esta alentadora forma de aplicaciones eléctricas.

Ya en 1924, en la Sociedad de Biología de París; Gutmann Lakhowsky y Magren, dieron conocimiento de los éxitos obtenidos para la curación del tumor del geranio (*Pelargonium Zonotum*) producido por la inoculación del *bacterium tumefaciens* que presenta los mismos caracteres del cáncer de los animales y la misma rebeldía a su curación.

Este éxito se ha obtenido mediante la aplicación de ondas de 2 metros



Fig. 9 - Diatermia sin placas local.



Fig. 10 - Diatermia sin placas generalizada.

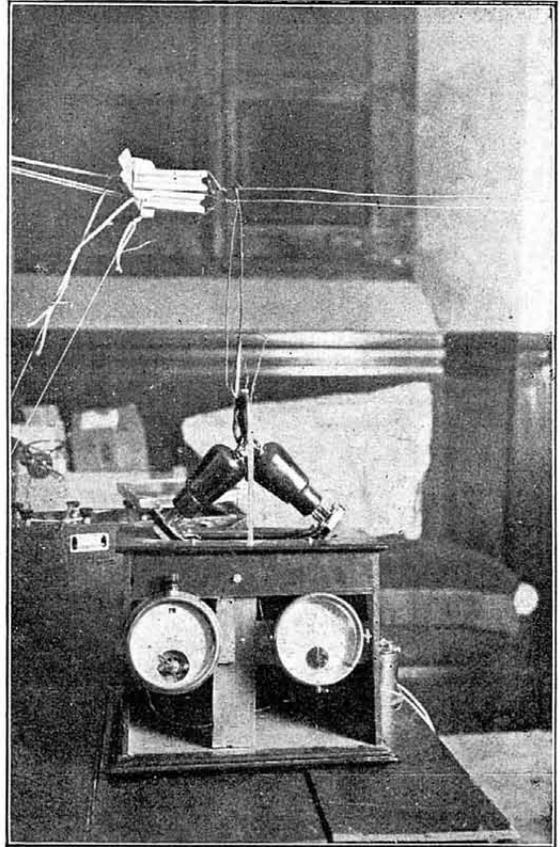


Fig. 11. - Aparato productor de ondas de 170 cm : 2 lámparas TC. O $\frac{3}{4}$ Philips montadas en Mesny. Una espira y un cuarto en el circuito de placas de unos 6 mm. de grueso, la rejilla de $\frac{3}{4}$ de espira, del mismo grueso, ambas plateadas, directamente soldadas a los cuernos de la lámpara (rejilla es la exterior, placa la interior). Alimentación: filamentos 6 volts, acumuladores Tudor. La tensión placa por dinamo-motor de 600 volts, resistencia de rejilla 20.000 ohms resistiendo las placas sobretensiones de 800 volts: normalmente 500 volts.

Este fué montado para hacer patentes las ondas más pequeñas que se pueden producir con los métodos corrientes, mostrando la dificultad insuperable de obtener hoy energía suficiente para los estudios biológicos, con miras a la terapéutica térmica, con estas longitudes de onda,

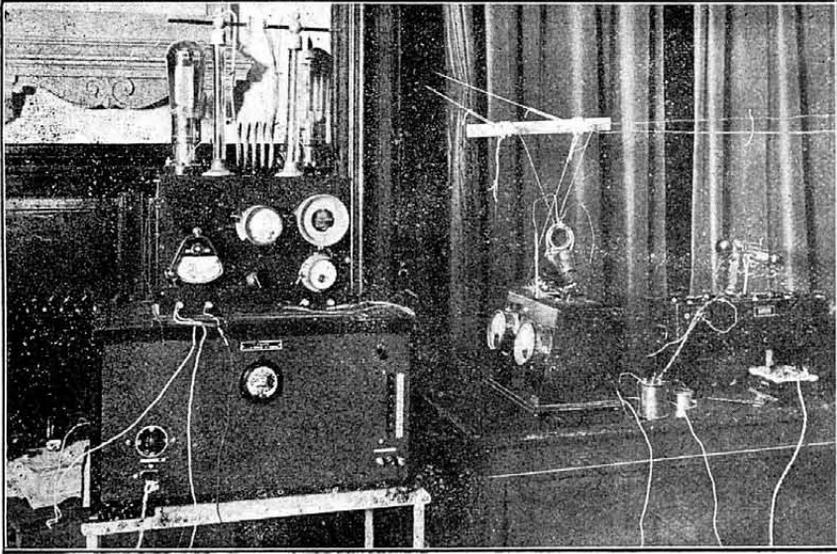


Fig. 12. — Aparato productor de ondas de 12 a 17 metros para obtener efectos térmicos. Circuito doble Hartley, lámparas MC 1/50 Philips; en la parte alta, el condensador de utilización; los *selfs* de placa y rejilla están constituidas por un solenoide de cinco vueltas. Alimentación de los filamentos: 10 volts. Alimentación de las placas por dos equipos de 50 watts con un potencial de 1000 volts, obteniéndose así una corriente continua filtrada. No disponiendo en la Academia de corriente alterna, fué necesaria una conmutatriz y transformador para obtener 125 volts a 50 periodos. — Véase el esquema fig. 3.

producidas por la radio-célula-osciladora de Lakhousky ya descrito. W. Kozapewski impugna estos resultados en la Sociedad de Biología de París, porque no ha podido obtener resultado alguno en 35 plantas que ha sometido al mismo tratamiento.

En 1928 Schereschewsky y Andervont practicaron estas mismas experiencias en ratones y gallináceas inoculadas en el abdomen, resistiendo a la muerte 100 de los 400 sometidos al campo eléctrico, mientras que murieron todos los 303 testigos. Resultados parecidos obtuvo Rous con la inoculación del *b. sarcomatosus* inoculado a los polluelos.

Y en otras experiencias realizadas en el cáncer de los ratones con ondas de 2,20 metros ya no se pudo comprobar efecto alguno (Woodbury).

De modo que resulta que se ha podido obtener la curación del cáncer experimental de las plantas y de los ratones, sin que podamos consignar resultados más que paliativos, disminución del dolor en el hombre (Reiter de Berlín).

PIROTERAPIA

Si con las aplicaciones generales de las ondas cortas se pudieran combatir con éxito las grandes infecciones resultaría una gran conquista este medio terapéutico. Las ventajas parecen todas de su parte, ya que la producción de la fiebre artificial (fig. 10) se obtiene por un medio siempre dócil a nuestra vigilancia y no deja residuos: ni propios de las combustiones internas ni extraños de los gérmenes que se inyectan. La malaria produce un 10 por 100 de defunciones, a parte de que algunos son inmunes a esta inoculación. Así y todo constituye un serio tratamiento de la parálisis general la malarioterapia, para no citar otra afección de las que están más en uso con interesantes resultados, como lo afirman Marie Leroux, Madakoutch. Recientemente R. Lees da cuenta en el *British Medical Journal*, Agosto, 31, de haber obtenido 28 curaciones sobre 50 enfermos de parálisis general tratados por malarioterapia.

Carpenter de Nueva York, afirma que ha conseguido éxitos rotundos con ondas cortas, así como Neymann de Chicago, parece ha conseguido los mismos resultados con el calentamiento con aparatos de diatermia de mucha potencia. Schliephake comprueba que se puede usar a este mismo efecto la cama condensadora. También Blackader ha obtenido buenos resultados.

Los resultados obtenidos por C. A. Wegmann y S. L. Asborne en el tratamiento de la *parálisis general* por la piroterapia diatérmica, han sido superiores a los que se obtienen por la malarioterapia sin los serios inconvenientes de este procedimiento, que por sí solo produce algunas defunciones.

La diatermia permite una vigilancia constantemente graduada y controlada durante algunas horas.

Grandes electrodos, sesiones dos por semana de cinco a seis horas de duración. Unas 20 sesiones para una cura. Los resultados han sido buenos: de 36 enfermos tratados, 16 han podido volver al trabajo. (*Journal American Med. Association*, Enero 1931.)

En la gonococia reumatismo crónico hay buenos resultados, si bien no decisivos.

Auclair y Alfhair atribuyen los resultados no sólo al calor sino a la acción directa de la corriente.

Los trastornos producidos por las aplicaciones de onda corta tienen la gran ventaja de estar al alcance de un interruptor, no así los otros medios de producción de la fiebre. Están en germen los aparatos productores y no dudamos que estamos en vísperas de ver en los grandes nosocomios un departamento destinado a la producción de la fiebre artificial, que se podrá producir en mayor o menor grado, según convenga y por tiempo más o menos largo, durante el cual el paciente podrá comer, dormir o dedicarse a lo que más le interese si le conviniere una pequeña fiebre y larga duración a su tratamiento.

Y acabaremos recomendando el uso con cautela de esta nueva forma, aprovechando para nuestros enfermos el progreso que representa, sin que nos desvíe del uso de las otras formas de corrientes en aquellos casos que tienen bien demostrada su acción curativa, refiriéndome en ésto principalmente a la diatermia, que tiene conquistado lugar preeminente y de la que no es más que una rama de ésta, la diatermia sin placas. Sin perder de vista que mediante un buen aparato de diatermia se puede practicar la piroterapia C. S. y C. T.

PARTE EXPERIMENTAL

Aparatos presentados y construídos por el Dr. Cirera Terré para las experiencias sobre ondas cortas, aplicadas a la terapéutica médica.

Mi modesta intervención, en la conferencia que tan magistralmente acaba de desarrollar mi distinguido amigo el doctor Cirera Salse, ha quedado reducida a la puesta en funcionamiento del generador de ondas ultracortas tipo Mesny (fig. 11) montado por mi buen amigo doctor Cirera Terré, y a la medición de la longitud de las mismas, mediante el clásico método de las ondas estacionarias a lo largo de alambres, conocidos corrientemente por hilos de Lecher o Blondlot.

Sabido es en lo que consisten: dos hilos paralelos de cobre, de unos cuantos metros de longitud y a unos 5 o 10 cm. de distancia, se mantienen tensos por ambos extremos, mediante aisladores; y por el extremo más próximo al oscilador, están unidos formando un bucle fuertemente acoplado a las espiras de placa y rejilla del Mesny (en nuestro caso de unos 4 a 5 cm.). (Figura 11.)

La dificultad principal es hacer entrar en oscilación este circuito, y en general, todos los ideados para obtener ondas ultracortas *sostenidas* (pues es bien sabido que diversos investigadores, como Bose, Arkadieiva y, últimamente, Nichols y Tear, han obtenido ondas amortiguadas de fracciones de milímetro). Las lámparas, aun las más modernas (como las TC 04/10 Philips que aquí hemos utilizado) construídas con este objeto, difícilmente pueden descender hasta ondas de 1 m. de longitud, que prácticamente es su límite inferior de oscilación. Se demuestra, en efecto, que el tiempo necésa-

rio para que un electrón recorra el espacio entre filamento y placa es del mismo orden que la duración de una alternancia a estas elevadísimas frecuencias.

Así pues, por regla general, hay que forzar la corriente de filamento y la tensión de placa todo lo que permitan las lámparas, lo cual abrevia enormemente su vida, como se comprende; a pesar de ello y de la energía gastada en el circuito anódico (superior a los 25 watts, en nuestro caso), la obtenida en forma oscilante es siempre pequeñísima y tanto menor cuanto mayor sea la frecuencia empleada.

Gracias al bucle de acoplamiento de los hilos de Lecher, se induce en éstos ondas de la misma frecuencia que las del generador, las cuales se propagan en el metal con velocidad ligeramente inferior a la de la luz; al llegar a los extremos libres de los alambres, sufren la reflexión de un modo completamente análogo al que experimentan las vibraciones de una cuerda sujeta por un extremo e impulsada por el otro extremo con un movimiento de vaivén.

De la superposición de ambas ondas resulta, en general, un fenómeno poco claro; pero, si la longitud de la cuerda o de los alambres es igual a un número impar de cuartos de longitud de onda, se obtiene entonces un sistema de ondas estacionarias perfectamente claro y definido, en el que se distinguen puntos de máxima y mínima vibración electrónica, o sean *vientres* y *nodos* de potencial, así como *vientres* y *nodos* de corriente; se comprueba que la distancia entre dos vientres o dos nodos es igual a una semilongitud de onda y que los vientres o nodos de intensidad no coinciden con los de tensión, sino que están desplazados sobre los hilos a distancia iguales a *un cuarto de longitud de onda*.

Bastará, pues, caracterizar la posición de dos vientres o nodos consecutivos y medir su distancia sobre los alambres.

Si la energía oscilante es suficiente, los vientres de tensión se demuestran por la máxima luminosidad que en ellos adquiere un gas enrarecido, fácilmente ionizable (tubo de helio o neon); en cambio, una lamparita eléctrica de bolsillo montada en medio de un *punte* (alambre rectilíneo de cobre), que se desliza perpendicularmente y a lo largo de los hilos de Lecher, indicará por su máximo brillo la posición de los vientres de intensidad.

Ni uno ni otro de ambos métodos ha podido emplearse en la instalación que tenéis a la vista, a causa de la poca energía oscilante disponible; por esto, hemos recurrido al empleo de un enderezador o rectificador (simple detector de galena, como el de un receptor de radiotelefonía) montado en serie con un miliamperímetro, constituyendo con los alambres de conexión un circuito oscilante elemental.

Las corrientes de desplazamiento que las ondas eléctricas, al propagarse por los hilos, engendran en el dieléctrico (aire) que les rodea, provocan, a su vez, oscilaciones forzadas (corrientes de *conducción*) en el circuito del detector, las cuales adquirirán su máximo valor en los vientres de tensión, en los que también será máxima la desviación del miliamperímetro, según pueden comprobar los asistentes más próximos.

Como la distancia entre dos vientres, así determinados, resulta ser de 85 cm., la longitud de las ondas eléctricas producidas por el Mesny es de 1,70 metros B. E.

Acabamos de ver prácticamente la manera de medir ondas inferiores a 5 metros. En estas pequeñísimas longitudes de onda, resulta ínfima la energía oscilante puesta en juego. Con ondas inferiores a 2 m., no es posible obtener energía suficiente con los medios actuales para las aplicaciones terapéutica.

Estas dificultades no quitan el interés biológico extraordinario de estas ondas: se pueden ensayar su acción en cultivos microbianos, etc., dejando a un lado por ahora el utilizarlas con fines a la producción del calor en la diatermia sin electrodos.

Para las demostraciones que nos proponíamos ha sido preciso adoptar la longitud de onda de 12 a 15 m., ya que con ella la energía es suficiente para la visualidad de los campos eléctricos con tubos de neón y aumento de temperatura, por histéresis dieléctrica, de objetos interpuestos en el condensador.

La medida de estas ondas se puede realizar con el mismo método anterior, descrito por el Dr. Baltá, y más cómodamente, con un ondámetro: esto es, una self y capacidad variable e indicador, que al estar en resonancia, se señala la longitud de onda que previamente se ha marcado. Esta graduación puede ser objeto o de un estudio físico del circuito del ondámetro y mediante fórmulas, dar ya las graduaciones, o bien, con un ondámetro patrón o por comparación, a la manera como se efectúa en los miliamperímetros. También se dispone de una extensión de terreno, mediante un emisor y largos hilos Lecher. Aquí para ondas de menos de dos metros, han visto que se necesitaban unos 10 metros, para ondas de 10 a 20 metros será preciso más de un centenar de metros para la comprobación descrita.

En el segundo aparato (fig. 12), el circuito empleado es el simétrico Hartley (fig. 3) de una potencia de 100 wats. Ha sido agradable el encontrar toda clase de facilidades no sólo en la Universidad, en el catedrático de física Dr. Alcober, sí que también a las casas Philips y Tudor; prestando el material necesario. Así he podido montar y experimentar las ondas de 12 a 15 metros con alguna intensidad. Interpuesta en el condensador una araña, muere a los pocos minutos, puesta en su caja aislante de cristal, y 25 c. c. de agua ligeramente salada hierven a los cinco minutos. Podremos, ahora, comprobar la acción térmica de nuestros tejidos en el mismo aparato: basta un cambio de lámparas para variar la longitud de onda en más de 2 m.; así, con las MC. 1'50. Philips resultan ser las variaciones de 12 a 15 m. Se trata de lámparas moduladoras, cuya longitud de onda mínima aconsejada es de 150 m., forzándola así unas 10 veces. El modelo de lámparas que bajó a los 12 m., prontamente dejó de oscilar. Sin embargo, las de la figura 12 resistieron horas sin fatiga, trabajando a los 15 m. 100 wats. No pudimos presentar los tipos TA 1'40, y la TA 1,5/75, de wats, que eran apropiadas por no tenerlas aquí. Aunque, si se quieren obtener efectos más intensos, serán precisos lo menos 250 wats con longitudes de 15 a 20 m.

Interponiendo la mano aislada entre las dos armaduras del condensador, que se podía separar a voluntad, rápidamente se notaba la sensación de calor y de prolongarse de medio a un minuto, la sensación era ya molesta.

Varios académicos y asistentes al acto pudieron comprobar por sí mismos el calor que se produce en el seno del tejido, a pesar de permanecer frías las armaduras del condensador, donde se forman estos campos eléctricos tan intensos, mostrando, prácticamente y por primera vez en España, la diatermia sin placas 'C. T.

BIBLIOGRAFIA

- ANSELME.—"L'Onde Electrique". Pág. Mai, 1932.
- ARSONVAL, D.—"C. R. de la Société de Biologie". 2 mai, 1891; 6 mai, 1893, página 467; 15 juillet, 1893, pág. 764; 25 janvier, 1866, pág. 96; 1 février, 1896, pág. 120; 8 février, 1896, pág. 195.
- ARSONVAL, D.—"Remarques à propos de la communication de M. Lakhowsky". T. I. 659, pág. C. R. Ac. des Sciences. 1929.
- BISCHOFF, F., ULLMANN, H. J., HILL, E., and LONG, M. L.—"Studies in hyperemia induced by high frequency electric current. Jour. Biol. Chem., 85:3.
- BLACKADER, A. D.—"On the the production of a condition of pyrexia in man by radied waves". Canadian Med. Assoc. J. XXII. 6 juin, 1930.
- CARPENTIER, O. M.—"The effect of heat produced by ultra-high frequency oscillation on experimental syphilis in rabbits". Archives of physical therapy. March, 1931.
- CHRISTIE, R. V. et LOOMIS.—"The relation of frequency to the physiological effects of ultra-high frequency". *Journal de Médecine*. XLIX. 303-21 pág. 1929.
- ESSAU.—"Die Bedeutung der ultrakurzen Wellen für die elektrische Nachrichtentechnik, insbesondere die der Wellen von 1 m. abwärts. Discussions". 371-373 pág. Elektrische Nachrichten-Technik. Band 6, Heft 9. Berlin, 1929. Particularidades y posibilidades del empleo de las ondas cortas. 2-I. 1925.
- GOSSET, A., GUTTMANN, A., LAKHOWSKY et MAGROU, J.—"Essai de thérapeutique du cancer expérimental des plantes". C. R. Soc. Biol., 91 626. 26 juill, 1924.
- HALPHEN et AUCLAIR.—Bull. de la Soc. Franc. de Electrothérapie et de Radiologie. Dec., 1931.
- JELLINEK, S.—"Actions biologiques des ondes courtes". Wien Kl. W. 25 décembre, 1930.
- JELLINEK, S.—"Etres vivants dans le champ électrique H. F.". C. R. Académie des Sciences. 1930.
- "Jornadas de Onda Corta, nov., 1929". Revista IBÉRICA. Barcelona.
- KING, J. C., and COCKE, E. W.—Therapeutic fever produced by diathermy, with special reference to its application in the treatment of paresis. South. Med. Jour. 23:3. March 1930.
- KOHL, K.—"Ultra-kurzwellen und Medizin". Conférence à la Société Henri Hertz. Ecole Supérieure Technique de Berlin. 1929.

MESNY, R.—“Les Ondes électriques courtes”. 166 pág., 68 fig. (Estudio físico). Presses Universitaires de France, édit. Chiron, Paris.

NEYMAN, C. A., and OSBORNE, S. L.—“Artificial fever produced by high frequency currents. III. *Med. Jour.*, 65:3:199, Sept. 1929.

POUPPIRT, P. S.—“Treatment of Parkinson's syndrom with fever produced by baths”. *Calif. and West. Med.*, 31:3. 192, Sept. 1929.

SAIDMAN, J. et CAHEN, R.—“Hautes fréquences hertziennes en thérapeutique”. *Annales Institut d'Actinologie*. Janvier, 1929.

SAIDMAN, J., CAHEN, R. et FORETIER, J.—“Actions des champs électriques de hautes fréquences sur les tissus organisés”. *C. R. Académie des Sciences*, pág. 452, t. 129. 16 février, 1931.

SCHERESCHEWSKY, J. W.—“Physiological effects of high frequency”. *Public health reports*. 41/37. 10 September, 1926.

SCHERESCHEWSKY and ANDERSON.—“The action of currents of very high frequency upon a transportable fowl sarcoma”. *Public health reports*, vol. 43. April, 1928.

SCHLIEPHAKE, J.—“Recherches thérapeutiques sur les ondes courtes”. *Klinische Wochenschrift*, núm. 50. 1930.

SCHLIEPHAKE, E.—“Tiefenwirkungen im Organismus durch kurze elektrische Wellen”. *Zeitschrift f. Exp.*, XXVI. 212-64 p. Medizin, 1929.

SCHLIEPHAKE, E.—“Das elektrische Kurzwellenfeld in der Medizin”. *Funk*; Heft 46. 15 nov. Berlin. 1929.

SCHLIEPHAKE, E.—“Recherches thérapeutiques dans le champ des ondes électriques courtes”. *Klinische Wochenschrift*. 13 décembre, 1930.

SOILAND, A., and WARNER, A. H.—“Thermogenesis by radio frequency current. *Calif. and West. Med.*, 30: 1:44-46. Jan., 1929.

TRIEPIER, L.—“Oscillation à haute fréquence. Quelques effets biologiques”. *Journal des praticiens* 8. 20 décembre. Núm. 325. Paris, 1930.

WOODBURY, F. T.—“Therapy with High frequency Electro-Magnetic Energy”. *Physical Therapeutics*. January, 1929.