

La electrónica en la industria textil

por el Profesor Norbert SEGARD
Decano de la Facultad Libre de Ciencias de Lille y
Director del "Institut Supérieur d'Electronique du Nord"

La electrónica era una palabra prácticamente desconocida del público hace solamente diez años. ¿Es necesario insistir aquí en la importancia que tiene en nuestros días esta ciencia que asimismo es una técnica y una industria? La electrónica se puede ver por todas partes: aparatos de radio y televisión, dispositivos de regulación, de mando a distancia, de medida, de control, etc. Gracias a la misma, el campo de percepción de nuestros sentidos ha aumentado: los calculadores y los cerebros electrónicos superan a diario las posibilidades del hombre. La física nuclear que dará al mundo nuevas y tan potentes fuentes de energía, no puede prescindir de la electrónica.

Esta exposición constará de tres partes:

- 1.º — La electrónica como ciencia física.
- 2.º — La electrónica y su utilización en la mayoría de las industrias y técnicas.
- 3.º — La electrónica en la industria textil.

I. — LA ELECTRONICA COMO CIENCIA FISICA.

La materia está formada de moléculas, las moléculas de átomos y estos últimos son elementos complejos y particularmente pequeños con relación al hombre.

Si quisiéramos que el átomo de hidrógeno tuviera un diámetro de un centímetro, un cálculo muy simple mostraría que, proporcionalmente, el espesor del cabello de un hombre tendría 10 kms. y que una bola de billar tendría un volumen igual al de la tierra.

En el centro del átomo se encuentran el núcleo y alrededor de éste gravitan los electrones. El diámetro del núcleo es aproximadamente diez mil veces más pequeño que el del átomo, y el del electrón cien mil veces más pequeño.

El electrón es prácticamente, de las partículas conocidas, la que posee las dimensiones más pequeñas. Incluso su masa es insignificante. En estado de reposo, la masa es de 10^{-27} gramos. ¿Qué representa esto en comparación al gramo? Exactamente lo mismo que la masa de cinco gramos en comparación a la de la tierra. Y sin embargo, esta masa ínfima lleva una carga eléctrica considerable: $1,6 \cdot 10^{-19}$ coulombs. Un gramo de electrones lleva una cantidad de electricidad suficiente para cargar aproximadamente 2.000 baterías de acumuladores de 25 amperios-hora cada una.

En definitiva, un electrón es una partícula de dimensiones ínfimas, de masa insignificante, pero con una carga eléctrica enorme.

En el interior del átomo hay un número muy limitado de electrones, regulado por el número atómico del elemento: 1 para el hidrógeno, 47 para la plata, por ejemplo. Estos electrones son atraídos por el núcleo, a cuyo alrededor giran, si-

guiendo las leyes de una mecánica muy diferente a la nuestra y cuyas diferentes formulaciones constituyen la mecánica ondulatoria y la mecánica cuántica. Al saltar de una órbita a otra dentro del átomo, los electrones brillan debido a su energía, de la que ya hemos hablado, en forma de rayos infrarrojos, visibles, ultravioletas, o rayos X. El estudio de estos electrones ligados al núcleo del átomo, no constituye ya la electrónica sino la atomística.

En electricidad y en electrónica no nos ocupamos de estos electrones adheridos, sino de los electrones liberados de la atracción nuclear, los que ya no forman parte de este conjunto atómico de leyes mecánicas tan complejas; los llamados "electrones libres".

La obtención de electrones libres no es, por otra parte, muy difícil, e incluso a menudo en el interior de la materia, esta liberación se hace espontáneamente. Por ejemplo, los metales son verdaderos cuerpos cristalizados, y para constituir esta estructura cristalina, cada átomo del metal libera aproximadamente un electrón, de forma que haya en el metal tantos electrones libres como átomos. Esto indica el considerable número de electrones libres que contienen los metales. Estos electrones libres en los metales explican, por ejemplo, las principales propiedades de la electricidad clásica.

Así, bajo la acción de un campo eléctrico, el desplazamiento de estos innumerables electrones que chocan mutuamente en su desplazamiento, al igual que lo hacen con la estructura de la materia, forma la corriente eléctrica. La sección derecha del filamento de una lámpara incandescente de 100 vatios es atravesada cada segundo por seis millones de millones de electrones. ¡Seis millones de millones es quizá el número de segundos que la tierra ha vivido desde su creación! La velocidad de conjunto de estos electrones es muy débil: una fracción de centímetro por segundo. En realidad, debemos considerar el desplazamiento de los electrones como el de un fluido bastante viscoso, pasando por un tubo lleno de obstáculos.

En los tubos electrónicos clásicos, antes incluso de que se actúe sobre el electrón, éste, no sólo se ha liberado de la atracción nuclear, sino que incluso ha salido de la materia del conductor en el que se encontraba. En la mayoría de los casos basta para hacerle salir, con calentar un filamento metálico. Así se ayuda a la evaporación del gas de electrones que se encontraba en este metal. Estos electrones, doblemente liberados de este modo y en número bastante pequeño, pueden ser acelerados de forma fulminante por campos eléctricos relativamente débiles, en razón de la carga eléctrica considerable que lleva una masa tan insignificante. En una lámpara ordinaria de un aparato de radio, cuyo diámetro no excede del espesor del pulgar, el electrón abandona el filamento a una velocidad prácticamente nula, y a a menos de un centímetro de distancia llega a la placa con una velocidad de 10.000 kilómetros por segundos, ya que efectúa este recorrido en algunas millonésimas de segundo.

Por otra parte, mediante la introducción de diversas rejillas, se pueden realizar en el tubo electrónico campos electrónicos variables en el tiempo y someter al electrón a diversas fluctuaciones de velocidad, ya que aquél reacciona instantáneamente debido a su carencia de inercia. Y así se multiplican los tubos electrónicos de vacío y de gas: diodos, triodos, pentodos, octodos... cuya estructura interna se complica para que podamos someter el electrón a múltiples influencias. Para las hiperfrecuencias de los tubos especiales se han desarrollado: klistrones, magnetrones. Los estudios realizados sobre los semi-conductores han permitido hallar cristales que, para ciertas aplicaciones, actúan de tubos electrónicos con verdaderas ventajas de peso, de volumen, de robustez, de rendimiento... se trata de los transistores.

Y todos estos tubos, las resistencias, las bobinas de inducción, los condensadores, los transformadores, que la electrónica utiliza abundantemente y perfecciona

a su conveniencia, constituye lo que se llaman “piezas separadas” de la electrónica. Mediante estas piezas, reunidas por el electrónico, se forman los múltiples montajes y aparatos de la electrónica. Permiten éstos que nuestra disciplina se convierta así en una ciencia y en una técnica muy particulares, de las que veremos a continuación algunas de sus propiedades esenciales.

II. — LA ELECTRONICA PUEDE UTILIZARSE EN LA MAYORIA DE LAS INDUSTRIAS Y DE LAS TECNICAS.

En principio y muy esquemáticamente, lo que hace la mecánica, puede hacerlo la electrónica con mayor fidelidad y rapidez, debido a la inercia debilísima de los electrones.

La primera propiedad a señalar es, evidentemente, la “amplificación”.

¿Queremos en mecánica obtener una fuerza mayor de la que disponemos? Utilizaremos una palanca. Otro ejemplo: con un ligero movimiento del pie sobre el acelerador de un automóvil, ponemos en marcha los caballos del motor... He aquí un ejemplo de amplificación, o mejor dicho, de lo que llamaremos un primer grado amplificador. Ya que la potencia así producida, puede utilizarse para poner en marcha el acelerador de un segundo motor mucho más potente que el primero... y así sucesivamente.

De forma muy análoga conseguimos en electrónica estos aumentos de millones que nos permiten dirigir a distancia los satélites artificiales y recibir sus mensajes. En nuestros días, la dificultad no estriba ya en amplificar, sino de amplificar sin deformar la menor señal. Es más difícil, en efecto, multiplicar por 10 una millonésima de watt, que multiplicar por un millón una décima de watt.

Otra propiedad esencial utilizada por la electrónica está en el terreno de las oscilaciones eléctricas. Si tomamos la palanca como ejemplo mecánico de un amplificador, el correspondiente a un oscilador podría ser el péndulo. Pero aquí también las frecuencias que se consiguen y, en especial, la amplia gama de estas frecuencias, son en electrónica muy distintas de las de la mecánica. Sabemos crear ondas electromagnéticas, kilométricas, métricas, centimétricas (el radar), e incluso en la actualidad, milimétricas. Todas estas ondas se propagan en el espacio a la velocidad de la luz. Al igual que ésta, aquéllas se reflejan, se refractan y dan lugar a fenómenos de polarización y de difracción. Se pueden especialmente obtener con facilidad cambios de frecuencia, y en algunos casos, los dispositivos de cambio de frecuencia, son tan necesarios como las cajas de velocidad para los motores.

Pero la electrónica goza de otra propiedad muy importante: la de controlarse a sí misma asegurando su estabilidad: es todo el capítulo de la “contra-reacción”. Toda desviación de la norma establecida, engendra a la salida de un circuito lo que llamamos una “señal de error”, la cual convenientemente amplificada y reincorporada a la entrada del circuito, se superpondrá a la señal incidente para reforzarla o debilitarla, según el caso. ¿Qué es sino lo que hace el automovilista quien, con el volante, rectifica la posición de su coche cuando sus sentidos le indican que se ha desviado del camino a seguir?

Estas características de la electrónica permiten comprender las múltiples utilidades de esta técnica en todos los terrenos y especialmente en el de la industria textil.

Son bien conocidas las aplicaciones de la electrónica en la rediodifusión y en la televisión y su empleo en las telecomunicaciones, debido especialmente al desarrollo de los haces hertzianos.

Su importancia en navegación se ha hecho hoy preponderante. El equipo electrónico de los aviones representa la mitad de su precio de fabricación y más aún

en los cohetes. Asimismo, los problemas que se presentaban en la radionavegación han dado un gran empuje a la investigación electrónica y en gran parte gracias a ello, se debe que la técnica electrónica haya podido tomar una orientación tal que su empleo en las aplicaciones industriales haya podido ser mucho más afortunada, más segura, y, en consecuencia, más abundante. Nadie ignora, en efecto, las exigencias de peso, de volumen, de solidez, de rendimiento, que plantean la aviación, los cohetes o los satélites artificiales. La combinación de los transistores, de las piezas subminiaturas, de los circuitos impresos, ha permitido realizar conjuntos electrónicos muy pequeños, muy sólidos, de larga duración (unas cien mil horas) y, a veces, funcionando sin fuente exterior de energía, es decir, autónomas. Una disposición racional de estas piezas da "sub-conjuntos funcionales" en el interior de un conjunto dado. El problema de mantenimiento y de la conservación se halla aquí muy simplificado. En lugar de reparar los sub-conjuntos funcionales, se tiran y se sustituyen, tal como se hace con ciertas piezas de los automóviles de gran serie.

Todas estas ventajas hacen comprender fácilmente el porqué la electrónica entra cada vez más al servicio de todas las ramas de la industria. La electrónica tenía, en tiempo de las técnicas inspiradas por la radio, la reputación de ser frágil. Los últimos temores van desapareciendo a medida que se acumulan los millones de horas de funcionamiento de los materiales electrónicos.

Muchos tipos de osciladores electrónicos permiten engendrar corrientes de alta frecuencia a partir del sector industrial. La energía contenida en estas ondas de alta frecuencia puede ser transformada en calor en la misma masa de los cuerpos conductores (calefacción por inducción) o en la de los aislantes (calefacción por pérdidas dieléctricas).

La electrónica interviene cada vez más con sus calculadores numéricos y analógicos. Por no hablar más que de los primeros, su velocidad de funcionamiento crece de día. Las máquinas actuales trabajan un millón de veces más rápidamente que en el comienzo de la última guerra. Y habría que insistir aquí en el desarrollo prodigioso de la memorias gracias a los descubrimientos hechos en el terreno de las ferritas.

La electrónica reina también en las industrias y aplicaciones nucleares. La construcción, el funcionamiento de los aceleradores de partículas, las pilas... Todo ello depende esencialmente de esta técnica. Los radio-isótopos cuyas señales podemos captar gracias al contador Geiger-Müller son hoy en día los elementos activos de numerosos aparatos que miden los niveles, los espesores, el desgaste, que verifican los embalajes y su contenido o que siguen el comportamiento de ciertos cuerpos en el transcurso de reacciones químicas.

Deberíamos hablar también de todas las ampliaciones de la óptica electrónica, cuya realización más conocida es el microscopio electrónico. Éste permite ampliaciones útiles que pueden cifrarse en 100.000. Así, pues, una cabeza de alfiler ocuparía todo un campo de fútbol.

Para completar, deberíamos también señalar todo lo que está estudiándose acerca de los semi-conductores, que conducen las fotopilas y las termopilas; se trata de dos nuevos tipos de generadores de energía eléctrica que convierten la luz y el calor respectivamente, en electricidad. Deberíamos hablar de las realizaciones que, con los "lasers", permiten utilizar la luz como una onda radio-eléctrica clásica y, asimismo los descubrimientos actuales en el terreno de los infrarrojos.

También se utiliza la electrónica en las medidas físicas, aplicación particularmente importante para la industria. Casi todas las medidas físicas fijas o variables pueden confiarse a la electrónica, a condición de transformar el fenómeno físico a estudiar en fenómeno eléctrico, o sea en "señal". Esta señal podrá ser una tensión, una corriente, una variación de medida eléctrica como R, L, ó C. La transformación se efectúa con ayuda de "captadores". Emplearemos, por ejemplo, una célu-

la fotoeléctrica para medir un flujo luminoso, cuarzo piezoeléctrico para una presión, una termistancia, una temperatura... La sensibilidad de estos captadores es a menudo extraordinaria. La amplificación y las transformaciones que podemos efectuar en la señal, gracias a los circuitos electrónicos permiten obtener medidas de gran sensibilidad: la centésima de microsegundo o la milésima de microlumen. En el terreno de las medidas físicas, la presencia de los semi-conductores ha producido también mejoras que son casi revolucionarias. Sólo mencionaremos un ejemplo: la transformación de un alargamiento o de una deformación mecánica con variación de resistencia eléctrica se hace 25 veces más sensible por un dispositivo de semi-conductores que por una galga clásica de hilo resistente.

III. — LA ELECTRONICA EN LA INDUSTRIA TEXTIL.

Las principales aplicaciones que hemos enumerado más arriba son útiles en todas las ramas de la industria y, en consecuencia, también en la textil. Por otra parte, incluso si queremos atenernos a una simple nomenclatura, nos encontramos en la actualidad frente a una lista impresionante de aparatos y procedimientos electrónicos que se han ensayado en la industria textil y que no cesan de ampliar su campo de aplicación. La exposición internacional textil de Hannover ha confirmado este punto de vista. La automatización casi íntegra es inevitable y no puede concebirse, ni realizarse, más que por medio de la electrónica.

Las primeras aplicaciones específicamente textiles de esta técnica hicieron su aparición en Europa poco después de la Segunda Guerra Mundial. Es curioso observar que ha sido en el campo en que su utilización era más delicada, donde el éxito ha sido más rápido: la medida del espesor de un hilo, de una mecha, o de un haz de fibras. En efecto, había que eliminar los parámetros que estorbaban y hacían los problemas particularmente difíciles para el electrónico: diversidad de las materias utilizadas, constituidas a menudo por mezclas, variaciones de las tasas de humedad, presentación de la materia, a menudo torcida o aplanada. Bien es verdad que queda aún mucho por perfeccionar, pero aunque los sistemas de medida dejan todavía mucho espacio a la interpretación, permiten sin embargo aproximarse lo bastante a la realidad para que miles de consumidores depositen su confianza en ellos. La introducción de este regularímetro electrónico ha tenido afortunadas consecuencias. A él debemos, en gran parte, la reducción del número de tiempo de preparación en hilatura de 10 u 11, a 3 ó 4. Ha permitido también el desarrollo de estudios científicos interesantes. No hay que olvidar que los primeros estadísticos que se ocuparon de la determinación de la irregularidad mínima de un hilo, no tenían a su disposición para verificar sus hipótesis más que una balanza, en la que debían pesar centenares sino millares de tomas de ensayo de longitud determinada. En un trabajo muy importante que data de 1945, Martindale describe todavía esta forma de actuar. Los regularímetros electrónicos permiten actualmente determinar en algunos minutos la medida del coeficiente de variación de la masa de un hilo y la determinación de los defectos periódicos con su longitud de onda.

El principio de estos regularímetros es capacitativo, o más raramente, fotoeléctrico. El empleo de dinamómetros electrónicos es más reciente, pero esta técnica está ya a punto de sustituir a los demás procedimientos de medida de resistencia y de elasticidad. Todos los laboratorios de investigación están equipados de tales aparatos, y los laboratorios industriales no tardarán en seguir su ejemplo.

La determinación de la fuerza de tracción se hace mediante "strain-gage", o sea a resistencia, ya sea capacitiva, ya sea a variación de inducción de una bo-

bina. La electrónica interviene aquí como lo hace a menudo en los aparatos de medida, mediante la amplificación de la señal, registrando e integrando la curva de variación. El interés de estos aparatos reside en la ausencia de inercia, de fricción y en la posibilidad de ejercer tracciones en gradiente, de alargamiento constante, lo cual no pueden hacer los dinamómetros mecánicos. Su interés reside también en la facilidad de registro de las curvas carga-alargamiento, en la obtención de curvas de histéresis de alargamiento y en la aplicación de un mismo aparato a una gama muy variada de medida que puede ir de algunos gramos a muchas decenas de kilos.

En este terreno de los dinamómetros, podemos también citar los aparatos que funcionan de forma continua y que miden en un aparato en marcha, bobinadora o telar, las variaciones de tensión de un hilo o de una tela.

Desde hace más de diez años, la industria del algodón y más recientemente la de la lana utilizan aparatos electrónicos para la determinación del diagrama de las fibras. Es probable que dentro de algunos años, los dispositivos manuales universalmente empleados hasta ahora, sean sustituidos por aparatos electrónicos.

En otro terreno de la industria textil, se emplean aparatos electrónicos tales como: medidores de pH, fotocolorímetros, estroboscopios, aparatos para la medida de la electricidad estática, etc.

También se emplean mucho en la actualidad dispositivos electrónicos en las diferentes etapas de la fabricación textil. Se trata en especial de los aparatos que funcionan casi completamente mediante tiratrones. Citaré, entre otros, los rompehilos a los rompe-mechas en diversos aparatos, los verificadores de trama en tisaje, los purgadores en bobinadoras, etc... la rotura del hilo o el término de una bobina determinan el paro del telar.

Se utilizan aparatos de la misma clase para controles de rellenado de cubetas o de embudos, para la eliminación de humos, protección del personal contra las máquinas peligrosas, control de las llamas de los quemadores, mando automático de un alumbrado artificial o de una apertura de puerta. Todas estas aplicaciones son ya numerosas y corrientes.

Hay que hablar también de los motores de velocidad variable, de empleo muy extendido para cardas, continuas de hilar, urdidores, encoladoras, rames secadores, etc... Podemos extrañarnos al constatar que los variadores electrónicos de velocidad no sean más utilizados en la continua de hilar, por ejemplo. De todos modos, es cierto que en el futuro se impondrán los métodos electrónicos cuando se quieran variar las velocidades de una forma continua para lograr un procedimiento óptimo. Por ahora, el variador electrónico se emplea para trabajar, por ejemplo, a tensión constante durante un tratamiento.

Para terminar esta enumeración de las aplicaciones de la electrónica en la industria textil, deberíamos sin duda subrayar que esta industria, al igual que la mayoría de las demás no puede automatizarse —aunque su automatización, sea mayor cada día— sino mediante la electrónica. Al igual que las demás industrias, se sirve de máquinas contables, de cuadros de mando, en los cuales todas las máquinas de una fábrica están detalladas en un cuadro central en el que se puede vigilar la marcha del conjunto de la fabricación, controlar las producciones, registrar los tiempos de parada, etc., lo cual permite un control completo con una simple ojeada.

En el campo de la investigación, la microscopía electrónica ha permitido realizar descubrimientos fundamentales en la estructura de las materias textiles. Gracias a ella, hemos podido determinar los procesos de ataque y deterioro de las fibras por diversos agentes, conocer asimismo cómo se forman las células queratínicas de las fibras animales, lo cual facilitará sin duda el progreso en la mejora de estos textiles. Así se ha declarado nuevamente en el 3.^{er} Congreso Internacional de

la Investigación en la Industria Lanera (CIRTEL) que ha tenido lugar en París, del 30 de junio al 1.º de julio de 1965.

Asimismo, los radio-isótopos o trazadores radioactivos, han sido empleados y lo serán más aún en el futuro; por ejemplo, en el terreno de las investigaciones sobre el crecimiento de las fibras, sobre su formación y sobre el metabolismo de una especie animal. El crecimiento de las fibras vegetales, la absorción de ciertas sustancias, la naturaleza de los abonos más apropiados, pueden determinarse con la ayuda de radio-isótopos.

Si bien he omitido voluntariamente muchas cosas, creo, no obstante haber mostrado con bastante claridad el lugar relativamente importante que ocupa la electrónica en la industria textil, y todo hace prever la posición destacable que tendrá en el futuro. Por ello, no permitamos decir y repetir que la industria textil es una industria artesana y rutinaria, incapaz de liberarse de las manipulaciones y las recetas que han sido cuidadosamente transmitidas de generación en generación. Los que han seguido su evolución durante los últimos 20 años, reconocen el carácter radical e irreversible de las transformaciones efectuadas, en gran parte bajo la influencia y con la ayuda de la electrónica.

Cierto que queda aún mucho por hacer. Pero creo que podemos acelerar la evolución necesaria de la industria textil, si podemos encontrar un número cada vez mayor de ingenieros científicamente formados, y si la industria se dirige a laboratorios especializados, capaces de proponer técnicas apropiadas para estudiar problemas específicos. Hemos de tener en cuenta que todas las aplicaciones electrónicas deben abordarse y resolverse de una forma particularmente científica, en especial si se trata de problemas difíciles, como son los típicos de la industria textil. Ya que los problemas de medida y regulación de las temperaturas, presiones, longitudes, etc., son de fácil solución, y por otra parte, ya están industrialmente resueltos.

Pero cuando se trata de medir y de hacer automatizaciones en fibras, hilos, o tejidos... la necesaria utilización de la electrónica exige un serio estudio fisicoquímico. Los presupuestos de investigación son generalmente insuficientes. Por ello, algunos problemas no pueden abordarse más que con la colaboración de sociedades o agrupaciones, gracias a las cuales se pueden estudiar y resolver satisfactoriamente, ya que por muy complejos que sean los problemas planteados, lo son menores los que plantea, por ejemplo, la consecución automática de un cuerpo móvil por medio del radar.

En conclusión, estas escuelas superiores textiles deben de preparar desde ahora, la formación de ingenieros electrónicos especializados en aplicaciones textiles (1); de la misma forma que las empresas textiles deberán, en un futuro próximo, contar con los servicios de especialistas electrónicos.

(1). - La unión del I. T. R. y del I. S. E. N. así lo testimonia.