

La  
Electrónica  
y el  
Hombre

Por  
Rolando ROGERS Mora  
Capitán de Fragata  
Armada de Chile

## FUNDAMENTOS DE LA CIENCIA ELECTRONICA

Hace más de 2.000 años la civilización helénica florecía; cada río era un Dios, en los manantiales vivían las ninfas y en las cavernas habitaban los demonios. Era un mundo mitológico, cada fenómeno natural era la obra arbitraria e imprevisible de los dioses, el universo era eterno e inmutable.

### Atomismo de Demócrito

El año 470 A.C. el encanto se rompió; nace Demócrito, filósofo que más tarde afirmaría: "sólo existen los átomos, que es la Materia y el espacio vacío, que es la Nada; todo el resto es Opinión".

Los átomos, según Demócrito, son partículas indestructibles e inalterables, constituyen la base de la naturaleza y de todos sus fenómenos. Cada átomo no tiene más propiedades que su forma geométrica, inalterable, y su variable y eterno movimiento.

La diferencia entre las cosas tiene su origen simplemente en la diversidad del número, magnitud y ordenación de sus átomos.

Solamente en la Opinión existen el dulce y el amargo; el calor y el frío son sólo Opinión. No existen más que los átomos, la Materia, y el espacio vacío, la Nada.

Según la filosofía materialista de Demócrito, todos los procesos materiales siguen una rígida y fría causalidad; el universo es la representación geométrica del movimiento mecánico de los átomos.

### Progreso científico

En el año 1800, el progreso alcanzado por la química prueba que la hipótesis de que la materia está formada simplemente por átomos libres no es suficiente para explicar numerosos fenómenos que se presentan en las reacciones químicas.

En la mitad del siglo pasado los descubrimientos de la Física muestran que el Atomo está constituido por numerosos corpúsculos o entes: el Núcleo, de naturaleza extremadamente compleja, y los Electrones libres.

En 1925 los científicos Schrodinger, austríaco, y De Broglie, francés, buscando una explicación al dualismo que presenta la Energía Radiante, tal como la luz y otras radiaciones, la que actúa a veces como Corpúsculos (fenómenos de reflexión, de refracción, emisión, etc) y en otras ocasiones como Ondas (fenómenos de difracción e interferencia) por una extrapolación genial crean la teoría de la Mecánica Ondulatoria y concluyen que las dos componentes fundamentales del mundo físico, la Materia y la Energía Radiante, se manifiestan a veces como Ondas y a veces como Corpúsculos. La onda y el corpúsculo son manifestaciones diferentes de un mismo fenómeno.

Las manifestaciones de la Energía Radiante tales como las ondas electromagnéticas, la luz invisible, la luz visible, los rayos X, los rayos gamma, las emisiones de substancias radiactivas, etc. y la Materia, con sus electrones, átomos, etc., tienen propiedades comunes y están unificadas, no debido a una Opinión humana, sino por un principio intrínseco de la naturaleza.

El Electrón, que hasta entonces había sido considerado como un elemento de naturaleza puramente corpuscular y cuyos atributos eran solamente su Masa, su Carga Eléctrica y su Energía Cinética, debe considerarse desde entonces también de naturaleza ondulatoria; cada electrón tiene, por tanto, un Largo de Onda asociado de un valor determinado que depende de su Masa, de su Velocidad y de la constante universal de Planck.

## EL HOMBRE Y EL MEDIO

### Introducción

El hombre toma razón de su existencia y del mundo a través de sus Sentidos. Su conocimiento del universo, sin considerar los fenómenos parasicológicos, es la resultante de impresiones pro-

ducidas por estímulos físicos en sus Sentidos y en el Cerebro, que procesa y evalúa estos informes.

Detengámonos un instante a fin de analizar algunas características de los Sentidos principales y del Cerebro desde el punto de vista de la Ingeniería Electrónica.

### El Oído

El Sonido es energía mecánica que origina disturbios de un medio elástico, generalmente aire, que se propagan a una velocidad media de 330 metros/seg.

El oído humano es un transductor electromecánico; es decir, transforma energía mecánica (estímulo) en energía eléctrica que llega al cerebro.

La respuesta aural del oído humano es logarítmica, tiene un ancho de banda que se extiende de 20 a 20.000 ciclos/segundo; las oscilaciones de frecuencias más altas no son detectadas, es el campo de los Ultrasonidos; existen, pero el hombre es sordo a estas frecuencias; sin instrumentos apropiados podría negar su existencia.

La máxima sensibilidad del oído corresponde a frecuencias entre 1.000 a 5.000 ciclos/seg. La capacidad de detección de frecuencias altas depende de la edad y de las condiciones naturales de la persona.

Para ser escuchado un sonido se requiere, además de una frecuencia apropiada, una cantidad mínima de energía llamada umbral de estímulo; también existe una intensidad máxima, sobrepasada, la cual producirá dolor y daño físico al oído, en vez de la sensación de sonido.

El hombre posee dos oídos, ubicados a ambos lados de la cabeza y separados entre sí aproximadamente 16 cm., por lo cual el sonido generado en una fuente llega a ambos oídos con una diferencia de tiempo; estas dos componentes se fusionan en el cerebro lo cual permite percibir una tercera dimensión, la de profundidad o efecto estereofónico, que sirve para determinar la dirección y sentido de la fuente sonora.

## La Vista

La luz es energía electromagnética, se propaga a la velocidad de 300.000 Km./seg. El ojo humano es un transductor que transforma energía electromagnética (estímulo) en impulsos eléctricos que van al cerebro.

La respuesta visual tiene un ancho de banda que va de un largo de onda de 400 a 750 milimicrones, y corresponde a los colores espectrales que se extienden del rojo - naranja - amarillo - verde - azul y violeta.

A frecuencias más bajas, zona del infrarrojo, y a frecuencias más altas, zona ultravioleta, el hombre es ciego; si no hubiera creado instrumentos para detectar estas longitudes de ondas electromagnéticas podría negar su existencia.

La sensibilidad del ojo humano al estímulo electromagnético no es uniforme en la banda indicada, es máxima al largo de onda de 554 milimicrones y corresponde al color verde.

La vista es uno de los sentidos más altamente especializados del hombre; la luz llega a la retina, las células receptoras reciben el estímulo electromagnético y lo transforman en impulsos eléctricos, señal que llega al cerebro, el cual interpreta y produce la imagen visual.

La sensibilidad al color depende de la Intensidad de la radiación; según algunos fisiólogos la retina tiene 3 clases diferentes de receptores correspondientes a los colores primarios rojo, azul y verde; si falta alguno de estos mecanismos o está defectuoso, el tono correspondiente a ese color no será visto por el cerebro humano.

El hombre tiene en su cabeza dos ojos, cuyas pupilas están separadas aproximadamente 10 cm., por lo cual se ven imágenes ligeramente diferentes de un mismo objeto, las que al fusionarse en el cerebro producen una imagen con profundidad o tercera dimensión, la estereoscopia.

## El Cerebro

El cerebro, encerrado en la cabeza, es una masa de tejido esponjoso que pesa aproximadamente 1,5 Kgr.; se compone

de una agrupación de más 9 billones de células nerviosas cerebrales o neuronas. Para comprender lo que significa esta cantidad, es preciso recordar que un billón de segundos representa 31.750 años.

El neurón envía y recibe señales eléctricas; para efectuar lo anterior tiene dos clases de estructuras altamente especializadas, las Dendritas, antenas receptoras de señales y un Axón o filamento único que actúa como transmisor y generador de energía eléctrica.

El poder eléctrico se origina por el intercambio químico entre el axón y el ambiente que lo rodea que crea una pequeña diferencia de potencial. La velocidad de propagación de la señal eléctrica en el hombre es 200 millas/hora.

Los Neuronas, células nerviosas altamente especializadas, reciben y transmiten informaciones de una parte del cuerpo a otra; la respuesta al estímulo exterior constituye nuestro conocimiento del mundo físico.

Los neuronas son, por tanto, transmisores, receptores, cables, interruptores y generadores de poder eléctrico; se agrupan formando complejas redes de interconexiones, lo que constituye el asiento del pensamiento, de la memoria y de la creatividad.

Un solo neurón puede comunicarse con otros 270.000; por tanto, los nueve billones de neuronas podrán formar un número casi infinito de redes con distintas variaciones o combinaciones. Es el mismo principio de los computadores electrónicos digitales, con la diferencia que estos últimos poseen sólo algunos miles de interruptores eléctricos binarios, conectado-desconectado, por lo cual el número de redes que pueden formar es muy pequeño, comparado con el número de combinaciones que posee el cerebro; cuando la máquina recibe una consulta, algunas de estas asociaciones son activadas y la red de circuito produce una respuesta.

En forma similar, cuando el cerebro recibe una señal detectada por los ojos, una compleja red de neuronas es estimulada y el resultado o respuesta es la percepción de la realidad informada por el ojo. Al mismo tiempo, el cerebro puede generar una orden respuesta.

El cerebro y los computadores tienen semejanzas y diferencias. Por ejemplo, ambos emplean electricidad, la diferencia está en el consumo. Mientras un computador puede requerir del exterior hasta 70.000 watts, el cerebro, que genera su propio poder eléctrico, requiere menos de 10 watts.

El cerebro es el computador más compacto y portátil que existe; otra ventaja que tiene sobre su primo, el computador electrónico, es la facilidad de aprendizaje. El computador, una vez programado con una determinada secuencia de operaciones, sólo puede hacer lo que fue establecido. El cerebro, en cambio, constantemente se está reprogramando y generando nuevas respuestas.

Un niño que por primera vez ve un león podrá no tener miedo, pero su cerebro pronto creará un programa para gritar y correr; posteriormente el cerebro desarrollará otro plan de acción, disparar con un fusil, por ejemplo.

Antes de disparar, los ojos envían una señal; el cerebro la recibe, la transforma e interpreta el mensaje; luego genera órdenes a todas partes del cuerpo; el apuntar y alistarse para disparar requiere un gran número de músculos, cada uno de ellos con centenares de conexiones nerviosas; luego el cerebro genera la orden final de acción, la que se transforma en un mensaje al ojo y al brazo.

Posteriormente, los ojos informarán el éxito o fracaso de la operación; mientras tanto, el cerebro estará programado para tomar un nuevo curso de acción en caso que falle la puntería de nuestro cazador.

## APLICACIONES DE INGENIERIA ELECTRONICA

### Electrónica

La Ingeniería Electrónica es el arte de aplicar los conocimientos científicos, los fenómenos naturales y los materiales creados por la técnica, en el diseño y construcción de sistemas, equipos e instrumentos destinados a generar, reproducir y transportar información; efectuar un control remoto o una telemetría en-

tre dos puntos usando ondas electromagnéticas; ampliar la capacidad de los sentidos y del cerebro humano; facilitar el trabajo y proporcionar bienestar.

La historia de esta ciencia es un rápido desarrollo entre la concepción científica y sus Aplicaciones de Ingeniería.

La Electrónica, hace algunos decenios, trataba solamente de la emisión y el flujo controlado de los electrones en aparatos al vacío o tubos, tales como triodos, klystron, tubos de rayos catódicos, etc.; la interacción entre el electrón y los campos magnéticos y eléctricos; las únicas propiedades y parámetros que se requieren para calcular el comportamiento del Electrón en el vacío, son la Masa ( $9,1 \times 10^{-31}$  Kgr.) y la Carga Eléctrica ( $1,6 \times 10^{-19}$  coulomb).

A partir de 1950 se crean nuevos elementos destinados a la técnica electrónica: los semiconductores, transistores y los superconductores; la explicación de la conducción eléctrica en estos elementos requiere conceptos de la teoría cuántica y de la estadística, por lo cual adquiere importancia otras propiedades del electrón, el spin y el momento magnético angular.

Con el apareamiento de los semiconductores, materiales y compuestos cuya conductibilidad varía entre la de los metales y la de los aisladores, la teoría de que la corriente eléctrica es originada por el movimiento de electrones se hace insuficiente y debe ampliarse a la de los portadores libres de corriente positivos y negativos. La velocidad de propagación de la corriente eléctrica es de  $10^7$  cm./seg.

### Comunicaciones Eléctricas

Las comunicaciones eléctricas amplían la capacidad de los sentidos del hombre y hacen desaparecer la distancia y el tiempo. Las comunicaciones eléctricas operan sobre cinco bases fundamentales:

- 1) Las percepciones, especialmente auditivas y visuales.
- 2) El análisis, formulación y manipulación de la inteligencia, en forma apropiada para la transmisión entre dos o más puntos.

- 3) La estructura y el comportamiento de la materia, en los fenómenos eléctricos.
- 4) El electromagnetismo, previsto por Maxwell, descubierto por Hertz y aplicado por Marconi, mediante el cual las ondas electromagnéticas se generan y modulan en un transmisor, la intercepta el receptor y luego por un proceso de detección separan la inteligencia contenida en la onda.
- 5) Las características de propagación del medio, a través del cual se desplazan las ondas electromagnéticas.

En un Sistema de Comunicaciones Eléctricas se ejecutan las siguientes operaciones:

- 1) Formulación de la inteligencia: la que se expresa por señales o símbolos, en una manera capaz de producir sensaciones objetivas, operaciones de control remoto o teletría.

En sistema de radio, los tipos de señales más conocidos son el Morse usado en telegrafía, la voz y música en telefonía y la televisión.

- 2) Conversión de la inteligencia en energía eléctrica, con características especiales para lograr transportar la información a través del medio de transmisión seleccionado (modulación).
- 3) Transmisión de la representación eléctrica de la inteligencia desde el terminal transmisor al terminal receptor.
- 4) Retraslación o demodulación de la representación eléctrica recibida a otra forma de energía capaz de afectar al destinatario.

Un Sistema de Comunicaciones Eléctricas comprende varias etapas, algunas de las cuales son las siguientes:

**Formación de la Señal:** La comunicación consiste en el envío de un conjunto de símbolos. La selección y ordenamiento de los símbolos constituyen la información o inteligencia que se envía al destinatario, que podría ser un hombre, un instrumento o una máquina.

La característica de la inteligencia o información, es que el destinatario no puede predecirla. No hay información si puede predecirla.

**Empleo de Transductores:** La energía eléctrica aplicada directamente no produce percepciones sensoriales o viceversa, por lo cual los sistemas de comunicaciones eléctricas requieren un medio para convertir percepciones sensoriales en energía eléctrica en el transmisor y recuperarla en el receptor. Este medio se llama transductor sensorial.

**Generación de Ondas Electromagnéticas:** Se componen de un campo eléctrico y uno magnético. Se propagan en la atmósfera o en el vacío a 300.000 Km./seg.; es decir, en un segundo pueden dar 7 vueltas y media a la Tierra; la distancia de la Tierra a la Luna la recorre en 1,25 seg.; la distancia de la Tierra al Sol en 8 minutos, a Plutón en 5 horas y a la estrella más cercana en 4,3 años.

### Televisión

La televisión consiste en la transmisión y recepción de señales visuales.

En la transmisión de TV la escena se divide en una cuadrícula ordenada de pequeñas áreas o elementos, en cada una de las cuales, electrónicamente, son analizadas sus características visuales.

En la televisión monocromática, es decir en blanco y negro, la cámara transmisora determina la luminosidad de cada elemento y mediante un transductor electrovisual lo transforma en una señal eléctrica que sirve para modular el transmisor.

La acción de movimiento en la escena televisada, se debe a una ilusión óptica, ya que en realidad se transmiten imágenes fijas a una velocidad de treinta por segundo.

### Radar

El radar sirve para detectar la presencia de un objeto material y determinar su dirección, distancia, elevación, forma, tamaño, velocidad; su funcionamiento está basado en la reflexión de las ondas electromagnéticas. El radar tiene aplicaciones civiles, militares y científicas.

Los radares de pulso envían energía de RF durante un lapso de 1 a 50 microsegundos en un haz concentrado; luego el transmisor se desconecta y se conecta el receptor que recibe el eco enviado por el objeto natural. El proceso de conexión y desconexión del transmisor y del receptor se hace electrónicamente a razón de mil veces por segundo, según el tipo de radar.

Los ecos de los pulsos son captados por una antena directiva y se presentan en tubos de rayos catódicos donde se extrae la información; la distancia, por ejemplo, se mide por el tiempo transcurrido entre el pulso emitido y la recepción del eco y considerando que un microsegundo equivale a 150 metros.

### Reloj Atómico

El reloj atómico es otra de las creaciones de la Ingeniería Electrónica; permite medir intervalos de tiempo con exactitud mayor de  $1:10^{11}$ ; se emplea como standard de tiempo y patrón de frecuencias, aplicaciones de laboratorio; por ejemplo, se ha medido el efecto del campo gravitacional en la velocidad de un reloj, para lo cual se instalan dos relojes atómicos idénticos, uno en la Tierra y otro en un Satélite que circunda la Tierra y se ha medido su sincronismo. En este caso se presentan dos efectos relativísticos, el efecto doppler o atraso en el reloj del satélite al observarlo de la Tierra y el efecto debido al mayor potencial gravitacional del satélite respecto al reloj en la Tierra, lo que produce un adelanto en el reloj del satélite; es decir, es posible realizar pruebas de laboratorio con la teoría de la relatividad.

### Laser

El nombre Laser es una sigla que significa "Light amplification by stimulated emission of radiation". Es decir, amplificación de la luz mediante radiación estimulando los átomos.

Un cristal de rubí al ser estimulado genera luz de un color, luz de frecuencia única o coherente de intensidad cientos de veces mayor que la del Sol.

Sus posibilidades de empleo se encuentran en la cirugía de precisión, en

la cual el bisturí es considerado un instrumento tosco; en la industria, la transmisión a distancia de energía eléctrica, el radar, las comunicaciones eléctricas, el armamento, etc.

Respecto a las comunicaciones eléctricas, por ejemplo, la radiodifusión modulada en amplitud, tiene un ancho de banda para la transmisión igual al 10% de la frecuencia portadora, banda que equivale a diez canales de voz; es de imaginarse lo que representa el 10% en las frecuencias de Laser, que son del orden cien millones de MHz; el ancho de banda equivale a un billón de canales de voz.

El Sol bombardea la Tierra con una energía igual a un décimo de watt por centímetro cuadrado, mientras que con el Laser se ha logrado obtener quinientos millones de watts por centímetro cuadrado, es decir, cinco mil millones de veces más potente que el Sol; empleando el Laser se ha logrado perforar planchas de acero de  $\frac{1}{4}$  pulgada de espesor en un nanosegundo, y vaporizar cualquier sustancia conocida.

El empleo del Laser se considera que tendrá un efecto científico tecnológico similar al descubrimiento de la energía atómica.

### Computadores electrónicos

A través de la historia el progreso humano se ha medido por los instrumentos inventados para liberar al hombre de esfuerzos físicos y mentales.

Quizás la mayor invención fue la palabra escrita, con la cual el hombre pudo registrar sus descubrimientos y experiencias y traspararlos a las nuevas generaciones.

Mucho de la investigación científica se debe al empleo de las matemáticas, que permiten predecir los resultados de experimentos, probar nuevas ideas, etc.

Los Computadores Digitales electrónicos han permitido avances científicos e industriales inalcanzables hace sólo dos décadas. Por ejemplo, los cálculos matemáticos que requiere el envío de un satélite en torno al Sol, ocuparían la vida completa de grupos de matemáticos; sin embargo, el empleo de computadores ha hecho realidad la conquista del espacio sideral.

El computador digital pertenece a la familia de Máquinas Procesadoras de Datos, su tamaño varía desde un tipo escritorio hasta otros del tamaño de una pieza.

Los computadores resuelven problemas, por complejos que sean, efectuando operaciones aritméticas simples; aunque la operación básica es la adición, los computadores digitales restan, multiplican, dividen, extraen raíces cuadradas, etc.

Siguiendo una secuencia de Instrucciones llamada Programa, el computador resuelve problemas de álgebra, geometría, cálculo, etc., en una fracción de segundo.

Debido a que puede realizar millones de operaciones básicas cada segundo, los computadores digitales han liberado a los científicos de los cálculos numéricos, lo que deja disponibles sus mentes para otras actividades más creativas.

Puesto que el computador es un producto del ingenio humano, sólo será tan versátil como sus diseñadores y programadores lo han hecho, y no puede superarlos. Lo creado no puede superar al Creador.

Otro importante tipo de computador es el Analógico. Aunque no tan nombrado como el computador Digital, tiene sin embargo algunas aplicaciones que le son exclusivas.

En los computadores digitales los datos de entrada son impulsos eléctricos de dos valores discretos, lenguaje binario de la máquina.

En el computador analógico los datos se aplican en forma de voltajes variables que representan cantidades continuas por analogía.

Los computadores se emplean en actividades comerciales, científicas y militares.

**Aplicaciones comerciales:** control de procesos de producción de las fábricas, control de inventarios, cálculo de costos, diseños, etc.

**Aplicaciones científicas:** pruebas de aleaciones; determinación de esfuerzos en estructuras; pruebas de diseños; investigación matemática, física, química, astronómica, biológica, etc.

**Aplicaciones militares:** aplicaciones ofensivas y defensivas; optimización de situaciones de fuego y movimiento; detección de buques, aeronaves y proyectiles y selección del armamento más conveniente; control de cohetes teledirigidos; determinación de la posición en submarinos sumergidos, etc.

El computador electrónico digital se compone de 5 unidades:

- 1) **Unidad de Entrada:** Los datos o informaciones son Codificados al lenguaje de la máquina (tarjeta perforada, cintas magnéticas, discos).
- 2) **Unidad de Memoria:** Mantiene el programa o secuencia de pasos para resolver el problema; retiene los datos iniciales, intermedios y finales.
- 3) **Dispositivo Aritmético:** Efectúa los cálculos matemáticos que ordena la unidad control.
- 4) **Unidad Control:** Unidad vital, dirige la entrada y control del flujo de datos de salida para resolver el problema.
- 5) **Unidad Salida:** Acepta los resultados finales y los traduce del lenguaje binario de la máquina al lenguaje alfanumérico humano.

Al resolver un problema, por ejemplo, la confección de una planilla de sueldos, el procedimiento que sigue un hombre y el computador es el siguiente:

#### Sistema Manual:

**Paso 1.**— El empleado consulta un manual de procedimiento u otras instrucciones para efectuar el trabajo.

**Paso 2.**— Acumula los datos básicos, tales como número de horas trabajadas, sobretiempos, deducciones de impuestos, etc.

**Paso 3.**—Efectúa los cálculos aritméticos empleando un lápiz y papel o una máquina calculadora.

**Paso 4.**—Confecciona una relación con los resultados finales.

#### Solución por el Computador digital:

**Paso 1.**—Dispone de un programa (instrucciones) en la memoria.

**Paso 2.**—Recibe datos de entrada en lenguaje binario.

Paso 3.—Calcula, dirigido por la unidad control.

Paso 4.—Imprime la planilla en una hoja de papel, cinta, tarjeta, etc.

### Automatización

En la mitad de este siglo comienza el estudio científico del control y de las comunicaciones en el animal y las máquinas; las limitaciones de los recursos naturales y la competencia comercial obligan a las industrias a mejorar el rendimiento y eficiencia.

El hombre de negocios desea obtener el máximo del capital invertido. El gerente de la fábrica se esfuerza en el análisis de la producción y en minimizar sus costos. El ingeniero de armamentos busca diseños de armas con máximo poder de destrucción; la tecnología espacial se esfuerza en encontrar la trayectoria óptima de un satélite, etc.

En la explosión técnico-científica de hoy, la Automatización ocupa un lugar destacado; somos testigos de la segunda Revolución Industrial, la Era de la Automatización.

En la Primera Revolución Industrial, la máquina a vapor (1769) reemplazó y prolongó el Músculo del hombre. En ésta, la Segunda Revolución Industrial, la máquina ha extendido el Cerebro Humano, se ha creado un amplificador de la inteligencia.

La automatización ha producido un crecimiento masivo de productividad del trabajo; ha puesto en práctica los más audaces sueños de muchas generaciones y ha abierto nuevos horizontes a la ciencia, la industria y la técnica.

Una de las contribuciones de la automatización es el control con realimentación.

Consideremos, por ejemplo, la actitud del hombre en su casa-habitación; si hace calor, abre las ventanas para hacer salir el calor; si hace frío, se pone más ropas; es decir toma acciones basadas en la diferencia entre la temperatura que debe ser y la que realmente es; o sea, crea un circuito con realimentación para el control de una situación.

El proceso de control con realimentación se observa por todas partes; en los

organismos vivos; en los autómatas o robots, que el hombre fabrica; en la sociedad, que el hombre organiza, etc.

En el caso de los organismos vivos al recibir estímulo el órgano sensorial afectado produce absorción de energía y transducción. Como resultado se genera una señal neural, la que se transmite a través de las fibras nerviosas a algún centro reflejo, donde se efectúa una decisión y un esfuerzo de control para responder al estímulo; por ejemplo, el ojo al recibir el estímulo de la luz hace actuar el iris, diafragma que controla la cantidad de luz que llega al elemento fotorreceptor, la retina; mientras más luz estimula la retina, mayor será la intensidad de la señal neural; el cerebro enviará entonces órdenes a los músculos del iris para reducir el diámetro de la pupila.

### CONCLUSIONES

Hace 100.000 años, nuestro antepasado, el Pitecantropus Erectus, vagaba como uno más de los tantos animales que poblaban la Tierra; hoy, el progreso de la Ingeniería Electrónica ha proyectado la capacidad de sus sentidos y su cerebro más allá de su persona, proporcionándole poder y posibilidades ilimitadas en el dominio del planeta y del espacio sideral.

El hombre posee un cerebro con capacidad de conocimientos casi ilimitada; en la etapa de evolución actual emplea sólo una pequeña parte de esta capacidad, debido a que las unidades de entrada y salida de información, tales como el lenguaje, sentidos y músculos son demasiado limitados en relación a la potencialidad del cerebro. La ciencia electrónica deberá crear los instrumentos necesarios para superar las limitaciones de la especie a fin de que el hombre continúe su evolución en la escala zoológica.

La investigación científica junto con la de los espacios siderales se encamina hacia los espacios interiores, hacia el hombre y su realidad interna, al estudio de su mente y la personalidad, así como al órgano en que ésta se manifiesta, el cerebro.

Por otra parte, el cerebro actúa a veces como un radar, capta radiaciones sin usar los sentidos; es el dominio de la parasicología.

El computador es un cerebro sobresimplificado; con el objeto de mejorar los computadores y ampliar su campo operacional, se estudia el funcionamiento del cerebro a fin de tomar sus leyes y principios para adaptarlos a estas máquinas electrónicas.

Las comunicaciones eléctricas entre hombres situados en las antípodas por telefonía y televisión y entre máquinas que intercambian mediciones de telemetría y procesan datos, hacen desaparecer el espacio y el tiempo.

El mundo se ha achicado; las barreras y prejuicios que dividen a los hombres habrían de desaparecer y la humanidad sería más solidaria.

La revolución industrial que creó la máquina a vapor en la segunda mitad del siglo dieciocho y liberó el músculo del

hombre, hoy libera la mente con la creación de los computadores electrónicos.

En estos últimos 20 años se han producido más cambios que en los 200 años de Revolución Industrial, lo que separa aceleradamente a los pueblos desarrollados de los en desarrollo.

La ciencia avanza, avanza inexorablemente con un proceso expansivo; el conocimiento tecnológico se duplica cada tres años, lo que plantea un desafío a las Universidades e Institutos de Enseñanza Superior.

La automatización ha creado un impacto económico-social a los Pueblos y Gobiernos; la jornada de trabajo se reducirá; el trabajo rutinario quedará a cargo de las máquinas, y el Hombre dispondrá de más tiempo para la búsqueda de la Belleza y la Sabiduría.

## Un Gran Instructor Británico de Artillería

Alrededor del año 1911 el Director General de la Armada, Almirante don Jorge Montt, tuvo la feliz iniciativa de contratar instructores británicos para la preparación superior de nuestra Armada. Dicen las crónicas que pidió de Inglaterra el mejor oficial artillero. Le respondieron que el mejor, tendría que ocuparlo la Flota Británica, pero que le mandarían al segundo en esta categoría: el Capitán Clement Loftus Long.

Junto con él, vinieron además, el Capitán de Navío Charles Burns, para organizar la Academia de Guerra; y en el ramo de torpedos, el Capitán Alexander Quick. El Capitán Long fue el primer instructor de Tenientes especialistas en Artillería; era notable por su invencible actividad y por sus deducciones siempre francas y constructivas. Su refrán característico era: "Si no sabí nada no digue nada". Una vez en una crítica dijo: "Esto equivale a hacer monos que nada", refiriéndose al hecho de mantener a la tripulación de un buque formada en la cubierta sin motivo práctico alguno.

El Capitán Long fue el creador de la Prueba Anual de Personal o Prueba de Apuntadores, en la cual el crucero "Esmeralda" cuyo Oficial Artillero era el Teniente Roberto Merino, hizo seis tiros y seis impactos en un blanco de 4x4 metros, a 1.400 yardas de distancia y con un andar de diez millas por hora. El "apuntador" del cañón de 8" de nona era el cabo Valenzuela y el culata el guardián Verdugo cuyas fotografías se divulgaron en revistas ilustradas de Inglaterra. Pero la vida tiene muchas vueltas... El año 1920 el que esto escribe, encontrándose de guardia en el "Latorre", atracado al Pier N° 8 de Devonport se le anunció la visita de un Cavellán que con la santa Biblia en sus manos deseaba visitar al Capitán Artillero del buque, su antiguo alumno don Calixto Rogers. Al saludarlo informó que él era el Capitán Long instructor de Artillería en Chile y que después de actuar como Director de tiro de un buque británico en la batalla de Jutlandia había tomado el hábito de Pastor Protestante.

La sorpresa del Guardiamarina fue grande: el duro instructor de Tenientes chilenos; el iniciador de nuestros tiros de combate: el brillante artillero solicitado por el Almirante Montt; un combatiente en Jutlandia; se presentaba ahora a sus ojos con una Biblia en la mano solicitando modestamente entrevistar al Oficial Artillero del "Latorre"...

Que estos recuerdos ingresados ya a la vieja historia de nuestra Artillería Naval, sean al menos una nota de gratitud y reconocimiento al gran instructor británico que creó en Chile la mesa de carga, la prueba de apuntadores y el tiro anual de combate, a la vez que fuera ejemplo de tantos desvelos y entusiasmo profesional.