

El Voder fue el primer sintetizador de voz. Se inventó a partir de los circuitos del Vocoder que se describió en la revista *Antena 173* de septiembre de 2008. Homer W. Dudley fue el técnico de los laboratorios Bell encargado de desarrollar el proyecto. El Voder se expuso en el pabellón de Bell Telephone de la Feria de Nueva York de 1939 y San Francisco de 1940. Después de la Segunda Guerra Mundial, Bell realizó una gira europea con mostrando su funcionamiento. Tuvo gran acogida entre los músicos alemanes, muy interesados en los aparatos electrónicos que les ayudasen en sus creaciones musicales y planteamientos teóricos. En los años cincuenta cambiaron las teorías fonéticas y se inventaron otros sintetizadores de acuerdo con éstas. El artículo describe las distintas versiones del Voder y se comenta el ambiente social y tecnológico de las Ferias donde se presentó el aparato. Después de la Segunda Guerra Mundial se describen otras teorías fonéticas y sintetizadores de voz. Finaliza el artículo con la introducción a la música electrónica de Alemania donde el Voder tuvo influencia.

El Voder: El mundo del mañana

Luis Fernando Real Martín, *Ingeniero Técnico de Telecomunicación*
lrealmar@gmail.com

Era una voz; esto al menos quedaba claro. Era áspera y al mismo tiempo sibilante, muy parecido al chirrido de un insecto. Pero los sonidos que emitía estaban modelados de un modo que no se podían atribuir a un insecto. Evidentemente formaban palabras, sin vocales ni consonantes, pero que poseían inflexión y variaban de volumen y tono.

Los tres hombres y la muchacha que estaban en la sala de mandos la habían oído otras veces. Pero ahora advertían en ella una impresión de peligro, de amenaza, de insidioso afán de destrucción, que les heló la sangre.

«Próxima Centauri». Murray Leinster.
(en «La Edad de Oro de la Ciencia Ficción»)

El éxito del regenerador de voz, Vocoder, condujo a la creación de nuevos sintetizadores de voz. Uno de ellos, el Voder, que asombró al público en la Feria de Nueva York de 1939. En los años posteriores renovó la teoría de la fonética y revolucionó la música electrónica. ¿Cómo lo consiguió?, ¿qué peculiaridades tenía el Voder?

EL PRIMER SINTETIZADOR DE VOZ: EL VODER

El Vocoder, Figura 1, diseñado en 1939 por Homer W. Dudley en los Laboratorios Bell había sido un éxito, (ver «El Vocoder: la voz de la lluvia», Revista *Antena* n° 173, septiembre 2008). El siguiente reto era producir voz únicamente

a partir de una máquina y no regenerar la captada por un micrófono después de ser filtrada y ecualizada. Dudley dio ese paso con el proyecto Voder: *Voice Operating DEMonstratoR*.

¿Cómo funciona el Voder? La Figura 2, tomando circuitos del Vocoder, muestra la primera versión (descrita en la patente n° 2.121.142). Para la creación de los sonidos sonoros, en los que participan las cuerdas vocales produciendo el tono laríngeo, el «patrón de frecuencia» son los armónicos de un mutivibrador MV_0 . Para los sonidos sordos, el patrón sonoro es ruido térmico de una resistencia o un trío amplificado por *Ar*. Un pedal selecciona los patrones de frecuencia adecuados para generar el tono y los armónicos de cada sonido como el *pitch channel* del Vocoder. Los patrones se introducen

en varios filtros, F_1 a F_{10} , que constituyen las subbandas como en el Vocoder. Las señales de las subbandas son moduladas en AV_1 a AV_{10} por unos potenciómetros regulados por diez teclas. La suma final de las subbandas es la banda vocal completa de 7.500 Hz. El resultado es audible por el altavoz.

El operario, pisando el pedal y pulsando las teclas necesarias, con la presión y la duración adecuada producía los sonidos. No cabe duda, que la capacidad locuaz del aparato para emitir sonidos inteligibles sólo era posible por la destreza y habilidad del teclista, habiendo invertido muchas horas de prácticas.

La segunda versión del Voder, Figura 3, fue más simple (en la misma patente). Para los patrones de frecuencia utiliza un oscilador de relajación (*buzzer*) y un generador de ruido (*hisser*). La tecla T_e y el pedal seleccionan uno u otro. Las teclas de las subbandas se conectan a la salida de los filtros. El manejo es más sencillo con esta disposición. El control del volumen se realiza en el amplificador de salida: T_s regula suavemente la ganancia y T_v , por el contrario, lo hace brusca-mente; por ejemplo, para producir las consonantes oclusivas. La Figura 4 muestra el modelo simplificado del Voder que recoge muchos libros sobre fonética.

«EL MUNDO DE MAÑANA»

El éxito de Dudley y los Laboratorios Bell culminó con la presentación del Voder al público en los pabellones de AT&T en la Feria de Nueva York de 1939 y en la Feria Mundial de San Francisco de 1940.

El 30 de abril de 1939 abría sus puertas la Feria Mundial de Nueva York. Ubicada en Flushing Meadows Park, al norte del distrito de Queens. Tenía por lema «The world of tomorrow». Los edificios emblemáticos fueron el Trylon y la Perisphera. Simbolizaban, con su geometría perfecta y el blanco puro, la visión utópica de futuro, posible gracias a la industria y la tecnología. En el interior de la esfera se exponía un diorama titulado «Democracy» que el público veía caminando por una pasarela que lo circundaba. En las paredes interiores se proyectaban películas proféticas con buenos y felices trabajadores. Se creía que la ciencia y la tecnología traerían la

Patente n.º 2.121.142, primera versión del Voder.

prosperidad económica y libertad de las personas.

La feria era una verbena en la que el pueblo se ilusionaba mientras se recuperaba de la depresión económica de la década anterior a la vez que rehuía de la confusa tensión internacional. Entre los edificios de la Feria hay que destacar el excéntrico pabellón «Sueño de Venus», diseñado por Salvador Dalí. Provocativo y polémico para el puritano público americano.

Los expositores mostraban productos que promovían por un lado, el ocio y por

otro la eficacia de la automatización. Los nombres de las avenidas y plazas eran la Comunicación, la Energía, el Trabajo o los Pioneros. Los pabellones importantes fueron construidos por las grandes multinacionales tecnológicas como Radio Corporation of America (RCA), Westinghouse, Railroads Corporation o el «Futurama» de General Motors. Bell Telephone asombraba a los visitantes con el Voder, RCA con la «radio en imágenes» y Westinghouse con «Elektro», un robot que caminaba y hablaba. El tubo fluorescente, la película

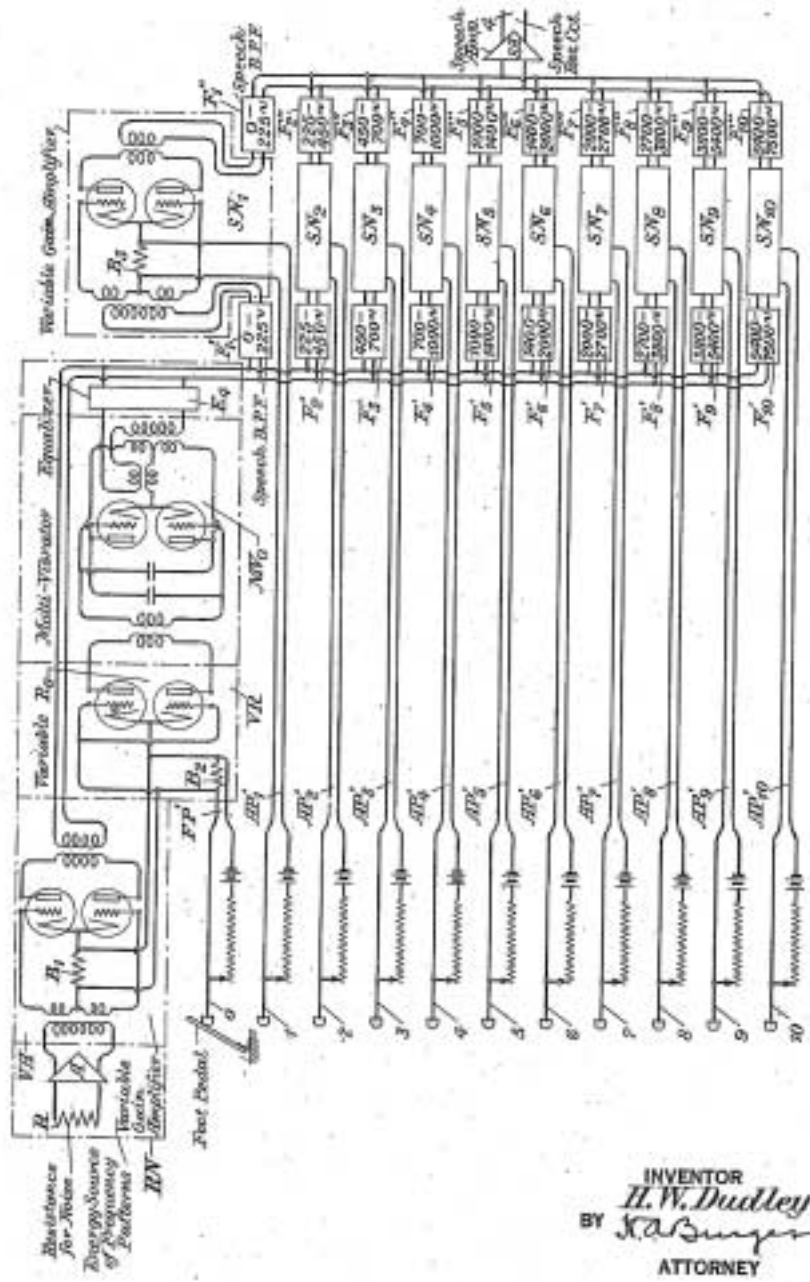


Fig. 4

INVENTOR
H. W. Dudley
BY K. A. Surgen
ATTORNEY

Kodachrome, el nylon o el plexiglás fueron otras de las novedades de esa feria.

La exposición de San Francisco fue muy diferente. Conocida como «Golden Gate International Exposition 1939-1940» en Treasure Island, en la bahía de San Francisco. Trató de acentuar la tranquilidad y el sosiego propios del clima de California con la construcción de jardines, estanques y paseos arbolados en contraste del tecnicismo y artificiosidad de la otra feria.

Esta exposición fue concebida como una plataforma para el encuentro entre los distintos países de la zona del Pacífico, cuyo emblema fue una escultura gigante denominada *Pacífica*. En esas fechas, Japón deseaba extender su dominio por el área del sureste asiático y Estados Unidos quería mantener buenas relaciones con aquellos países previendo lo que iba ocurrir. En 1940 Japón invadió la Indochina francesa y se alió con Alemania e Italia. Al año siguiente, en diciembre de 1941, estalló la guerra en el Pacífico con el bombardeo de Pearl Harbor. Se acabaron los tiempos de sueños y diversión que mostraron estas ferias y los americanos se sumergieron en el dolor de la guerra.

EL «VODER» GENERADOR DE FONEMAS

En las dos versiones descritas anteriormente, los sonidos que emitía el Voder dependían del entrenamiento y destreza de los operarios. Dudley deseaba un aparato que hablase del mismo modo que un texto se impresiona con la máquina de escribir. Las teclas emitirían los sonidos del Alfabeto Fonético Internacional, AFI. Esta sería la tercera versión del Voder, ver Figura 6.

Para conseguir el nuevo sintetizador Voder, Dudley necesitó modificar el Vocoder. En las salidas de los filtros del analizador del Vocoder (ver «El Vocoder...» en la Revista *Antena* nº 173) conectó unas plumillas que se deslizaban sobre un rollo de papel graduado movido por un motor eléctrico, Figura 5 (pat. Nº 2.181.265). Este espectrógrafo sirvió para dibujar la evolución de la energía de los fonemas en cada subbanda. Con estas imágenes, utilizadas como plantillas, podría calcular las respuestas de

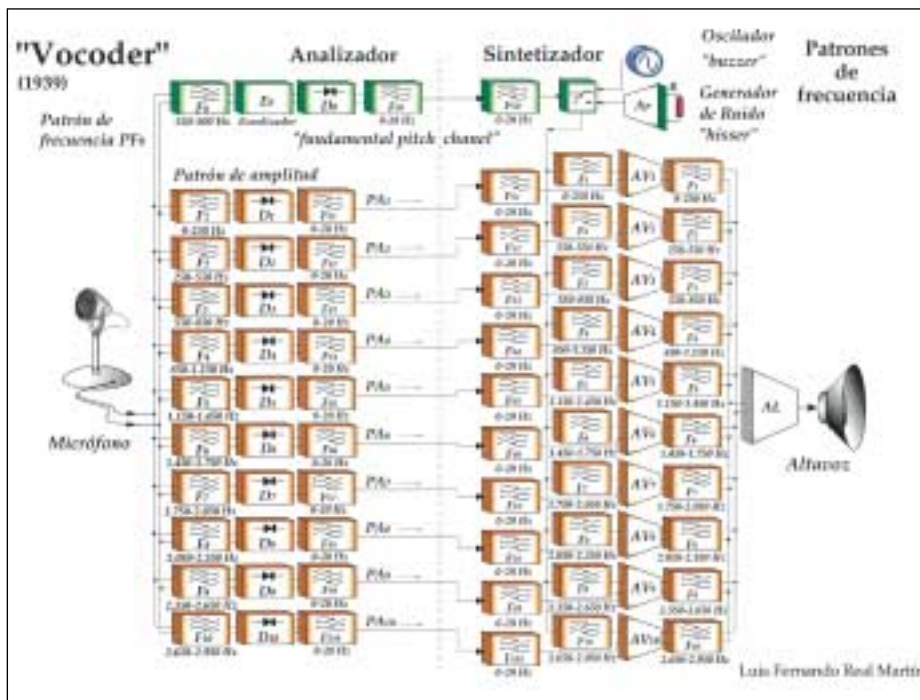


Figura 1. Vocoder, 1939.

nuevos filtros y ecualizadores para recrear cada fonema individualmente. Dudley sólo tenía que idear unos mecanismos capaces de «dibujar» eléctricamente estas gráficas.

El tercer Voder es electromecánico (pat. Nº 2.194.298). Cada tecla pulsada mueve una varilla que empuja a otras va-

rillas transversales. El empuje depende de cómo se inserte la primera en las muescas que tienen las segundas, Figura 7. Las varillas trasversales actúan sobre unos potenciómetros. Según cuáles varillas trasversales tengan muescas y cómo sean sus formas, así será el deslizamiento de los potenciómetros. La respuesta de

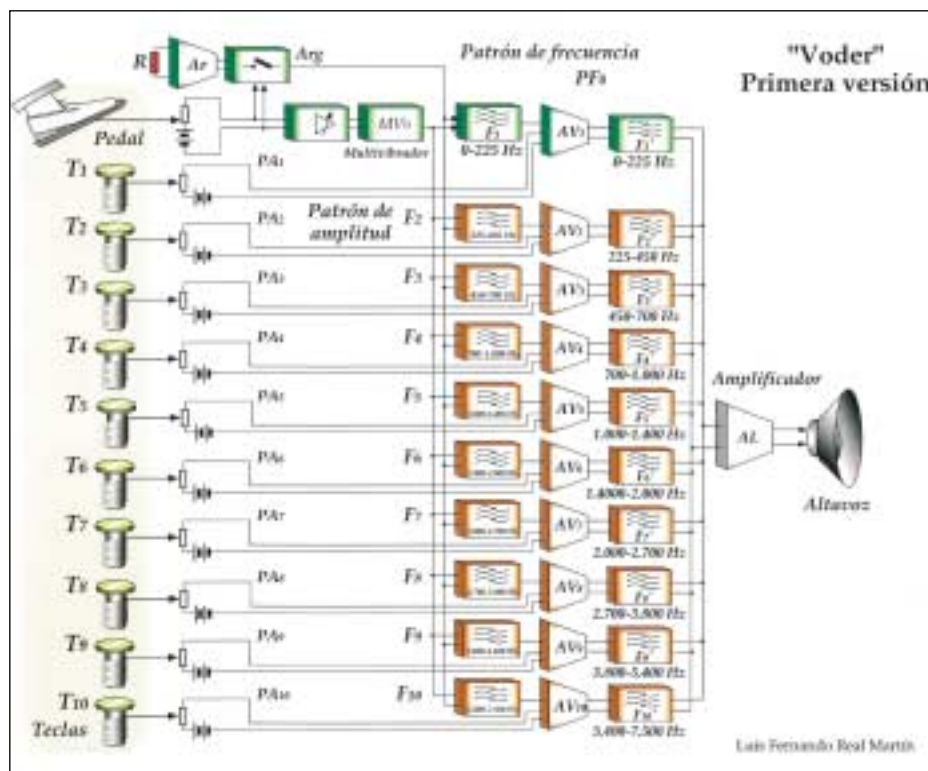


Figura 2. Voder primera versión, 1938.

cada filtro en cada tecla crea un perfil similar al dibujado por el espectrógrafo. La Figura 8, muestra el sonido «t».

ESPECTÓGRAFOS Y SONÓGRAFOS

En los cincuenta surgieron nuevos centros de investigación. Los laboratorios Haskins de Nueva York diseñaron un sintetizador denominado «Pattern Playback». Era capaz de reproducir los sonidos de la imagen de un espectrograma dibujado sobre una cinta de celuloide transparente que se deslizaba bajo una célula fotoeléctrica. Convertía las manchas en sonidos. La manipulación de sonogramas con dibujos facilitó la experimentación fonética y sonora. Los resultados de estas investigaciones y experimentos fueron más completos y precisos que los conseguidos por Dudley con sus aparatos.

Sintetizadores de formantes

En los años cincuenta, los descubrimientos fisiológicos sustituyeron la teoría fonética articuladora por la teoría de formantes o fonética acústica. Ésta pone de manifiesto la importancia de la forma y volumen del tracto bucal como una cavidad con cualidades resonantes. La fuente sonora son las cuerdas vocales y las cavidades supraglótidas: la faringe, la

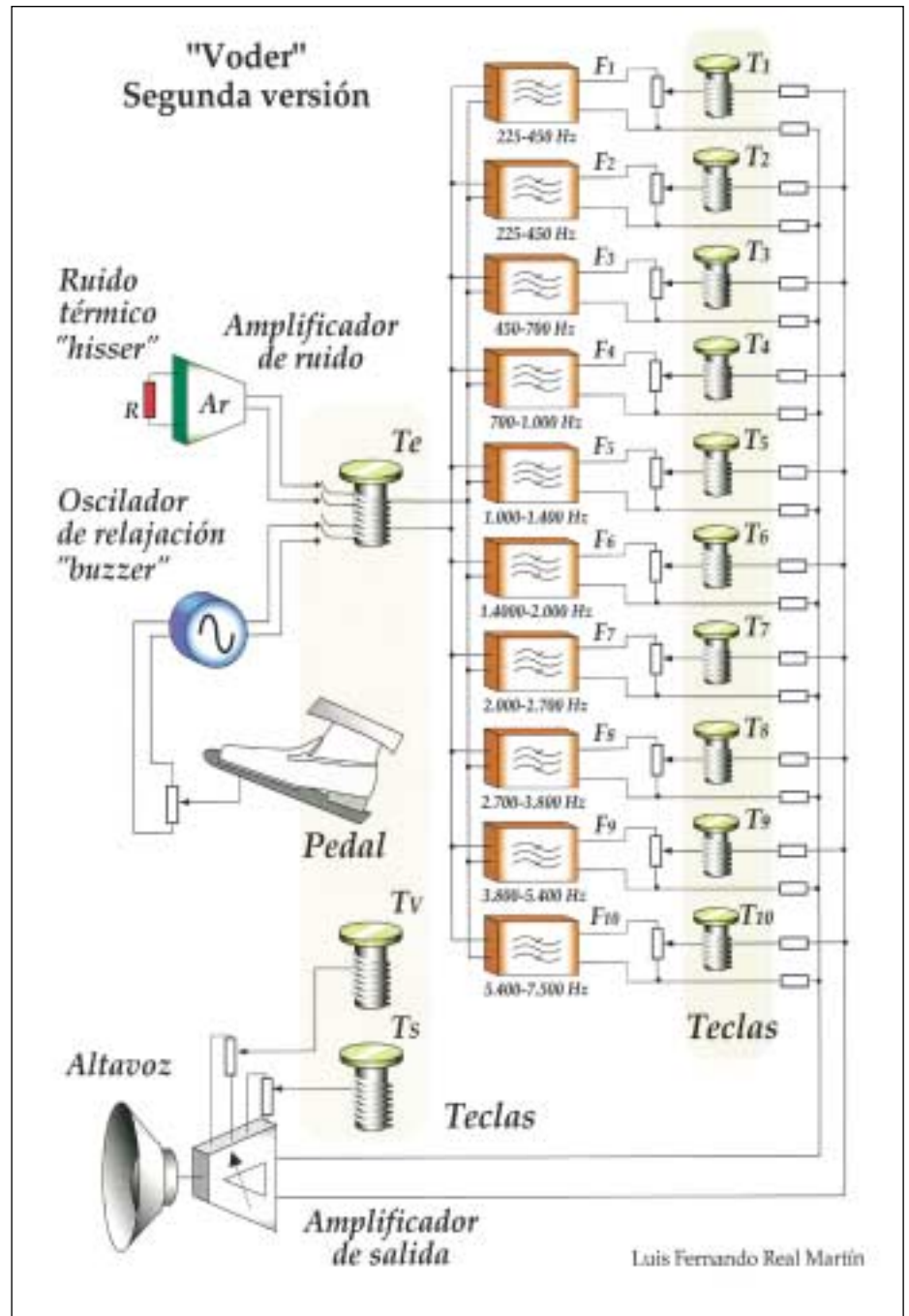


Figura 3. Voder segunda versión, 1938.



«Voder». Cortesía del archivo fotográfico del Science Service de Smithsonian Institution

cavidad bucal y la nasal se comportan como un tubo resonante.

Los sintetizadores de formantes más interesantes fueron el PAT (Parametric Artificial Talker) de la Universidad de Edimburgo y el OVE II (Orator Verbis Electris-II) del Royal Institute of Technology de Estocolmo. Los estudios de Carl Gunnar Fant sobre los formantes que realizó en el instituto de la capital sueca, le llevó a establecer un nuevo modelo eléctrico del órgano fonador humano que sustituyó al anterior modelo de Fletcher (Ver «El Vocoder ...» en la Revista Antena nº 173).

Al otro lado del Atlántico, se intensificaron las investigaciones en el MIT con nuevos planteamientos teóricos y herramientas tecnológicas. La fonética generativa de Roman Jakobson, Morris Halle y Carl G. Fant evolucionaría hacia la teoría de la gramática generativa de Noam Chomsky y Morris Halle en 1968.

Estos sintetizadores con ecualizadores se denominan «articulatorios» o «paramétricos» porque se basan en la alteración de parámetros como el tono, la amplitud o los armónicos. Producen ondas que suenan como la voz. Otras líneas de investigación se centran en conse-

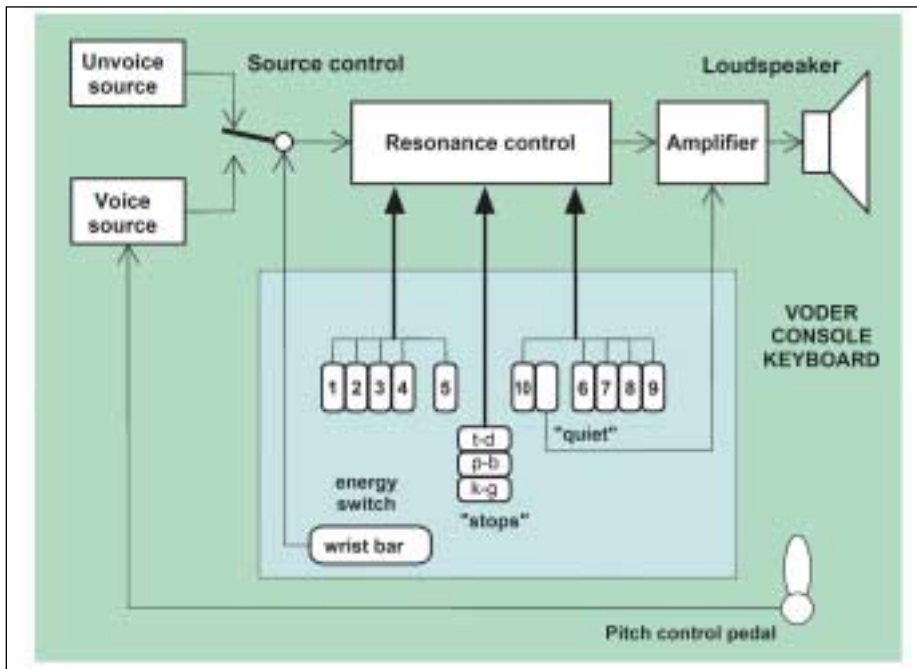


Figura 4. Modelo simplificado de Voder (según D. Klatt, 1987).



Artículo sobre el «Voder» en la revista Science News Letter en enero de 1939. Cortesía del archivo fotográfico del Science Service de Smithsonian Institution.

guir la síntesis natural de la voz, conocida como síntesis «por la regla». El confuso término «regla» desde el punto de vista fonético, explica el profesor Llisterri, se refiere al conjunto de reglas para articular los sonidos y las modificaciones contextuales necesarias para que su percepción se entienda como el habla. La aplicación más importante de es-

te modelo de síntesis es la conversión de textos en voz.

El uso de la tecnología electrónica en el campo vocal, es tan extenso y variado como lo son sus diversos ámbitos de aplicación: análisis, modelado, síntesis, codificación, reconocimiento, etc. El método de síntesis elegido depende del fin a la que se destina el resultado.

EL VOCODER Y EL VODER EN LA MÚSICA ELECTRÓNICA

Las capacidades musicales del Voder y del Vocoder para «cantar» fueron manifestadas por Dudley desde su invención en 1937. Después de la guerra, los Laborato-

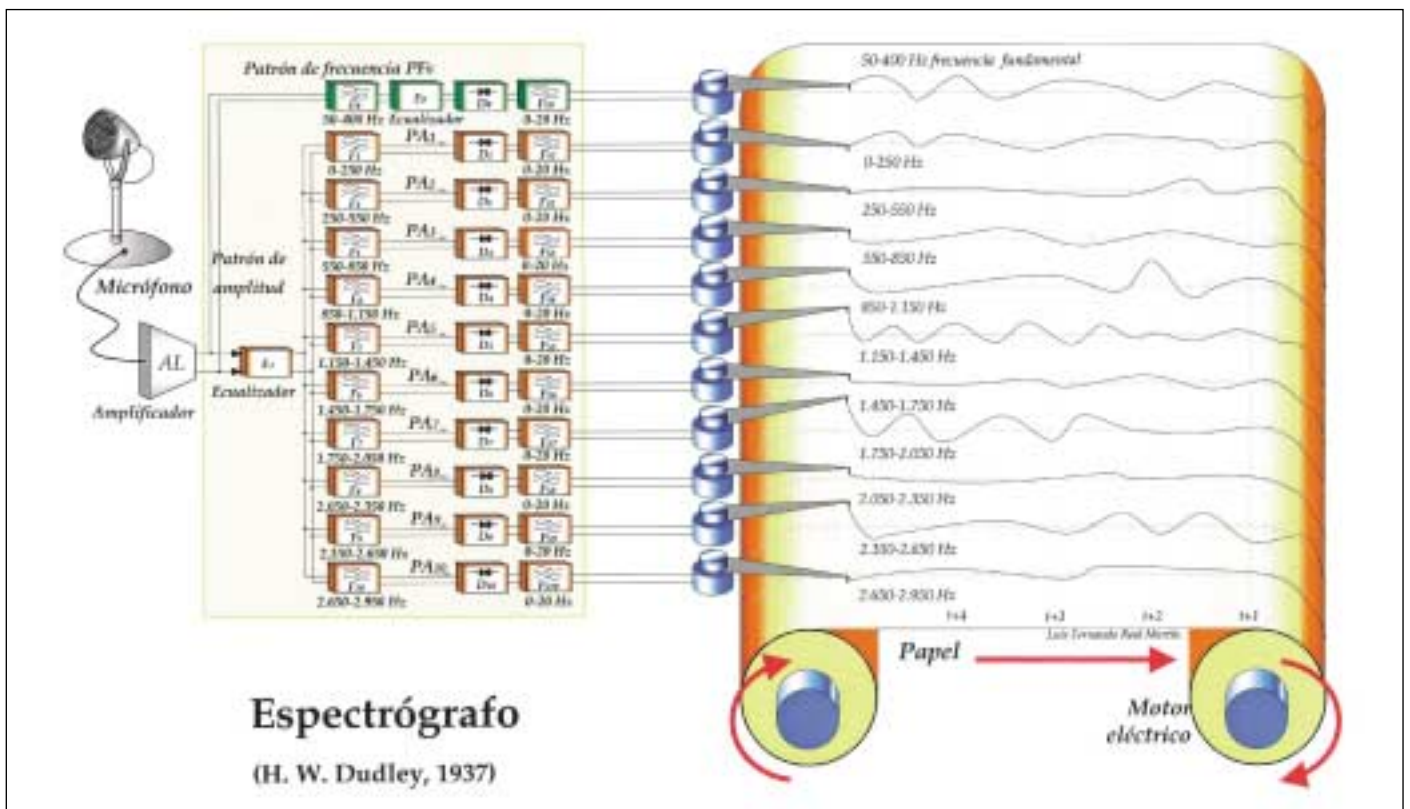


Figura 5. Espectrógrafo de H. Dudley, 1937.

rios Bell promocionaron una gira por Europa para mostrar estos sintetizadores. En 1948, en Alemania, Dudley se entrevistó con Werner Meyer-Eppler, director del Institut für Kommunikationsforschung und Phonetik de la Universidad de Bonn. Meyer mostró mucho interés por las capacidades «líricas» del Vocoder. El habla y el canto ya podrían ser recreadas artificialmente como se había conseguido con otros instrumentos musicales. Las experiencias de Meyer con los aparatos electrónicos le llevaron a publicar el ensayo *Elektrische klangerzeugung (Generación electrónica de sonidos)* en 1949 y a efectuar demostraciones en los auditorios. En la ciudad de Detmold coincidió con Robert Beyer y Herbert Eimert, interesados en la nueva formulación, todavía teórica, de la música y la composición con la tecnología electrónica. En 1951 Eimert fundó Studio für Elektronische Musik, el movimiento alemán de música electrónica, y en 1953, consiguieron el soporte técnico de Radio Colonia. El foco creador alemán se convertía en uno de los principales centros de investigación de música electrónica junto con los de Radio Francia (París) y Radio Italia (Milán); aunque cada uno de estos centros divergía en los objetivos de sus estudios musicales y búsquedas estéticas.

El grupo alemán, durante los primeros años, investigó las posibilidades de la tecnología para conseguir la expresión sonora pura; es decir, sin las imperfecciones y subjetividades «humanas» de la instrumentación tradicional. Para conseguir esta pureza partían del análisis de los soni-

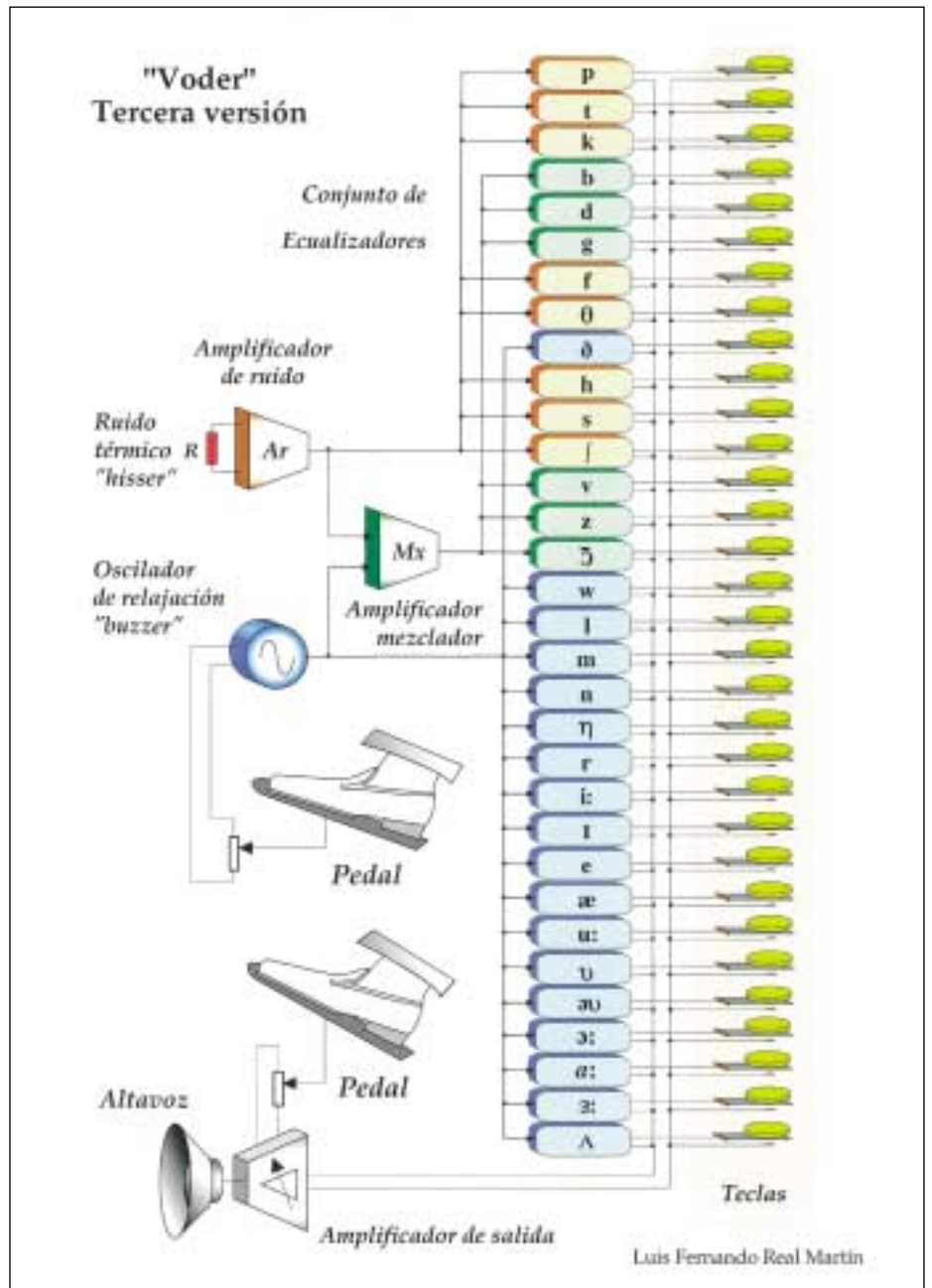


Figura 6. Voder tercera versión, 1939.

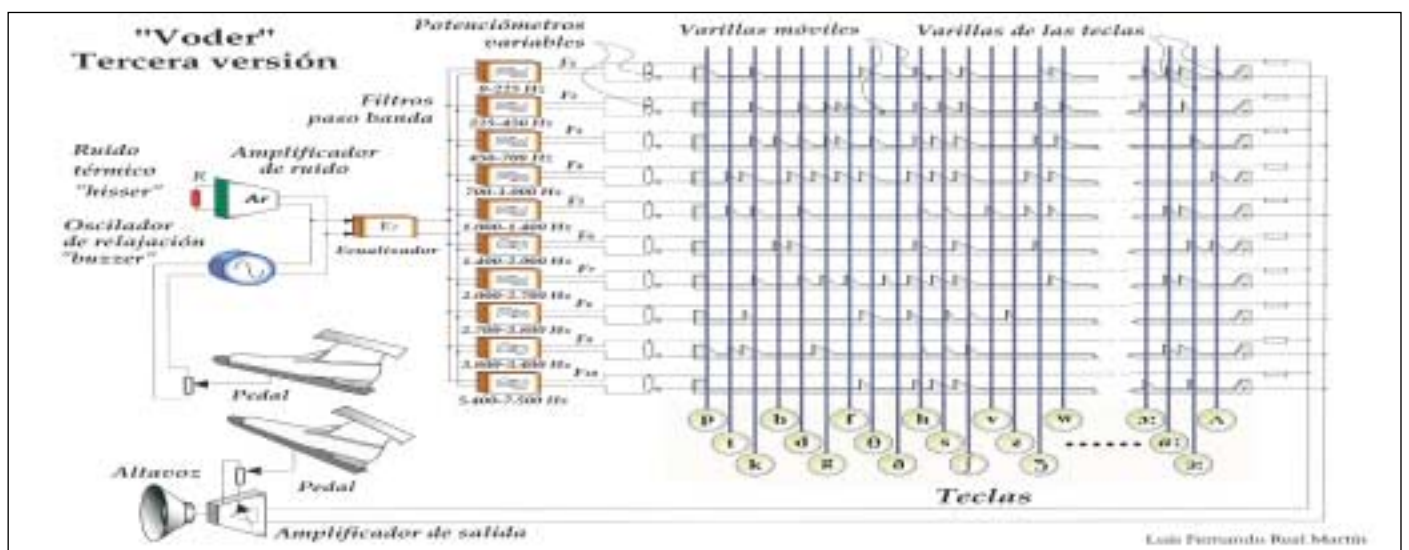


Figura 7. Detalles de la tercera versión Voder.

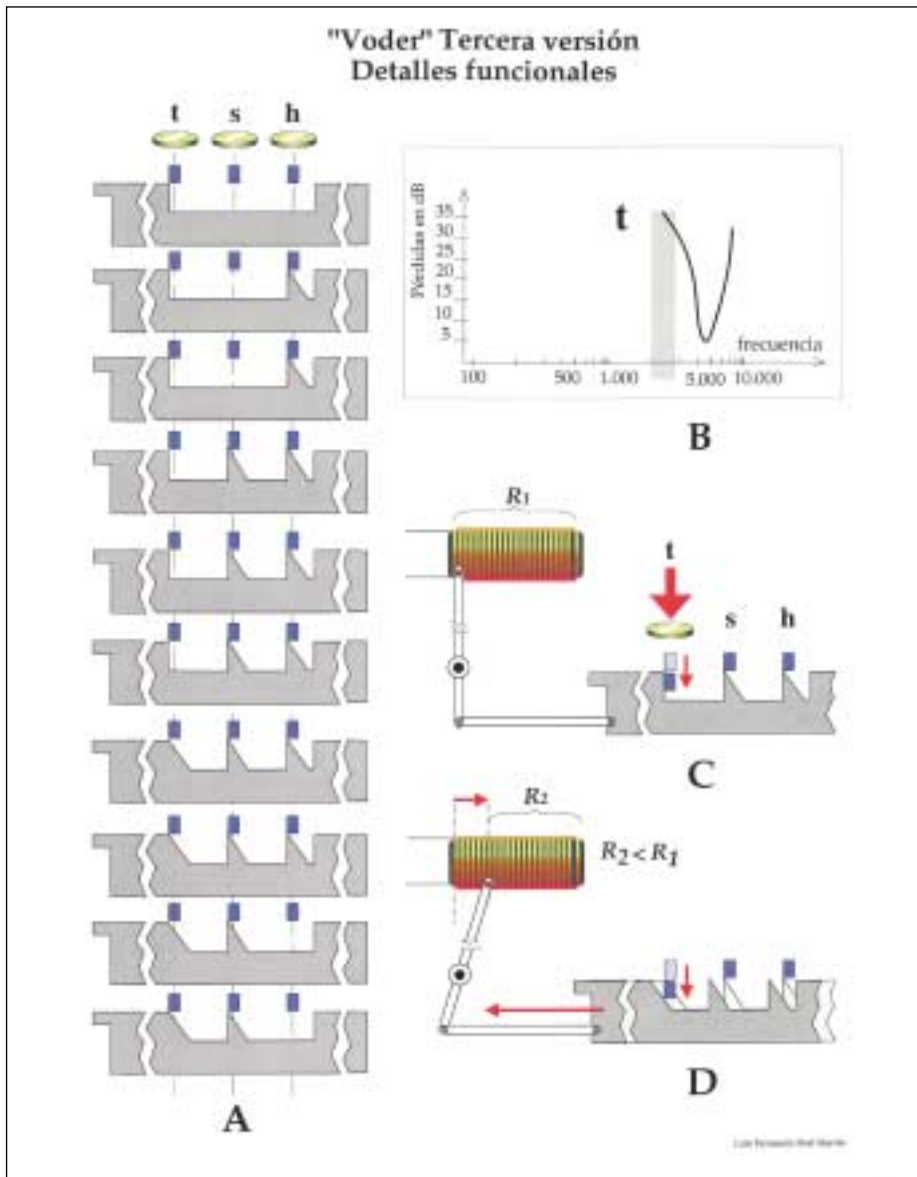


Figura 8. Detalles de la tercera versión Voder.

dos y del control de todas sus cualidades y características: tono, ritmo, timbre, etc. y a partir de ellas, controlar todos los elementos musicales de la composición. Las composiciones musicales fueron «sintéticas». La obra era el resultado de la adición cuantitativa y cualitativa de cada uno de los elementos. Pronto abandonaron esta tendencia sintética, pero los resultados conceptuales y teóricos fueron muy importantes para las propuestas musicales posteriores e influyeron decisivamente en la inclusión de instrumentos y aparatos electrónicos en las composiciones.

Sería interesante redescubrir cómo el Voder y el Vocoder influyeron en los postulados teóricos de aquellos músicos y en cuáles obras musicales participaron. Por el contrario, es más fácil de encontrar los diseños de H. Dudley en los equipos de comunicaciones militares de la Segunda Guerra Mundial. ●

Referencias

AT&T. <http://www.att.com/history/index.html>

BELL SYSTEM. <http://www.bellsystemmemorial.com/about.html>

BELL TELEPHONE LABORATORIES.

<http://www.bell-labs.com/about/history/index.html>

DUDLEY, Homer W. Estados Unidos patente núm. 2.243.089. «System for the artificial production of vocal or other sounds». Asignada a Bell Telephone Laboratories, Nueva York, Nueva York. Solicitud: 13 mayo 1939. Pública: 27 mayo 1941.

DUDLEY, Homer W. Estados Unidos patente núm. 2.121.142. «System for the artificial production of vocal or other sounds». Asignada a Bell Telephone Laboratories, Nueva York, Nueva York. Solicitud 7 abril 1937. Pública: 21 junio 1938.

DUDLEY, Homer W. Estados Unidos patente núm. 2.194.298. «System for the artificial production of vocal or other sounds». Asignada a Bell Telephone Laboratories, Nueva York, Nueva York. Solicitud: 23 diciembre 1937. Pública: 19 marzo 1940.

EIMERT, Herbert y otros. *¿Qué es la música electrónica?*. Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires, Argentina, 1973.

FLETCHER, Harvey. *Speech and hearing*. Ed. D. Van Nostrand Co. Nueva York, 1929.

Laboratorios HASKINS. <http://www.haskins.yale.edu/>

LANZA, Andrea. *Historia de la música Vol.12. El siglo XX. Tercera parte*. Colección Turner Música. Ed. Turner S.A. Madrid 1980.

LLISTERRI, Joaquim «La síntesis del habla: estado de la cuestión». *Boletín de la Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural*. Boletín nº 6, 1988, páginas: 17-42. (www.sepln.org). Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics Universitat d'Alacant. http://liceu.uab.es/~joaquim/publicacions/Tutorial_SEPLN/3.2.1

MARTINEZ Celdrán, E. *Fonética*. Editorial Teide, Barcelona 1994.

REAL Martín, Luis Fernando. «El Vocoder: la voz de la lluvia». *Revista Antena*. Nº 173, Septiembre 2008. Ed. Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación. (www.coitt.es)

SUNDBERG, Johan. «La acústica del canto.» *Investigación y Ciencia*. Nº 8, mayo de 1977. Ediciones. Prensa Científica. Barcelona.

Creamos Tecnología

en Telecomunic@ciones

Televés



Llevamos más de 40 años
desarrollando producto

para la captación y distribución
de señales de televisión

adaptándonos a las nuevas tecnologías
y participando en proyectos europeos

**para el desarrollo de las
Telecomunicaciones del Futuro**

Televés

Televés