

Prof. Fruct

Computación electrónica.

Informe.

Computadores Electrónicos.

Los computadores electrónicos pueden clasificarse en dos grupos : Computadores análogos y Computadores digitales.

Los Computadores análogos representan los números o cantidades por algún factor : una longitud en una escala, un ángulo de rotación, un voltaje variable, etc. En su forma elemental pueden considerarse como una regla de cálculo, puesto que en la regla de cálculo una distancia representa el logaritmo de un número y como la suma de los logaritmos de dos números es igual al logaritmo del producto, la multiplicación puede ser hecha simplemente por la suma de longitudes de la escala. Igualmente sucede para la división, extracción de una raíz, etc.

Los Computadores digitales representan los números o dígitos por elementos aislados o separados entre sí, como los dientes de un engranaje o pulsos eléctricos. En su forma elemental pueden considerarse equivalente a un ábaco, donde los números o cantidades son piezas colocadas en un sistema de alambres paralelos, donde el cálculo se efectúa alterando la disposición general según un planteamiento especial. Aunque, obvio es decirlo, los computadores electrónicos son automáticos, de manera que el operador prepara solamente el plan inicial o " programa " y la máquina hace el resto.

A continuación se dan algunas referencias sobre computadores electrónicos de ambos tipos, aprovechando visitas efectuadas al Instituto Fisiológico de la Universidad de Chile y a la Compañía de Cervecerías Unidas de Valparaíso, como asimismo, de folletos recibidos en la Universidad de Firms norteamericanas.

Analog Computer Mod. 3000.

Instituto Fisiológico. Univ. de Chile.

El Computador análogo del Instituto Fisiológico trabaja representando los valores numéricos por voltajes C.C. y variando estos voltajes mediante circuitos compuestos de tubos de vacío y tubos de rayos catódicos, incluyendo, naturalmente, los elementos resistivos, inductivos y capacitivos inherentes a todo circuito amplificador.

La adición, sustracción, multiplicación, cambio de signo e integración, son algunas de las operaciones que pueden efectuarse; en especial, el cálculo de valores numéricos que están variando continuamente en función del tiempo y la solución requerida tiene la forma de una onda eléctrica cuyo gráfico se registra en un oscilógrafo.

El proceso de integración y la resolución de ecuaciones diferenciales se realiza mediante un circuito que utiliza la variación de voltaje y corriente durante el tiempo de carga de un condensador. Sin embargo, es importante señalar que el computador no determina la solución general de las ecuaciones a la cual se pueda dar más tarde valores numéricos, porque la máquina puede solamente trabajar con valores numéricos que puedan ser representados por voltajes y da solución, únicamente, a problemas particulares.

El computador análogo del Instituto Fisiológico se compone de 10 amplificadores C.C. como unidad básica, con una alta ganancia de voltaje, variando la salida en una escala de ± 100 V. No obstante, al tener este computador solamente cinco alimentadores de voltaje, el planteamiento matemático queda limitado a la resolución de ecuaciones diferenciales de 5º orden. En general, el computador puede resolver cualquier problema que pueda expresarse por ecuaciones diferenciales, funciones trascendentes, ecuaciones algebraicas o matrices, pero no sirve para efectuar cálculos estadísticos

e mecanizar trabajos de jornales, costos, inventarios o matrículas.

El computador análogo que tiene el Instituto Fisiológico fué comprado en marzo de 1959 en la suma de 2500 dólares, al contado y sin garantías de parte de la fábrica Donner Company de California, U.S.A. Trabaja con 220 V, 50 ciclos y tiene un estabilizador de voltaje que en una escala de 162 a 240 V entrega 220 volts regulados. Pesa 110 libras y sus dimensiones son tales que, el equipo completo incluyendo el inductor, puede ser colocado sobre un escritorio.

Actualmente se encuentra en un período de ensayo y la persona a su cargo manifestó que la adquisición de la máquina se hizo teniendo como objetivo principal la enseñanza, por lo cual no se consideró al comprarle un tiempo de amortización ni significará disminución de personal. No han pensado en el Instituto en la posibilidad de cambiar el computador por otro más moderno, pero en un caso dado, se inclinarán por agrandar el actual, puesto que el computador análogo es como un "meccane": dos o más computadores pueden interconectarse para actuar como un solo computador grande.

Recientemente, ha sido construido un computador análogo en el Laboratorio de Electrónica de la Universidad Santa María, por un egresado de Ingeniería eléctrica, con piezas importadas de U.S.A. con características similares a la máquina calculadora del Instituto Fisiológico, aunque de mayores dimensiones, pues consta de 15 amplificadores C.C. y un tablero donde es posible establecer mayor número de condiciones iniciales, lo cual es un detalle importante en los computadores análogos, porque para resolver ecuaciones diferenciales de "n" orden se necesitan "n-1" amplificadores y "n-2" condiciones iniciales. Sin embargo, al computador armado en la Universidad le faltan todavía algunos accesorios, lo que impide señalar por el momento la naturaleza de todos los problemas que podrán resolverse, la velocidad del cálculo y el grado de

exactitud, pero ^{en} una fecha futura habrá, seguramente, un folleto explicativo donde las personas interesadas encontraran mayores detalles técnicos y científicos referentes a su construcción y operación.

Univac 60 - Remington.

Compañía Cervecerías Valparaíso.

Este computador electrónico pertenece al grupo de los computadores digitales, representando los números o dígitos por pulsos eléctricos, siendo una característica general de estos computadores que emplean el sistema binario en lugar del sistema decimal. La escala binaria tiene sólo dos variedades de números: 0 y 1, y todos los demás se obtienen por combinación de estos dos únicos dígitos, lo cual representa para un calculador automático una gran conveniencia práctica, pues al reducir el número de guarismos diferenciables de 10 a 2, se obtiene una enorme simplificación.

Los datos se hacen llegar al computador en forma de tarjetas impresas y el dispositivo de entrada convierte la información en pulsos eléctricos, o sea, en el lenguaje interno del computador. Después un depósito de Abastecimiento retiene el conjunto de tarjetas con una información determinada hasta que llega su turno para ser computada, permitiendo que sucesivos grupos de tarjetas sean comparados estableciendo el orden correcto, o bien, con otros propósitos de control. Un depósito de Memoria retiene la información standard y algunas instrucciones especiales o constantes. Una de las partes principales del computador la constituye la sección Control, que tiene múltiples funciones. Por ejemplo, indica un plan de instrucción o programa para cada grupo de tarjetas con información nueva que entra al sistema; pone en funcionamiento la información almacenada en el depósito de Memoria cuando es necesaria en un programa; examina los resultados de cualquiera etapa del proceso para seleccionar la etapa siguiente; cuando se

ha finalizado la computación de una información hace que el proceso vuelva a repetirse enteramente con otra información, etc. Instrucciones especiales a esta sección Control pueden darse directamente en el depósito interno de abastecimiento del computador mediante tarjetas, controlando la operación del computador en la forma deseada.

Hay también un depósito de Rectificación, para eliminar una información de las unidades de memoria o para modificar la información con otros datos.

Finalmente, el resultado de la operación lo entrega la máquina en forma de tarjetas impresas o perforadas.

En el aspecto matemático, el computador Univac 60 puede efectuar la evaluación de soluciones reales de ecuaciones algebraicas de cualquier grado, funciones trascendentales, ecuaciones diferenciales, etc., basándose prácticamente en una técnica de aproximación del binomio de Newton y de las series de Fourier y de Taylor, métodos que se explican más adelante con mayores detalles.

El computador Univac está conectado a un sistema trifásico en estrella, 380 - 220 V, 50 ciclos, y se dedica exclusivamente al cálculo estadístico, dividendos, crías, jornales, costos, depreciación de activos, etc. La máquina está a cargo de un técnico y tres operarios, siendo el técnico preparado por la Firma vendedora en el tiempo que transcurre entre la formalización del contrato y la entrega del computador, lo cual demora aproximadamente 150 días. El computador fue comprado en agosto de 1957, en la suma de 55000 dólares (precio F.O.B.) pagada al contado, con un año de garantía por parte de la fábrica Remington. Después de un año se ofrece un contrato de servicio, que incluye reparación y repuestos, mediante el pago anual de 5% del precio.

El rendimiento se considera óptimo, habiendo significado un notable aumento en la capacidad de trabajo y entre los planes futuros de la Compañía de Cervecerías está incluido el cambio de cuatro máquinas mecánicas : una Clasificadora, una Detectora

de tarjetas, una Intercaladora y una Tabuladora, cuyas velocidades no se ajustan bien con el computador Univac, o sea, se piensa dejar todo el equipo formado por máquinas electrónicas.

Métodos del cálculo con el computador Univac.

La solución aproximada de ecuaciones algebraicas requiere la separación y la evaluación de las raíces. Por medio de varios teoremas basados en la Teoría de las ecuaciones es posible separar las raíces, por ejemplo, para determinar la naturaleza de cada una (positiva, negativa, real, compleja, etc.) y el intervalo en el cual ésta debería ser real. Después de separadas, son evaluadas mediante alguno de los varios métodos standard. Sin embargo, en todos estos métodos la evaluación de las raíces es, generalmente, un proceso largo, dependiendo la magnitud del trabajo necesario para obtener una solución completa del grado de la ecuación, de la exactitud requerida y de la naturaleza de las raíces. El computador Univac, basándose en el método de Newton - Raphson, reduce considerablemente el problema de resolver estas ecuaciones, aproximando en forma rápida, a nueve dígitos significativos, las raíces reales de ecuaciones algebraicas de cualquier grado.

El método de aproximación de Newton - Raphson es el procedimiento de iteración empleado para calcular las raíces reales tanto de ecuaciones algebraicas como trascendentales. Se empieza con un valor estimado X_0 , que debe ser aproximado al valor de una raíz real X de la función $f(x) = 0$, en seguida se calcula un factor de corrección h_0 , cuya aplicación a X_0 da una aproximación X_1 más cercana a X . Mediante la repetición de este proceso un número suficiente de veces, se obtiene una secuencia convergente de valores: $X_0, X_1, X_2, \dots$ donde cada valor X_{k+1} representa una mejor aproximación a X que X_k . Cuando el valor absoluto de la diferencia entre dos aproximaciones consecutivas llega a ser menor que un valor pre-asignado de exactitud, el proceso de iteración termina y la aproximación final se designa como la raíz deseada.

El método de Newton - Raphson proporciona la fórmula general para una aproximación determinada en la siguiente forma: Considerando una función $f(X) = 0$, que tiene a lo menos una raíz real, sea:

$$X = X_k + h_k$$

donde X representa cada raíz real y X_k una aproximación a ella, mientras que h_k representa el correspondiente factor de corrección. Entonces:

$$f(X_k + h_k) = 0$$

función que se puede desarrollar en una serie de Taylor:

$$f(X_k + h_k) = f(X_k) + f'(X_k)h_k + \frac{f''(X_k).h_k^2}{2!} + \dots = 0$$

Considerando que h_k es relativamente pequeño, se pueden desprestigiar todos los términos en la ecuación anterior que tengan potencias de h_k mayores que 1, luego:

$$f(X_k) + f'(X_k).h_k = 0$$

$$h_k = - \frac{f(X_k)}{f'(X_k)}$$

La ecuación anterior permite calcular el factor de corrección que corresponde a cada valor aproximado de la raíz. Reemplazando se obtiene:

$$X = X_k - \frac{f(X_k)}{f'(X_k)}$$

Finalmente, mediante la introducción de la notación " X_{k+1} " en el primer miembro de la ecuación anterior, se completa la derivación de la fórmula que permite calcular la secuencia de valores aproximados:

$$X_{k+1} = X_k - \frac{f(X_k)}{f'(X_k)}$$

Considerando la función $f(x) = 0$ como un polinomio con coeficientes reales, será:

$$f(X) = A_0.X^n + A_1.X^{n-1} + A_2.X^{n-2} + \dots + A_{n-1}.X + A_n = 0$$

donde $A_0 \neq 0$ y $A_n \neq 0$. Diferenciando $f(x)$ respecto a X :

$$f'(x) = nA_0.X^{n-1} + (n-1)A_1.X^{n-2} + (n-2)A_2.X^{n-3} + \dots + A_{n-1}$$

Lógicamente, antes de calcular h_k se debe primero evaluar $f(x_k)$ y $f'(X_k)$, lo que se hace por el método de división sintética.

Cálculo de raíces cuadradas. - Para calcular las raíces cuadradas se emplea el procedimiento de iteración de Newton.

El método consiste en seleccionar una raíz inicial aproximada, en seguida, se sustituye esta raíz aproximada en la fórmula para obtener una segunda y más exacta raíz aproximada. Esta a su vez es sustituida en la fórmula obteniendo una tercera raíz aproximada, la que es más exacta aún. Este proceso continúa hasta que dos aproximaciones sucesivas son iguales; la aproximación final es la raíz.

La fórmula se obtiene en la siguiente forma:

$$\sqrt{N} = \sqrt{N + R_i^2 - R_i^2} = \sqrt{R_i^2 + (N - R_i^2)}$$

esta última expresión se desarrolla según el binomio de Newton:

$$\sqrt{N} = R_i + \frac{1}{2}R_i^{-1}(N - R_i^2) + \dots$$

como N es el número y R_i es una raíz aproximada de N, $(N - R_i^2)$ es pequeño y se pueden despreciar sus potencias mayores que 1.

Entonces:

$$\sqrt{N} = R_i + \frac{N - R_i^2}{2R_i} = \frac{1}{2}\left(R_i + \frac{N}{R_i}\right)$$

ahora sustituyendo $\sqrt{N}$ por R_{i+1} que es una raíz más aproximada que R_i , se obtiene la fórmula:

$$R_{i+1} = \frac{1}{2}\left(R_i + \frac{N}{R_i}\right)$$

donde: N = número

R_i = raíz aproximada de N

R_{i+1} = raíz más aproximada de N

i = número de la iteración.

Cualquiera que sea el valor elegido como raíz aproximada inicial, el proceso de iteración siempre convergerá a dar la raíz efectiva. Sin embargo, el programa de computación se simplifica si la aproximación inicial es mayor que la raíz verdadera, siendo ésta un número entero o una fracción decimal. Por esta razón, la raíz cuadrada aproximada inicial se calcula como sigue:

$$R_1 = \frac{1}{2}(N + 1)$$

El cálculo de raíces de mayor índice se efectúa en forma análoga a las raíces cuadradas. Por ejemplo:

$$\sqrt[3]{N} = \sqrt[3]{R_i^3 + (N - R_i^3)} = R_i + \frac{1}{3}R_i^{-2}(N - R_i^3)$$

despreciando las potencias mayores que 1 de $(N - R_1^3)$:

$$\sqrt[3]{N} = \frac{1}{3} \cdot (2R_1 + \frac{N}{R_1^2})$$

$$R_{i+1} = \frac{1}{3} \cdot (2R_i + \frac{N}{R_i^2})$$

En este caso, R_i indica la raíz cúbica aproximada. La raíz cúbica aproximada inicial se calcula como sigue :

$$R_1 = \frac{1}{3} \cdot (N + 2)$$

Cálculo de funciones trigonométricas.— Las funciones trigonométricas se calculan por medio de la expansión en series de Taylor de las funciones, lo cual requiere pocos pa-
gos de programa en el computador. Con alguna modificación, el programa puede también emplearse para calcular funciones hiperbólicas.

La expansión de las series de Taylor puede factorizarse como sigue :

$$\text{sen } \theta = \theta \left[1 - \frac{\theta^2}{2 \cdot 3} \left(1 - \frac{\theta^2}{4 \cdot 5} \{ 1 - \dots \} \right) \right]$$

$$\text{cos } \theta = 1 - \frac{\theta^2}{1 \cdot 2} \left[1 - \frac{\theta^2}{3 \cdot 4} (1 - \dots) \right]$$

donde θ es el ángulo del cual se va a calcular la función.

La tangente se evalúa calculando primero el seno, en seguida el coseno y dividiendo el seno por el coseno.

Estas series deben calcularse al revés, o sea, empezando con el término que contiene el valor más alto en el denominador. El valor elegido como final depende del valor máximo de θ y del grado de exactitud requerido en el resultado.

Este programa ajusta el valor máximo de θ , medido en radianes, tal que, siempre es menor o igual a π en magnitud absoluta. Esto es posible ya que las funciones ^(solvo el signo) son cíclicas ^{periódicas} en intervalos de π radianes.

Funciones trigonométricas inversas.— El arc-tangente se calcula expresando la función como una fracción continua. Si el valor absoluto del ángulo es mayor que 1 radián, se calcula el arc-tangente por la siguiente relación:

$$\operatorname{arctg} \theta = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg} \frac{1}{\theta}$$

Las funciones arc-seno y arc-coseno se calculan mediante las fórmulas siguientes :

$$\operatorname{arc} \operatorname{sen} \theta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\theta}{\sqrt{1-\theta^2}}$$

$$\operatorname{arc} \operatorname{cos} \theta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\sqrt{1-\theta^2}}{\theta}$$

Cálculo de logaritmos.- Se hace el programa para calcular logaritmos naturales, ya que se pueden transformar a cualquiera otra base deseada. La característica se determina por una serie de sucesivas multiplicaciones o divisiones y la mantisa se calcula desarrollándola en forma de una fracción continua.

Representación gráfica.- El computador también se puede emplear para convertir una gran variedad de información numérica en información gráfica, ya que mediante el uso de tarjetas preparadas en el computador, es posible imprimir gráficos en un Tabulador. El programa básico para representar gráficamente una serie de valores está diseñado para una entrada donde la variable dependiente cubre el intervalo de -10 a +10 y la variable independiente existe en iguales incrementos. La información de entrada, sin embargo, no queda limitada por esas especificaciones.

En el proceso se emplean dos tarjetas para cada punto en el gráfico. Cuando se prepara un solo gráfico, la primera tarjeta contiene las variables independiente y dependiente, pero en el caso de gráfico múltiple contiene una o dos variables dependientes adicionales. También contiene un factor de multiplicación y un factor de translación, que sirven para ajustar los valores a la escala nominal. El control de las tarjetas se realiza mediante perforaciones.

La segunda tarjeta relacionada con cada punto del gráfico es una tarjeta en blanco. En esta tarjeta el valor de la variable X se reproduce mediante un dígito impreso en una de las 81 columnas de la tarjeta y el valor de la variable Y

queda representado por la columna en que se hizo la anotación.

La escala de la variable Y se cambia de manera que siempre quede entre -10 y +10. Para hacer esta conversión se determina un factor de multiplicación, que se emplea durante el programa para convertir los valores de Y de modo que queden dentro de un intervalo de 20 dígitos. Una segunda constante llamada factor de translación, cambia esta escala de 20 dígitos de manera que el menor valor sea -10 y el más alto +10.

Máquinas computadoras IBM.

En 1957, la IBM World Trade Corporation presentó un estudio para mecanizar las diversas labores contables, control y estadística de la Universidad de Concepción, mediante la utilización del sistema de Máquinas eléctricas de contabilidad IBM a base de tarjetas perforadas.

La proposición contenía la mecanización de los siguientes trabajos: Sueldos; Materiales; Contabilidad; Inventario; Matrícula y Exámenes; Bienestar estudiantil; Biblioteca. Según la Firma se obtienen los beneficios siguientes: redistribución del personal encargado de las labores manuales en forma más provechosa para la Universidad; menores gastos de supervisión; economía de espacio; absorción de mayor volumen de operaciones sin recurrir a aumento de personal; disminución de las posibilidades de errores y obtención rápida de una gran variedad de datos estadísticos.

La base fundamental del sistema IBM de contabilidad, control y estadística, es la tarjeta perforada. Toda la información relacionada con una transacción u operación, originalmente manuscrita o escrita a máquina, se transcribe de su fuente original a tarjetas especiales, por medio de perforaciones que son ubicadas en posiciones fijas y predeterminadas de la tarjeta. Esta consta de 80 columnas, en las cuales se puede perforar información numérica o alfabética y en cada columna hay doce posiciones de perforación. La información, ya sea numérica o alfabética, una vez perforada en la tarje-

ta desde los documentos originales, queda inalterable, sin errores ni variaciones y puede ser utilizada todas las veces que sea necesario.

En las tarjetas IBM una sola perforación por columna corresponde a información numérica y dos perforaciones por columna a información alfabética. Estas dos perforaciones que forman cada letra se producen en forma simultánea al oprimir la tecla de la letra respectiva en la máquina Perforadora Alfabética.

El equipo IBM propuesto consta de los siguientes elementos:

Máquina perforadora alfa-numérica.- realiza la operación de perforar la tarjeta. Es el único proceso manual del sistema.

Máquina verificadora.- sirve para comprobar la correcta perforación de las tarjetas.

Máquina clasificadora.- agrupa las tarjetas basándose en las perforaciones registradas en ellas, a una velocidad de 450 tarjetas por minuto.

Tabuladora.- de acuerdo a las perforaciones de las tarjetas, suma o resta sus valores según sea el caso, arroja saldos, imprime títulos, o sea, emite los estados finales.

Máquina interpretadora.- tiene por objeto facilitar la lectura directa por los operadores de los datos perforados en la tarjeta, con una velocidad de 60 tarjetas por minuto.

Máquina intercaladora.- su objetivo es intercalar o comparar dos grupos diferentes de tarjetas, con lo cual se reducen las operaciones de clasificación. Su velocidad es de 240 tarjetas por minuto.

Máquina calculadora.- tiene dispositivos de suma, resta, multiplicación, división y cálculos combinados de las operaciones anteriores. Su velocidad depende de la complejidad del cálculo y de la cantidad de cifras del resultado a perforar.

Calificadora eléctrica de exámenes.- sirve para calificar

exámenes del tipo objetivo y analizarlos en forma automática.

El personal necesario para operar en el equipo de máquinas propuestas por la IBM es un jefe de equipo, tres operarias y tres operadores de máquinas.

En 1955, se creó un Centro de Computación en la Universidad de Pittsburgh, U.S.A., después de investigar un comité universitario las posibilidades de desarrollo de un servicio de computación electrónico de alta velocidad en el campo industrial y científico. El Centro de Computación se estableció como una división separada de la Universidad, con el objeto de servir a la Universidad entera y no a una Facultad en particular. Las actividades del Centro se delinearon de manera que siempre quedaran dentro del campo educacional, como base de los programas de investigación dentro de la Universidad y como desarrollo de las relaciones con la industria.

El equipo de computación está formado básicamente por un computador electrónico IBM 650, que tiene una capacidad de retención de 20.000 dígitos en un núcleo magnético. La información y el programa de entrada en la máquina se realiza mediante tarjetas perforadas, siendo posible una razón máxima de entrada de 200 tarjetas o 16.000 dígitos por minuto. La salida máxima, también en forma de tarjetas solamente, es 100 tarjetas u 8.000 dígitos por minuto. La parte fundamental del computador es el núcleo magnético, en el cual se almacena la información necesaria para el proceso de un problema. El núcleo magnético o Memoria, es un cilindro plateado de cobalto-níquel, de 4 pulgadas de diámetro y 16 pulgadas de longitud, que trabaja a una velocidad de 12.500 RPM.

Las unidades de cálculo de la máquina efectúa multiplicaciones de 10 dígitos por 10 dígitos formando un producto de 20 dígitos y divide un dividendo de 20 dígitos por un divisor de 10 dígitos, formando un cociente y un resto de 10 dígitos cada uno. El equipo adicional necesario para programar y determinar las tarjetas perforadas, es el siguiente :

- a) Dos máquinas perforadoras
- b) Una máquina reproductora
- c) Una máquina clasificadora
- d) Una máquina impresora, la cual convierte el código de perforaciones en dígitos decimales impresos.

La Universidad F. Santa María ha recibido un ofrecimiento para la venta de un computador IBM 1620, de parte de la IBM Corporation. Este computador, aunque de diseño más moderno, no difiere notablemente en su aspecto fundamental de los computadores digitales descritos.

El computador IBM 1620 almacena todo dato que se le proporciona, sea numérico o alfabético, traduciéndolos a una clave especial, compatible de relacionarla con otros computadores. Los datos se introducen en el computador por medio de un convertidor especial que los transcribe en una cinta de papel. Estos datos son clasificados, compendiados, tabulados, analizados, comparados o empleados como base para computar durante el proceso, realizándose series completas de operaciones, en sucesión y sin intervención humana. Los resultados de las operaciones se entregan mediante una máquina impresora que transcribe datos de la cinta al papel a una alta velocidad y registrando estos resultados en una máquina de escribir controlada electrónicamente.

Las partes básicas del computador IBM 1620 son:

- Un núcleo magnético de alta velocidad, con capacidad para almacenar 2.000 palabras o 20.000 dígitos (cada palabra tiene diez caracteres más el signo)
- Unidad de perforación, que se emplea para la entrada y salida de datos.
- Lector de cinta, que se emplea para la entrada de datos.
- Impresora, se utiliza en el sistema de salida para imprimir los datos computados.
- Sistema alfa-numérico y digital.

-Dispositivo de auto-verificación

-Circuito impreso transistorizado

Mayores detalles referentes a este computador no ha sido posible obtener, porque no hay ninguno en Chile, ni tampoco en ningún otro país sudamericano.

Otros computadores y consideraciones finales.

El Jefe del Laboratorio de Computadores y Servomecanismos del Instituto de Investigaciones y Ensayos eléctricos de la Universidad de Chile, se ha dirigido al Sr. Decano de la Facultad de Matemáticas y Física de la Universidad Santa María, dándole informaciones respecto a la adquisición de un equipo de computación digital que está efectuando la Universidad de Chile, en términos que resultan muy interesantes, porque se refieren precisamente al problema que está analizando actualmente la Universidad Santa María.

La Universidad de Chile, luego de un estudio profundo de los problemas de cálculo que pueden presentarse en el país, decidió crear un Centro de Computación, con objeto de preparar personal adecuado para solucionar ese tipo de problemas y dotarlos del equipo necesario para efectuar los cálculos.

Las características técnicas principales que se consultaron al estudiar las cotizaciones fueron:

Diseño lógico y electrónico avanzado.- Dado el costo de este tipo de equipos y las consiguientes dificultades para su importación, se supone que éste debe prestar servicios en un campo sin quedar muy atrasado por un período bastante largo. Puntos importantes dentro de un diseño avanzado son: circuitos transistorizados y memoria de trabajo en núcleos magnéticos.

El computador elegido debe ser apto para cálculos científicos, en que se requiere gran capacidad de memoria y velocidad de cálculo, y para procesamiento de datos en que se necesita gran velocidad de entrada y salida de información, junto con facilidades de impresión de los resultados obtenidos.

Característica fundamental que debió considerarse es la facilidad de expansión del equipo, de modo de poder adquirirlo a un precio compatible con las posibilidades actuales de la Universidad e irlo expandiendo a medida que las necesidades de la computación así lo requieran.

Luego de un estudio detallado de las diversas cotizaciones, se presentó a la Universidad de Chile un informe recomendando la adquisición del equipo ER-56 fabricado por Standard Lorenz Elektrik, de Alemania.

Las características principales de este computador son:

- Completamente transistorizado.
- Construido en unidades enchufables, lo que representa mayor facilidad y rapidez de reparación.
- Memoria de trabajo en núcleos magnéticos desde 1000 a 10 mil palabras.
- Palabras de 7 cifras decimales, se pueden ajustar las operaciones con palabras dobles 14 cifras.
- Memoria auxiliar, hasta cuatro cilindros magnéticos de 6000 u 8000 palabras cada uno.
- Cinta magnética.- Numerosas combinaciones que permiten conectar tres tipos diferentes de cintas magnéticas, hasta 16 unidades.
- Entrada y Salida con tarjetas y/o cinta perforada.
- Impresores de hasta 15 líneas por segundo.
- Dispositivo de verificación en todas las etapas del proceso.
- Velocidad de suma y resta de aproximadamente 140 microseg.
- Modo de operación Serie-paralelo.

En la carta mencionada se sugiere la creación de un Centro de Computación en la Universidad Santa María con un computador de pequeña capacidad, porque evidentemente no se justifica en la actualidad, la existencia en el país de dos computadores de la magnitud del Lorenz y problemas de mayor envergadura se pueden resolver en el computador de la Universidad de Chile.