

Flujos compresibles

El interés por los flujos compresibles comenzó con el desarrollo de las turbinas de vapor por el inventor británico Charles Algernon Parsons y el ingeniero sueco Carl Gustaf Patrik de Laval durante la década de 1880. En esos mecanismos se descubrió por primera vez el flujo rápido de vapor a través de tubos, y la necesidad de un diseño eficiente de turbinas llevó a una mejora del análisis de los flujos compresibles. Pero los avances modernos tuvieron que esperar al estímulo que supuso el desarrollo de la turbina de combustión y la propulsión a chorro en la década de 1930. El interés por los flujos de alta velocidad sobre superficies surgió de forma temprana en los estudios de balística, donde se necesitaba comprender el movimiento de los proyectiles. Los avances más importantes comenzaron hacia el final del siglo XIX, con Prandtl y sus discípulos, entre otros, y crecieron con la introducción de los aviones de alta velocidad y los cohetes en la II Guerra Mundial.

Uno de los principios básicos del flujo compresible es que la densidad de un gas cambia cuando el gas se ve sometido a grandes cambios de velocidad y presión. Al mismo tiempo, su temperatura también cambia, lo que lleva a problemas de análisis más complejos. El comportamiento de flujo de un gas compresible depende de si la velocidad de flujo es mayor o menor que la velocidad del sonido. El sonido es la propagación de una pequeña perturbación, u onda de presión, dentro de un fluido. Para un gas, la velocidad del sonido es proporcional a la raíz cuadrada de su temperatura absoluta. La velocidad del sonido en el aire a 20 °C (293 kelvins en la escala absoluta), es de unos 344 metros por segundo. Si la velocidad de flujo es menor que la velocidad del sonido (flujo subsónico), las ondas de presión pueden transmitirse a través de todo el fluido y así adaptar el flujo que se dirige hacia un objeto. Por tanto, el flujo subsónico que se dirige hacia el ala de un avión se ajustará con cierta distancia de antelación para fluir suavemente sobre la superficie. En el flujo supersónico, las ondas de presión no pueden viajar corriente arriba para adaptar el flujo. Por ello, el aire que se dirige hacia el ala de un avión en vuelo supersónico no está preparado para la perturbación que va a causar el ala y tiene que cambiar de dirección repentinamente en la proximidad del ala, lo que conlleva una compresión intensa u onda de choque. El ruido asociado con el paso de esta onda de choque sobre los observadores situados en tierra constituye el estampido sónico de los aviones supersónicos. Frecuentemente se identifican los flujos supersónicos por su número de Mach, que es el cociente entre la velocidad de flujo y la velocidad del sonido. Por tanto, los flujos supersónicos tienen un número de Mach superior a 1.

Circuito eléctrico

1. INTRODUCCIÓN **Circuito eléctrico**, trayecto o ruta de una corriente eléctrica. El término se utiliza principalmente para definir un trayecto continuo compuesto por conductores y dispositivos conductores, que incluye una fuente de fuerza electromotriz que transporta la corriente por el circuito. Un circuito de este tipo se denomina circuito cerrado, y aquéllos en los que el trayecto no es continuo se denominan abiertos. Un cortocircuito es un circuito en el que se efectúa una conexión directa, sin resistencia, inductancia ni capacitancia apreciables, entre los terminales de la fuente de fuerza electromotriz.

2. LEY DE OHM

La corriente fluye por un circuito eléctrico siguiendo varias leyes definidas. La ley básica del flujo de la corriente es la ley de Ohm, así llamada en honor a su descubridor, el físico alemán Georg Ohm. Según la ley de Ohm, la cantidad de corriente que fluye por un circuito formado por resistencias puras es directamente proporcional a la fuerza electromotriz aplicada al circuito, e inversamente proporcional a la resistencia total del circuito. Esta ley suele expresarse mediante la fórmula $I = V/R$, siendo I la intensidad de corriente en amperios, V la fuerza electromotriz en voltios y R la resistencia en ohmios. La ley de Ohm se aplica a todos los circuitos eléctricos, tanto a los de corriente continua (CC) como a los de corriente alterna (CA), aunque

para el análisis de circuitos complejos y circuitos de CA deben emplearse principios adicionales que incluyen inductancias y capacitancias.

Un circuito en serie es aquél en que los dispositivos o elementos del circuito están dispuestos de tal manera que la totalidad de la corriente pasa a través de cada elemento sin división ni derivación en circuitos paralelos.

Cuando en un circuito hay dos o más resistencias en serie, la resistencia total se calcula sumando los valores de dichas resistencias. Si las resistencias están en paralelo, el valor total de la resistencia del circuito se obtiene mediante la fórmula

$$R_{\text{total}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

En un circuito en paralelo los dispositivos eléctricos, por ejemplo las lámparas incandescentes o las celdas de una batería, están dispuestos de manera que todos los polos, electrodos y terminales positivos (+) se unen en un único conductor, y todos los negativos (-) en otro, de forma que cada unidad se encuentra, en realidad, en una derivación paralela. El valor de dos resistencias iguales en paralelo es igual a la mitad del valor de las resistencias componentes y, en cada caso, el valor de las resistencias en paralelo es menor que el valor de la más pequeña de cada una de las resistencias implicadas. En los circuitos de CA, o circuitos de corrientes variables, deben considerarse otros componentes del circuito además de la resistencia.

3. LEYES DE KIRCHHOFF

Si un circuito tiene un número de derivaciones interconectadas, es necesario aplicar otras dos leyes para obtener el flujo de corriente que recorre las distintas derivaciones. Estas leyes, descubiertas por el físico alemán Gustav Robert Kirchhoff, son conocidas como las leyes de Kirchhoff. La primera, la ley de los nudos, enuncia que en cualquier unión en un circuito a través del cual fluye una corriente constante, la suma de las intensidades que llegan a un nudo es igual a la suma de las intensidades que salen del mismo. La segunda ley, la ley de las mallas afirma que, comenzando por cualquier punto de una red y siguiendo cualquier trayecto cerrado de vuelta al punto inicial, la suma neta de las fuerzas electromotrices halladas será igual a la suma neta de los productos de las resistencias halladas y de las intensidades que fluyen a través de ellas. Esta segunda ley es sencillamente una ampliación de la ley de Ohm.

4. IMPEDANCIA

La aplicación de la ley de Ohm a los circuitos en los que existe una corriente alterna se complica por el hecho de que siempre estarán presentes la capacitancia y la inductancia. La inductancia hace que el valor máximo de una corriente alterna sea menor que el valor máximo de la tensión; la capacitancia hace que el valor máximo de la tensión sea menor que el valor máximo de la corriente. La capacitancia y la inductancia inhiben el flujo de corriente alterna y deben tomarse en cuenta al calcularlo. La intensidad de corriente en los circuitos de CA puede determinarse gráficamente mediante vectores o con la ecuación algebraica

$$I = \frac{\varepsilon}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2}}$$

en la que L es la inductancia, C la capacitancia y f la frecuencia de la corriente. El valor obtenido en el denominador de la fracción se denomina impedancia del circuito y suele representarse por la letra Z . Por consiguiente, la ley de Ohm para los circuitos integrados suele expresarse por la ecuación sencilla $I = \varepsilon / Z$.

Circuito impreso, circuito eléctrico fabricado depositando material conductor sobre la superficie de una base aislante denominada placa de circuito impreso (PCB). En este tipo de circuitos, el cableado usado en circuitos tradicionales se sustituye por una red de finas líneas conductoras, impresas y unidas sobre el PCB. Pueden introducirse dentro del circuito otros elementos, como transistores, resistencias, condensadores e inductores, mediante la impresión o el montaje de estos sobre la placa, para modificar el flujo de corriente. Véase Electricidad; Electrónica; Aislante; Microprocesador.

Los circuitos impresos fueron desarrollados durante la II Guerra Mundial, para su uso en detectores de proximidad para proyectiles de artillería. Desde entonces los circuitos impresos se han utilizado en aparatos de comunicaciones, como receptores de televisión y radio, radares, audífonos, computadoras e instrumentos de misiles dirigidos y aeronaves.

Circuito integrado, pequeño circuito electrónico utilizado para realizar una función electrónica específica, como la amplificación. Se combina por lo general con otros componentes para formar un sistema más complejo y se fabrica mediante la difusión de impurezas en silicio monocristalino, que sirve como material semiconductor, o mediante la soldadura del silicio con un haz de flujo de electrones. Varios cientos de circuitos integrados idénticos se fabrican a la vez sobre una oblea de pocos centímetros de diámetro. Esta oblea a continuación se corta en circuitos integrados individuales denominados chips. En la integración a gran escala (LSI, acrónimo de Large-Scale Integration) se combinan aproximadamente 5.000 elementos, como resistencias y transistores, en un cuadrado de silicio que mide aproximadamente 1,3 cm de lado. Cientos de estos circuitos integrados pueden colocarse en una oblea de silicio de 8 a 15 cm de diámetro. La integración a mayor escala puede producir un chip de silicio con millones de elementos. Los elementos individuales de un chip se interconectan con películas finas de metal o de material semiconductor aisladas del resto del circuito por capas dieléctricas. Para interconectarlos con otros circuitos o componentes, los chips se montan en cápsulas que contienen conductores eléctricos externos. De esta forma se facilita su inserción en placas. Durante los últimos años la capacidad funcional de los circuitos integrados ha ido en aumento de forma constante, y el coste de las funciones que realizan ha disminuido igualmente. Esto ha producido cambios revolucionarios en la fabricación de equipamientos electrónicos, que han ganado enormemente en capacidad funcional y en fiabilidad. También se ha conseguido reducir el tamaño de los equipos y disminuir su complejidad física y su consumo de energía. La tecnología de los ordenadores o computadoras se ha beneficiado especialmente de todo ello. Las funciones lógicas y aritméticas de una computadora pequeña pueden realizarse en la actualidad mediante un único chip con integración a escala muy grande (VLSI, acrónimo de Very Large Scale Integration) llamado microprocesador, y todas las funciones lógicas, aritméticas y de memoria de una computadora, pueden almacenarse en una única placa de circuito impreso, o incluso en un único chip. Un dispositivo así se denomina microordenador o microcomputadora.

En electrónica de consumo, los circuitos integrados han hecho posible el desarrollo de muchos nuevos productos, como computadoras y calculadoras personales, relojes digitales y videojuegos. Se han utilizado también para mejorar y rebajar el coste de muchos productos existentes, como los televisores, los receptores de radio y los equipos de alta fidelidad. Su uso está muy extendido en la industria, la medicina, el control de tráfico (tanto aéreo como terrestre), control medioambiental y comunicaciones.

Placa de circuito impreso

Placa de circuito impreso, en informática, placa lisa de material aislante, por ejemplo plástico o fibra de vidrio, sobre la que se montan chips y otros componentes electrónicos, generalmente en orificios previamente taladrados para ello. Los componentes de una placa de circuito impreso, y más concretamente los orificios para ellos, están conectados eléctricamente mediante pistas de metal conductor definidas con anterioridad e impresas sobre la superficie de la placa. Las puntas metálicas que sobresalen de los componentes electrónicos se sueldan a las pistas metálicas conductoras formando las conexiones. Las placas de circuito impreso deben tomarse por los bordes y protegerse de la suciedad y la electricidad estática para evitar que se dañen. Véase Circuito integrado.

Electrónica

1. INTRODUCCIÓN **Electrónica**, campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción y almacenamiento de información. Esta información puede consistir en voz o música (señales de voz) en un receptor de radio, en una imagen en una pantalla de televisión, o en números u otros datos en un ordenador o computadora.

Los circuitos electrónicos ofrecen diferentes funciones para procesar esta información, incluyendo la amplificación de señales débiles hasta un nivel utilizable; la generación de ondas de radio; la extracción de información, como por ejemplo la recuperación de la señal de sonido de una onda de radio (demodulación); el control, como en el caso de la superposición de una señal de sonido a ondas de radio (modulación), y operaciones lógicas, como los procesos electrónicos que tienen lugar en las computadoras.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La introducción de los tubos de vacío a comienzos del siglo XX propició el rápido crecimiento de la electrónica moderna. Con estos dispositivos se hizo posible la manipulación de señales, algo que no podía realizarse en los antiguos circuitos telegráficos y telefónicos, ni con los primeros transmisores que utilizaban chispas de alta tensión para generar ondas de radio. Por ejemplo, con los tubos de vacío se pudieron amplificar las señales de radio y de sonido débiles, y además podían superponerse señales de sonido a las ondas de radio. El desarrollo de una amplia variedad de tubos, diseñados para funciones especializadas, posibilitó el rápido avance de la tecnología de comunicación radial antes de la II Guerra Mundial, y el desarrollo de las primeras computadoras, durante la guerra y poco después de ella.

Hoy día, el transistor, inventado en 1948, ha reemplazado casi completamente al tubo de vacío en la mayoría de sus aplicaciones. Al incorporar un conjunto de materiales semiconductores y contactos eléctricos, el transistor permite las mismas funciones que el tubo de vacío, pero con un coste, peso y potencia más bajos, y una mayor fiabilidad. Los progresos subsiguientes en la tecnología de semiconductores, atribuible en parte a la intensidad de las investigaciones asociadas con la iniciativa de exploración del espacio, llevó al desarrollo, en la década de 1970, del circuito integrado. Estos dispositivos pueden contener centenares de miles de transistores en un pequeño trozo de material, permitiendo la construcción de circuitos electrónicos complejos, como los de los microordenadores o microcomputadoras, equipos de sonido y vídeo, y satélites de comunicaciones.

3. COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Los circuitos electrónicos constan de componentes electrónicos interconectados. Estos componentes se clasifican en dos categorías: activos o pasivos. Entre los pasivos se incluyen los reóstatos, los condensadores y los inductores. Los considerados activos incluyen las baterías (o pilas), los generadores, los tubos de vacío y los transistores.

3.1. Tubos de vacío

Un tubo de vacío consiste en una cápsula de vidrio de la que se ha extraído el aire, y que lleva en su interior varios electrodos metálicos. Un tubo sencillo de dos elementos (diodo) está formado por un cátodo y un ánodo, este último conectado al terminal positivo de una fuente de alimentación. El cátodo (un pequeño tubo metálico que se calienta mediante un filamento) libera electrones que migran hacia él (un cilindro metálico en torno al cátodo, también llamado placa). Si se aplica una tensión alterna al ánodo, los electrones sólo fluirán hacia el ánodo durante el semiciclo positivo; durante el ciclo negativo de la tensión alterna, el ánodo repele los electrones, impidiendo que cualquier corriente pase a través del tubo. Los diodos conectados de tal manera que sólo permiten los semiciclos positivos de una corriente alterna (c.a.) se denominan tubos rectificadores y se emplean en la conversión de corriente alterna a corriente continua (c.c.) (véase Electricidad). Al insertar una rejilla, formada por un hilo metálico en espiral, entre el cátodo y el ánodo, y aplicando una tensión

negativa a dicha rejilla, es posible controlar el flujo de electrones. Si la rejilla es negativa, los repele y sólo una pequeña fracción de los electrones emitidos por el cátodo puede llegar al ánodo. Este tipo de tubo, denominado triodo, se puede utilizar como amplificador. Las pequeñas variaciones de la tensión que se producen en la rejilla, como las generadas por una señal de radio o de sonido, pueden provocar grandes variaciones en el flujo de electrones desde el cátodo hacia el ánodo y, en consecuencia, en el sistema de circuitos conectado al ánodo.

3.2. Transistores

Los transistores se componen de semiconductores. Se trata de materiales, como el silicio o el germanio, dopados (es decir, se les han incrustado pequeñas cantidades de materias extrañas), de manera que se produce un exceso o una carencia de electrones libres. En el primer caso, se dice que el semiconductor es del tipo *n*, y en el segundo, que es del tipo *p*. Combinando materiales del tipo *n* y del tipo *p* se puede producir un diodo. Cuando éste se conecta a una batería de manera tal que el material tipo *p* es positivo y el material tipo *n* es negativo, los electrones son repelidos desde el terminal negativo de la batería y pasan, sin ningún obstáculo, a la región *p*, que carece de electrones. Con la batería invertida, los electrones que llegan al material *p* pueden pasar sólo con muchas dificultades hacia el material *n*, que ya está lleno de electrones libres, en cuyo caso la corriente es prácticamente cero.

El transistor bipolar fue inventado en 1948 para sustituir al tubo de vacío triodo. Está formado por tres capas de material dopado, que forman dos uniones *pn* (bipolares) con configuraciones *pnp* o *npn*. Una unión está conectada a la batería para permitir el flujo de corriente (polarización negativa frontal, o polarización directa), y la otra está conectada a una batería en sentido contrario (polarización inversa). Si se varía la corriente en la unión de polarización directa mediante la adición de una señal, la corriente de la unión de polarización inversa del transistor variará en consecuencia. El principio se puede utilizar para construir amplificadores en los que una pequeña señal aplicada a la unión de polarización directa provocará un gran cambio en la corriente de la unión de polarización inversa.

Otro tipo de transistor es el de efecto campo (FET, acrónimo inglés de Field-Effect Transistor), que funciona sobre la base del principio de repulsión o de atracción de cargas debido a la superposición de un campo eléctrico. La amplificación de la corriente se consigue de modo similar al empleado en el control de rejilla de un tubo de vacío. Los transistores de efecto campo funcionan de forma más eficaz que los bipolares, ya que es posible controlar una señal grande con una cantidad de energía muy pequeña.

3.3. Circuitos integrados

La mayoría de los circuitos integrados son pequeños trozos, o chips, de silicio, de entre 2 y 4 mm², sobre los que se fabrican los transistores. La fotolitografía permite al diseñador crear centenares de miles de transistores en un solo chip situando de forma adecuada las numerosas regiones tipo *n* y *p*. Durante la fabricación, estas regiones son interconectadas mediante conductores minúsculos, a fin de producir circuitos especializados complejos. Estos circuitos integrados son llamados monolíticos por estar fabricados sobre un único cristal de silicio. Los chips requieren mucho menos espacio y potencia, y su fabricación es más barata que la de un circuito equivalente compuesto por transistores individuales.

3.4. Reóstatos Al conectar una batería a un material conductor, una determinada cantidad de corriente fluirá a través de dicho material. Esta corriente depende de la tensión de la batería, de las dimensiones de la muestra y de la conductividad del propio material. Los reóstatos de resistencia conocida se emplean para controlar la corriente en los circuitos electrónicos. Se elaboran con mezclas de carbono, láminas metálicas o hilo de resistencia, y disponen de dos cables de conexión. Los reóstatos variables, con un brazo de contacto deslizante y ajustable, se suelen utilizar para controlar el volumen de aparatos de radio y televisión.

3.5. Condensadores Los condensadores están formados por dos placas metálicas separadas por un material aislante. Si se conecta una batería a ambas placas, durante un breve tiempo fluirá una corriente eléctrica que se

acumulará en cada una de ellas. Si se desconecta la batería, el condensador conserva la carga y la tensión asociada a la misma. Las tensiones rápidamente cambiantes, como las provocadas por una señal de sonido o de radio, generan mayores flujos de corriente hacia y desde las placas; entonces, el condensador actúa como conductor de la corriente alterna. Este efecto se puede utilizar, por ejemplo, para separar una señal de sonido o de radio de una corriente continua, a fin de conectar la salida de una fase de amplificación a la entrada de la siguiente.

3.6. Inductores Los inductores consisten en un hilo conductor enrollado en forma de bobina. Al pasar una corriente a través de la bobina, alrededor de la misma se crea un campo magnético que tiende a oponerse a los cambios bruscos de la intensidad de la corriente (véase Inducción). Al igual que un condensador, un inductor se puede usar para diferenciar entre señales rápida y lentamente cambiantes. Al utilizar un inductor conjuntamente con un condensador, la tensión del inductor alcanza un valor máximo a una frecuencia específica que depende de la capacitancia y de la inductancia. Este principio se emplea en los receptores de radio al seleccionar una frecuencia específica mediante un condensador variable.

3.7. Dispositivos de detección y transductores La medición de magnitudes mecánicas, térmicas, eléctricas y químicas se realiza empleando dispositivos denominados sensores y transductores. El sensor es sensible a los cambios de la magnitud a medir, como una temperatura, una posición o una concentración química. El transductor convierte estas mediciones en señales eléctricas, que pueden alimentar a instrumentos de lectura, registro o control de las magnitudes medidas. Los sensores y transductores pueden funcionar en ubicaciones alejadas del observador, así como en entornos inadecuados o impracticables para los seres humanos.

Algunos dispositivos actúan de forma simultánea como sensor y transductor. Un termopar consta de dos uniones de diferentes metales que generan una pequeña tensión que depende del diferencial térmico entre las uniones (véase Termoelectricidad). El termistor es un reóstato especial, cuya resistencia varía según la temperatura. Un reóstato variable puede convertir el movimiento mecánico en señal eléctrica. Para medir distancias se emplean condensadores de diseño especial, y para detectar la luz se utilizan fotocélulas (véase Célula fotoeléctrica). Para medir velocidades, aceleraciones o flujos de líquidos se recurre a otro tipo de dispositivos. En la mayoría de los casos, la señal eléctrica es débil y debe ser amplificada por un circuito electrónico.

4. CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

La mayoría de los equipos electrónicos requieren tensiones de c.c. para su funcionamiento. Estas tensiones pueden ser suministradas por baterías o por fuentes de alimentación internas que convierten la corriente alterna, que se puede obtener de la red eléctrica que llega a cada vivienda, en tensiones reguladas de c.c. El primer elemento de una fuente de alimentación de c.c. interna es el transformador, que eleva o disminuye la tensión de entrada a un nivel adecuado para el funcionamiento del equipo. La función secundaria del transformador es servir como aislamiento de masa (conexión a tierra) eléctrica del dispositivo a fin de reducir posibles peligros de electrocución. A continuación del transformador se sitúa un rectificador, que suele ser un diodo. En el pasado se utilizaban diodos de vacío y una amplia variedad de diferentes materiales (cristales de germanio o sulfato de cadmio) en los rectificadores de baja potencia empleados en los equipos electrónicos. En la actualidad se emplean casi exclusivamente rectificadores de silicio debido a su bajo coste y alta fiabilidad.

Las fluctuaciones y ondulaciones superpuestas a la tensión de c.c. rectificada (percibidas como un zumbido en los amplificadores de sonido defectuosos) pueden filtrarse mediante un condensador. Cuanto más grande sea el condensador, menor será el nivel de fluctuación de la tensión. Es posible alcanzar un control más exacto sobre los niveles y fluctuaciones de tensión mediante un regulador de tensión, que también consigue que las tensiones internas sean independientes de las fluctuaciones que se puedan encontrar en un artefacto eléctrico. Un sencillo regulador de tensión que se utiliza a menudo es el diodo de Zener, formado por un diodo de unión *pn* de estado sólido que actúa como aislante hasta una tensión predeterminada. Por encima de dicha tensión, se convierte en un conductor que deriva los excesos de tensión. Por lo general, los reguladores de tensión más

sofisticados se construyen como circuitos integrados.

5. CIRCUITOS AMPLIFICADORES

Los amplificadores electrónicos se utilizan sobre todo para aumentar la tensión, la corriente o la potencia de una señal. Los amplificadores lineales incrementan la señal sin distorsionarla (o distorsionándola mínimamente), de manera que la salida es proporcional a la entrada. Los amplificadores no lineales permiten generar un cambio considerable en la forma de onda de la señal. Los amplificadores lineales se utilizan para señales de sonido y vídeo, mientras que los no lineales se emplean en osciladores, dispositivos electrónicos de alimentación, moduladores, mezcladores, circuitos lógicos y demás aplicaciones en las que se requiere una reducción de la amplitud. Aunque los tubos de vacío tuvieron gran importancia en los amplificadores, hoy día se suelen utilizar circuitos de transistores discretos o circuitos integrados.

5.1. Amplificadores de sonido Los amplificadores de sonido, de uso común en radios, televisiones y grabadoras de cintas, suelen funcionar a frecuencias inferiores a los 20 kilohercios ($1 \text{ kHz} = 1.000$ ciclos por segundo). Amplifican la señal eléctrica que, a continuación, se convierte en sonido con un altavoz. Los amplificadores operativos, incorporados en circuitos integrados y formados por amplificadores lineales multifásicos acoplados a la corriente continua, son muy populares como amplificadores de sonido.

5.2. Amplificadores de vídeo Los amplificadores de vídeo se utilizan principalmente para señales con un rango de frecuencias de hasta 6 megahercios ($1 \text{ MHz} = 1$ millón de ciclos por segundo). La señal generada por el amplificador se convierte en la información visual que aparece en la pantalla de televisión, y la amplitud de señal regula el brillo de los puntos que forman la imagen. Para realizar esta función, un amplificador de vídeo debe funcionar en una banda ancha y amplificar de igual manera todas las señales, con baja distorsión. Véase Grabación de vídeo.

5.3. Amplificadores de radiofrecuencia Estos amplificadores aumentan el nivel de señal de los sistemas de comunicaciones de radio o televisión. Por lo general, sus frecuencias van desde 100 kHz hasta 1 gigahercio ($1 \text{ GHz} = 1.000$ millones de ciclos por segundo), y pueden llegar incluso al rango de frecuencias de microondas.

6. OSCILADORES

Los osciladores constan de un amplificador y de algún tipo de retroalimentación: la señal de salida se reconduce a la entrada del amplificador. Los elementos determinantes de la frecuencia pueden ser un circuito de inductancia-capacitancia sintonizado o un cristal vibrador. Los osciladores controlados por cristal ofrecen mayor precisión y estabilidad. Los osciladores se emplean para producir señales de sonido y de radio con una amplia variedad de usos. Por ejemplo, los osciladores sencillos de radiofrecuencia se emplean en los teléfonos modernos de botones para transmitir datos a la estación telefónica central al marcar un número. Los tonos de sonido generados por los osciladores también se pueden encontrar en relojes despertadores, radios, instrumentos electrónicos, computadoras y sistemas de alarma. Los osciladores de alta frecuencia se emplean en equipos de comunicaciones para controlar las funciones de sintonización y detección de señales. Las emisoras de radio y de televisión utilizan osciladores de alta frecuencia y de gran precisión para generar las frecuencias de transmisión.

7. CIRCUITOS DE CONMUTACIÓN Y TEMPORIZACIÓN

Los circuitos de conmutación y temporización, o circuitos lógicos, forman la base de cualquier dispositivo en el que se tengan que seleccionar o combinar señales de manera controlada. Entre los campos de aplicación de estos circuitos se pueden mencionar la conmutación telefónica, las transmisiones por satélite y el funcionamiento de las computadoras digitales.

La lógica digital es un proceso racional para adoptar sencillas decisiones de verdadero o falso basadas en las reglas del álgebra de Boole. Verdadero puede estar representado por un 1, y falso por un 0, y en los circuitos lógicos estos numerales aparecen como señales de dos tensiones diferentes. Los circuitos lógicos se utilizan

para adoptar decisiones específicas de verdadero–falso sobre la base de la presencia de múltiples señales verdadero–falso en las entradas. Las señales se pueden generar por conmutadores mecánicos o por transductores de estado sólido. La señal de entrada, una vez aceptada y acondicionada (para eliminar las señales eléctricas indeseadas, o ruidos), es procesada por los circuitos lógicos digitales. Las diversas familias de dispositivos lógicos digitales, por lo general circuitos integrados, ejecutan una variedad de funciones lógicas a través de las llamadas puertas lógicas, como las puertas OR, AND y NOT y combinaciones de las mismas (como NOR, que incluye a OR y a NOT). Otra familia lógica muy utilizada es la lógica transistor–transistor. También se emplea la lógica de semiconductor complementario de óxido metálico, que ejecuta funciones similares a niveles de potencia muy bajos pero a velocidades de funcionamiento ligeramente inferiores. Existen también muchas otras variedades de circuitos lógicos, incluyendo la hoy obsoleta lógica reóstato–transistor y la lógica de acoplamiento por emisor, utilizada para sistemas de muy altas velocidades.

Los bloques elementales de un dispositivo lógico se denominan puertas lógicas digitales. Una puerta Y (AND) tiene dos o más entradas y una única salida. La salida de una puerta Y es verdadera sólo si todas las entradas son verdaderas. Una puerta O (OR) tiene dos o más entradas y una sola salida. La salida de una puerta O es verdadera si cualquiera de las entradas es verdadera, y es falsa si todas las entradas son falsas. Una puerta INVERSORA (INVERTER) tiene una única entrada y una única salida, y puede convertir una señal verdadera en falsa, efectuando de esta manera la función negación (NOT). A partir de las puertas elementales se pueden construir circuitos lógicos más complicados, entre los que cabe mencionar los circuitos biestables (también llamados flip–flops, que son interruptores binarios), contadores, comparadores, sumadores, y combinaciones más complejas.

En general, para ejecutar una determinada función es necesario conectar grandes cantidades de elementos lógicos en circuitos complejos. En algunos casos se utilizan microprocesadores para efectuar muchas de las funciones de conmutación y temporización de los elementos lógicos individuales. Los procesadores están específicamente programados con instrucciones individuales para ejecutar una determinada tarea o tareas. Una de las ventajas de los microprocesadores es que permiten realizar diferentes funciones lógicas, dependiendo de las instrucciones de programación almacenadas. La desventaja de los microprocesadores es que normalmente funcionan de manera secuencial, lo que podría resultar demasiado lento para algunas aplicaciones. En tales casos se emplean circuitos lógicos especialmente diseñados.

8. AVANCES RECIENTES El desarrollo de los circuitos integrados ha revolucionado los campos de las comunicaciones, la gestión de la información y la informática. Los circuitos integrados han permitido reducir el tamaño de los dispositivos con el consiguiente descenso de los costes de fabricación y de mantenimiento de los sistemas. Al mismo tiempo, ofrecen mayor velocidad y fiabilidad. Los relojes digitales, las computadoras portátiles y los juegos electrónicos son sistemas basados en microprocesadores. Otro avance importante es la digitalización de las señales de sonido, proceso en el cual la frecuencia y la amplitud de una señal de sonido se codifica digitalmente mediante técnicas de muestreo adecuadas, es decir, técnicas para medir la amplitud de la señal a intervalos muy cortos. La música grabada de forma digital, como la de los discos compactos, se caracteriza por una fidelidad que no era posible alcanzar con los métodos de grabación directa.

La electrónica médica ha progresado desde la tomografía axial computerizada (TAC) hasta llegar a sistemas que pueden diferenciar aún más los órganos del cuerpo humano. Se han desarrollado asimismo dispositivos que permiten ver los vasos sanguíneos y el sistema respiratorio. También la alta definición promete sustituir a numerosos procesos fotográficos al eliminar la necesidad de utilizar plata.

La investigación actual dirigida a aumentar la velocidad y capacidad de las computadoras se centra sobre todo en la mejora de la tecnología de los circuitos integrados y en el desarrollo de componentes de conmutación aún más rápidos. Se han construido circuitos integrados a gran escala que contienen varios millones de

componentes en un solo chip. Se han llegado a fabricar computadoras que alcanzan altísimas velocidades en las cuales los semiconductores son reemplazados por circuitos superconductores que utilizan las uniones de Josephson (véase Efecto Josephson) y que funcionan a temperaturas próximas al cero absoluto.

"Circuito eléctrico." *Enciclopedia® Microsoft® Encarta 2001*. © 1993–2000 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

"Circuito impreso." *Enciclopedia® Microsoft® Encarta 2001*. © 1993–2000 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.