

UNIDAD DE REGISTRO AUTOMÁTICO DE DATOS DE UN CALCULADOR ANALÓGICO MEDIANTE UNA PERFORADORA IBM-545.

por: R.Ortiz (*), A. Osorio (**), M. Sevilla (*) y R. Vieira (*)

INTRODUCCION

La tendencia general existente en los últimos años a economizar tiempo de cálculo en los grandes ordenadores ha llevado consigo el amplio desarrollo del cálculo analógico para integración de sistemas de ecuaciones en derivadas parciales, con objeto de suministrar al calculador digital una solución bastante próxima a la definitiva, que será tratada posteriormente mediante los métodos clásicos de análisis numérico (1). Estas técnicas analógicas, como es sabido, exigen la medida de un potencial en cada uno de los nudos del correspondiente mallado superpuesto al dominio en estudio, con lo que el número de datos a manejar es extraordinariamente grande, acarreando gran lentitud en la obtención de resultados, así como la probabilidad de cometer errores en la manipulación de éstos. Este inconveniente se agrava considerablemente en el caso de problemas transitorios que exigen el repetir toda la serie de medidas en cada iteración de la variable temporal (2).

En este trabajo se describe la unidad de medida automática para un modelo analógico de Beuken (1) y (2) apto para la integración de ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden tipo parabólico. Encargada de la medida de potencia-

(*) de la Cátedra de Astronomía de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid.

(**) del Departamento de Termología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid.

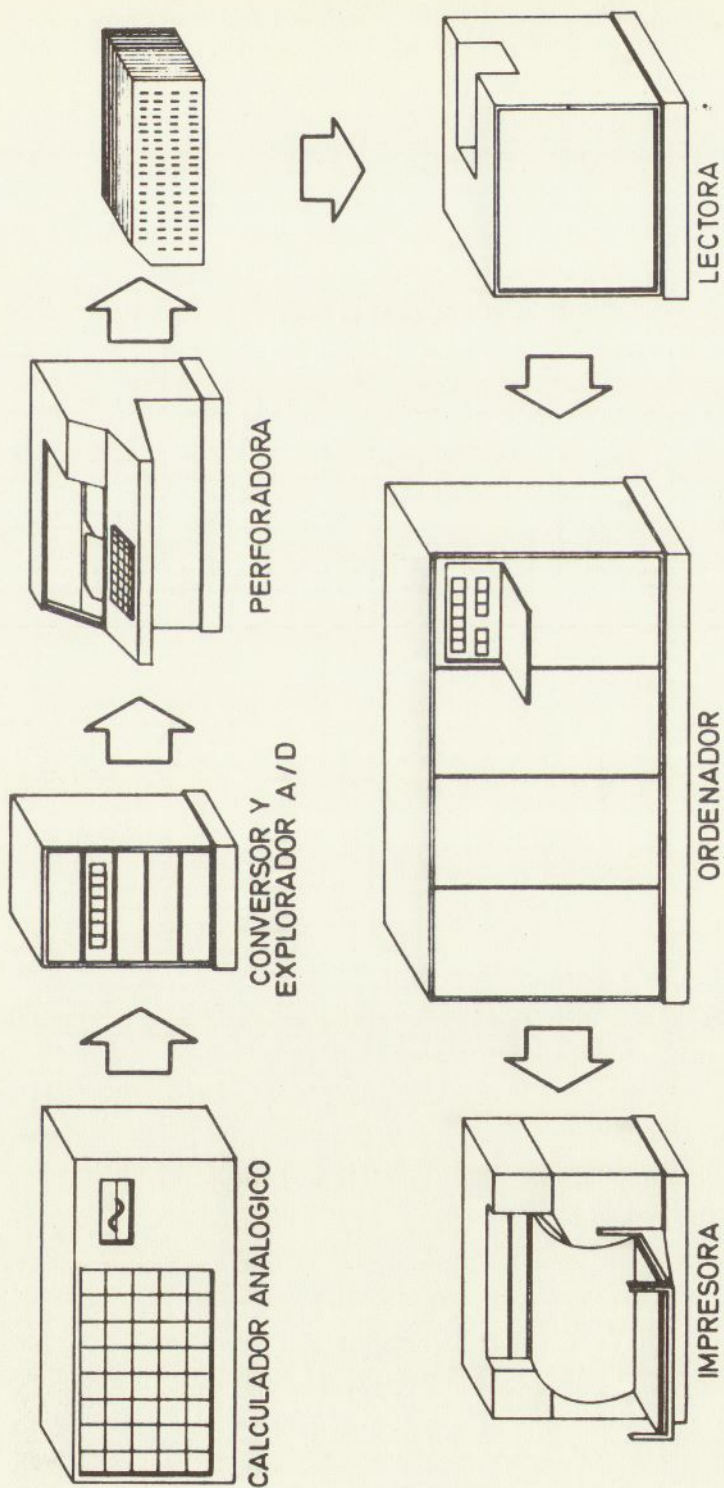


Figura 1.

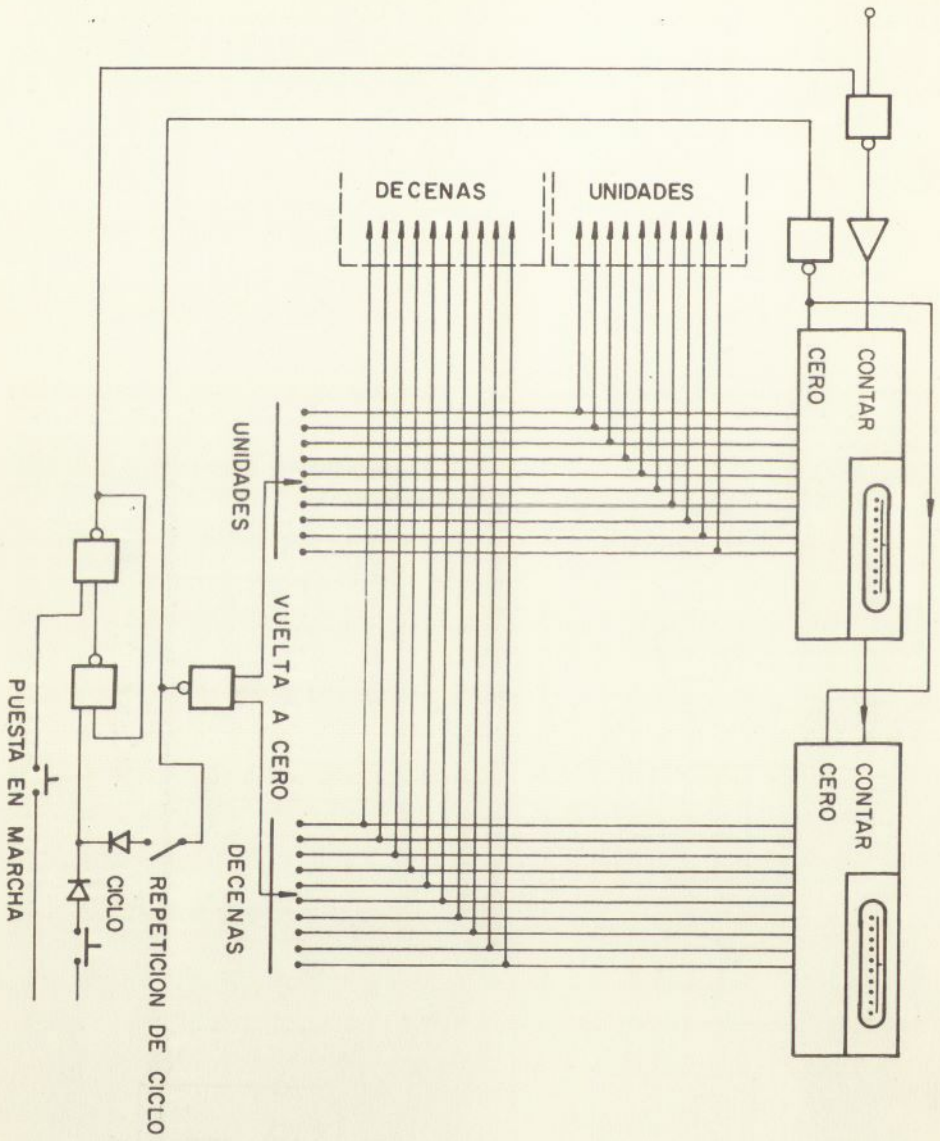


Figura 2.

les en el mallado superpuesto al dominio regido por la ecuación, tal unidad está constituida en esencia por un sistema explorador, que selecciona el nudo objeto de medida, un conversor analógico digital, un módulo de adaptación a una perforadora con control a distancia IBM-545 y una unidad de control de operación. En la figura 1 aparece el organigrama de conjunto de las operaciones a realizar.

UNIDAD DE EXPLORACION DE NUDOS

Encargada de recorrer los sucesivos nudos del mallado, consta, en esencia, de un sistema de 100 relés accionados por un circuito contador capaz de seleccionar el punto a medir en un instante determinado (figura 2). Estos contadores se han construido a base de módulos "Miniwatt" tipo NIC50 compatibles con las familias lógicas RTL tipo 50 y 60 (NORBIT60) que son aptos para su utilización a frecuencias de hasta 10 KHz, viniendo provistos de salida decimal según lógica "no", es decir, presentan valor 0 en la salida correspondiente al número activado, existiendo valor 1 en todas las demás. Con objeto de controlar la exploración completa y automática de un número determinado de nudos, se ha previsto un circuito de puesta a cero, intercalable en cualquier número del contador. A su vez, mediante un circuito memoria y otro puerta se puede seleccionar la repetición de toda la serie de medidas o la detención de todo el proceso en el cero del contador, en espera de un nuevo impulso de iniciación de ciclo, de procedencia manual o automática.

Las salidas de los contadores se llevan, por otro lado, a un conjunto de puertas y (figura 3) que a su vez se unen a un transistor PNP, tipo BC157 que controla un relé REED. Este circuito se ha diseñado en bloques de 10, conectándose cada uno

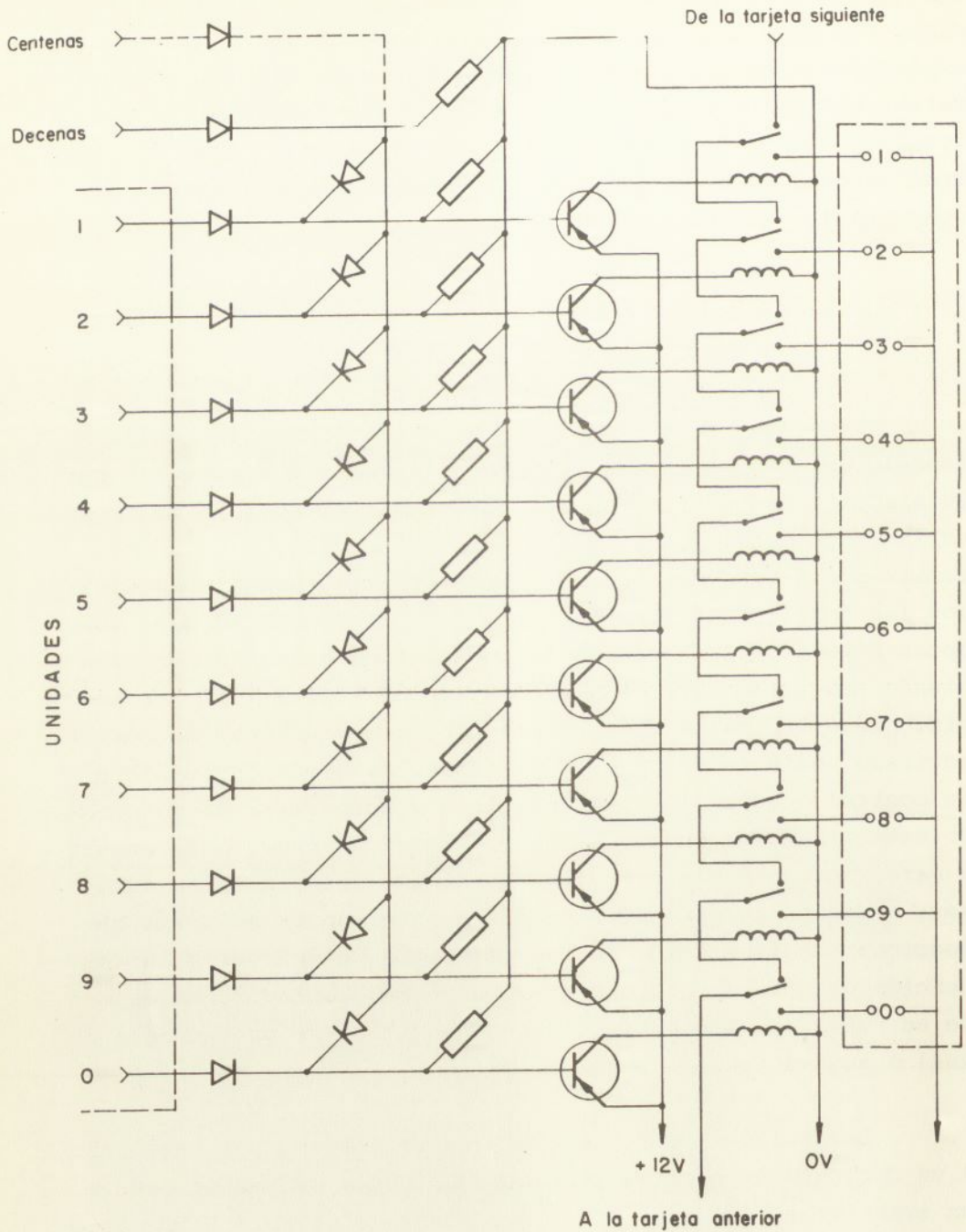


Figura 3.

a la correspondiente salida del contador de las unidades. La entrada común a este conjunto de puertas se conecta a las salidas del contador de decenas, con objeto de abrir únicamente la correspondiente a la coincidencia de ambos dígitos. En caso de desear una ampliación del número de puntos a explorar, bastaría con añadir un diodo a cada bloque de circuitos por cada una de las tarjetas existentes por encima de la de las unidades, así, si desearamos explorar 1000 nudos, precisaríamos 100 bloques de 10 circuitos puerta cada uno; en todos ellos se añadiría el diodo D correspondiente a la cifra de las centenas.

Cuando se activa un circuito puerta determinado, se cierra el relé correspondiente, conectándose el nudo seleccionado al conversor analógico digital. Teniendo presente la inevitable inercia de todo elemento electromecánico, y con objeto de evitar la simultaneidad de medida de dos nudos, se han conectado entre sí de manera que tal coincidencia sea imposible, pues aún en el caso de bloquearse uno de ellos, solo se explorarían los nudos anteriores. Dada la evidente importancia de tales relés, se han elegido del tipo RU debido a su débil potencia de conmutación y elevada velocidad de respuesta, superior a 20 ms, siendo la resistencia de contacto inferior a 100 m Ω , y presentando una tensión de ruptura de contacto de 400 V.

CONVERSOR ANALOGICO-DIGITAL

En la actualidad existe gran variedad de conversores analógicos-digitales, existiendo, incluso comercialmente, como circuito integrado encapsulado en tipo dual-in-line. El presente equipo se ha diseñado de forma que puede utilizarse cualquier conversor, cuya elección vendrá determinada según la índole del problema a tratar. Así, en problemas de tipo estacionario, en los cuales el tiempo empleado en cada medi-

da no afecte a los resultados, se seleccionará una unidad de gran resolución, sacrificando velocidad de respuesta a precisión, mientras que en problemas transitorios se utilizarán conversores muy rápidos aunque, lógicamente, de menor precisión, existiendo elementos con un tiempo de conversión de $1\mu\text{s}$ en 10 bits de medida. En la realización que nos ocupa se ha empleado como conversor en problemas estacionarios un voltímetro digital tipo H-P 3460B capaz de suministrar seis cifras de 0 a 1000 v., con signo y punto decimal automáticos, siendo su velocidad máxima de respuesta de 66 ms, sólo alcanzable cuando se trabaja en coma fija y signo constante. Utilizando selección automática del rango de medida y signo, la mayor velocidad accesible corresponde a 200 ms, siendo la impedancia de entrada, en lecturas inferiores a 10v., de $10^{10} \Omega$ y en escalas superiores, de $10^7 \Omega$, manteniéndose posible su utilización con entradas flotantes. La salida digital de que viene provisto es de código BCD(1-2-4-8) tipo paralelo, es decir aparecen simultáneamente los 24 bits numéricos, así como ocho correspondientes a signo, modo de operación y posición del punto decimal. A su vez dispone de una entrada para el impulso de iniciación de medida y una salida que cae a nivel 0 una vez finalizada la conversión, siendo los niveles lógicos para la totalidad de las salidas de -24v. para nivel 0 y -1v. para nivel 1 sobre una impedancia de 100 K Ω .

En problemas tipo transitorio se utiliza un convertidor integrado "Analog-Devices" tipo ADC10Q de diez bits de resolución con una velocidad de conversión de 25 μs siendo su salida en código BCD (1-2-4-8) compatible TTL/DTL. Como tales unidades vienen limitadas en un margen muy estricto de tensiones de entrada es necesario incluir una etapa previa consistente en un amplificador operacional, encargado de mantener siempre las entradas del conversor dentro de su margen nominal de utilización, en este modelo de 0 a 10 v. Cuando existan nudos con condiciones de potencial muy distintas, la resistencia de entrada del amplificador se incluye con anterioridad a los relés de selec-

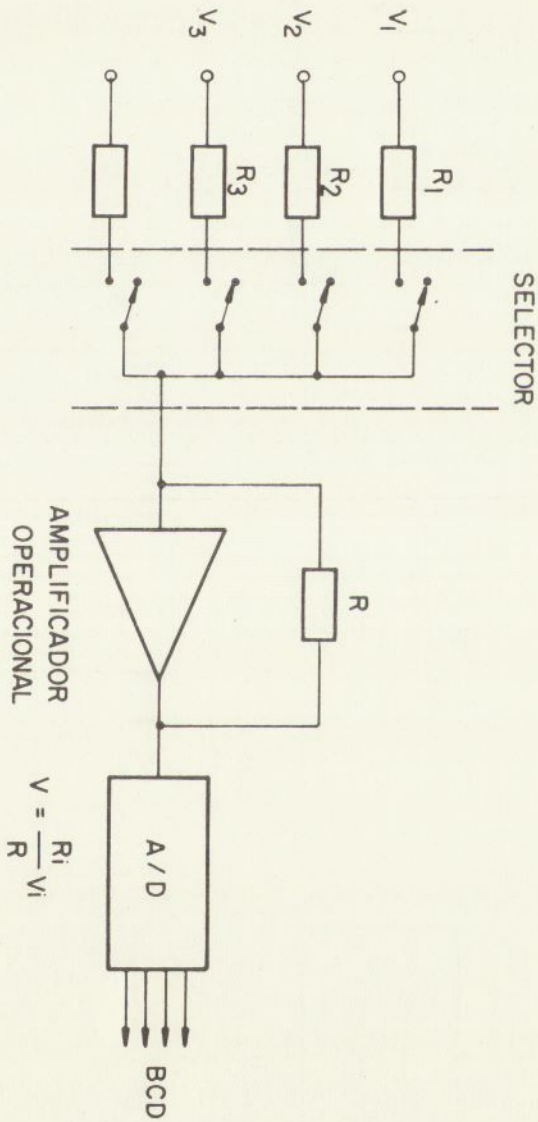


Figura 4.

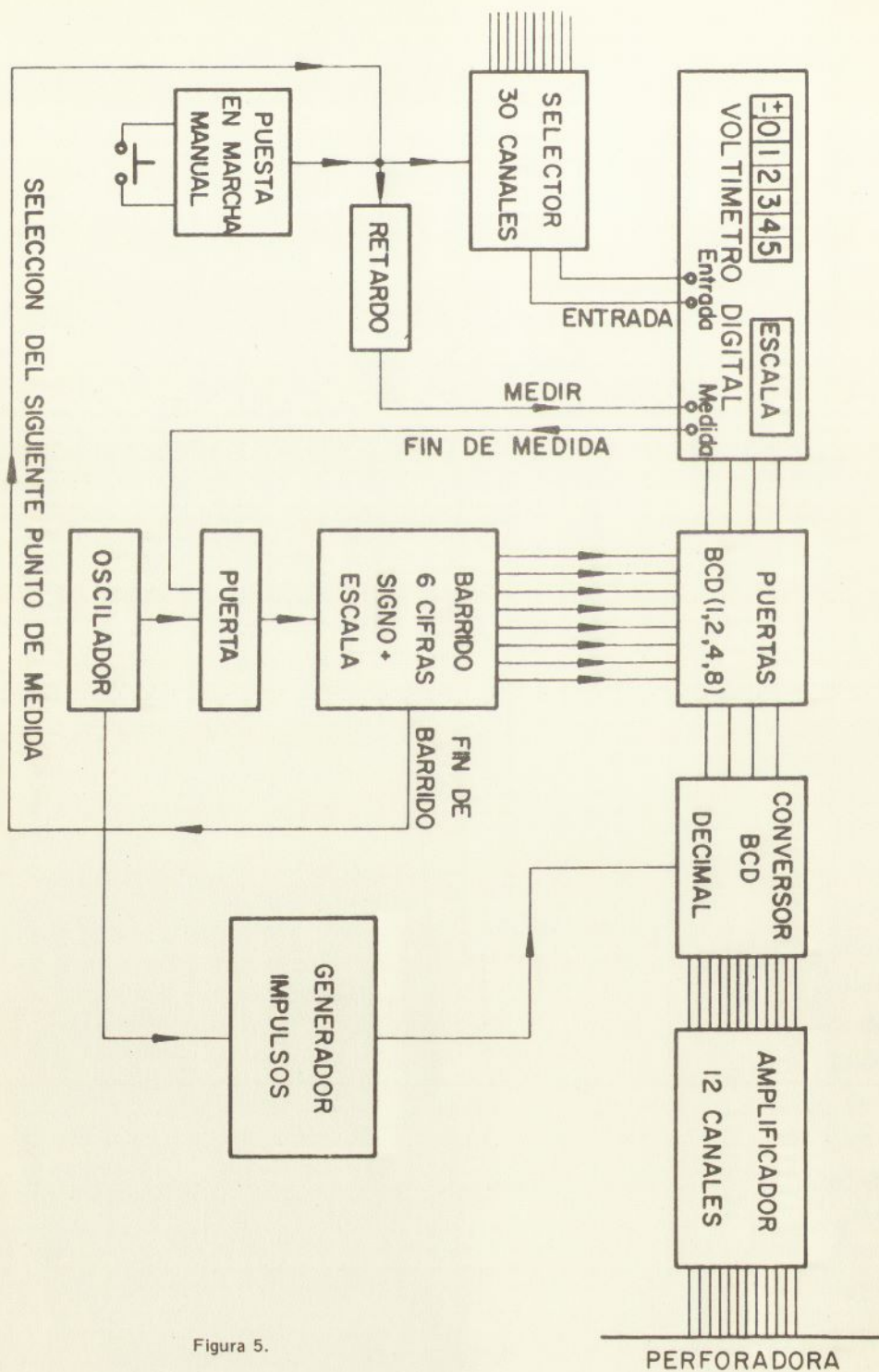


Figura 5.

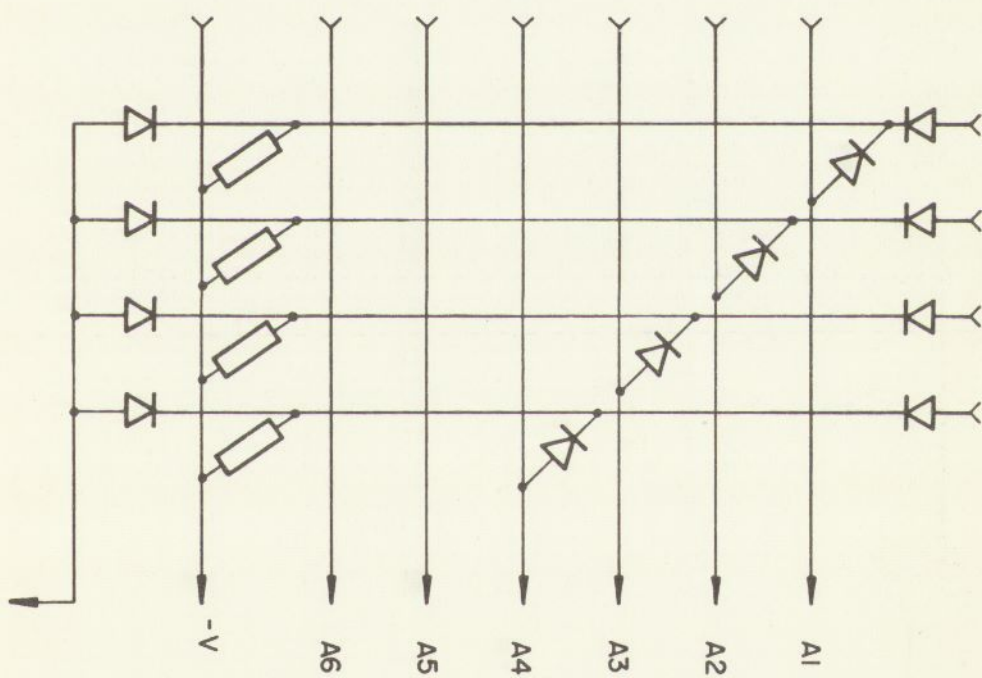


Figura 6.



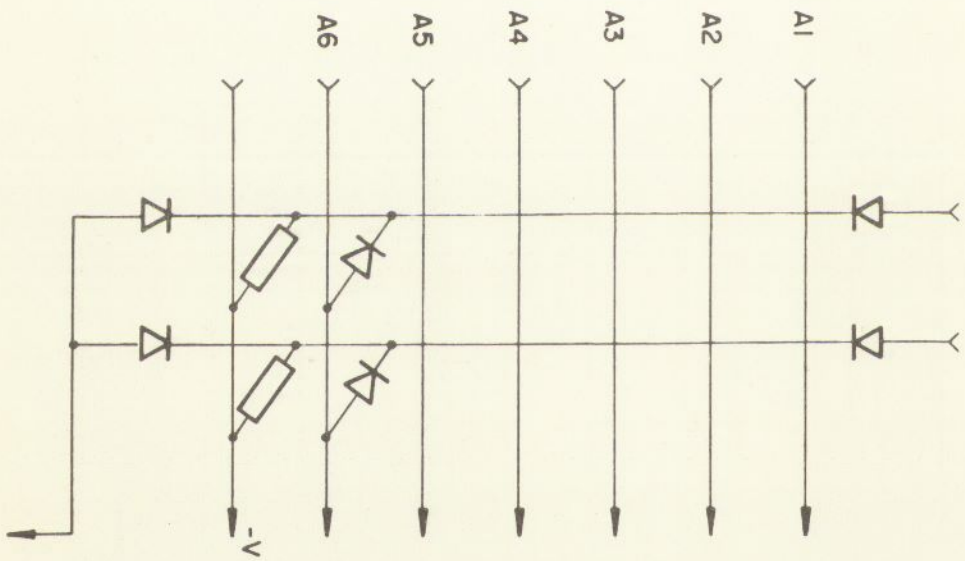


Figura 7.

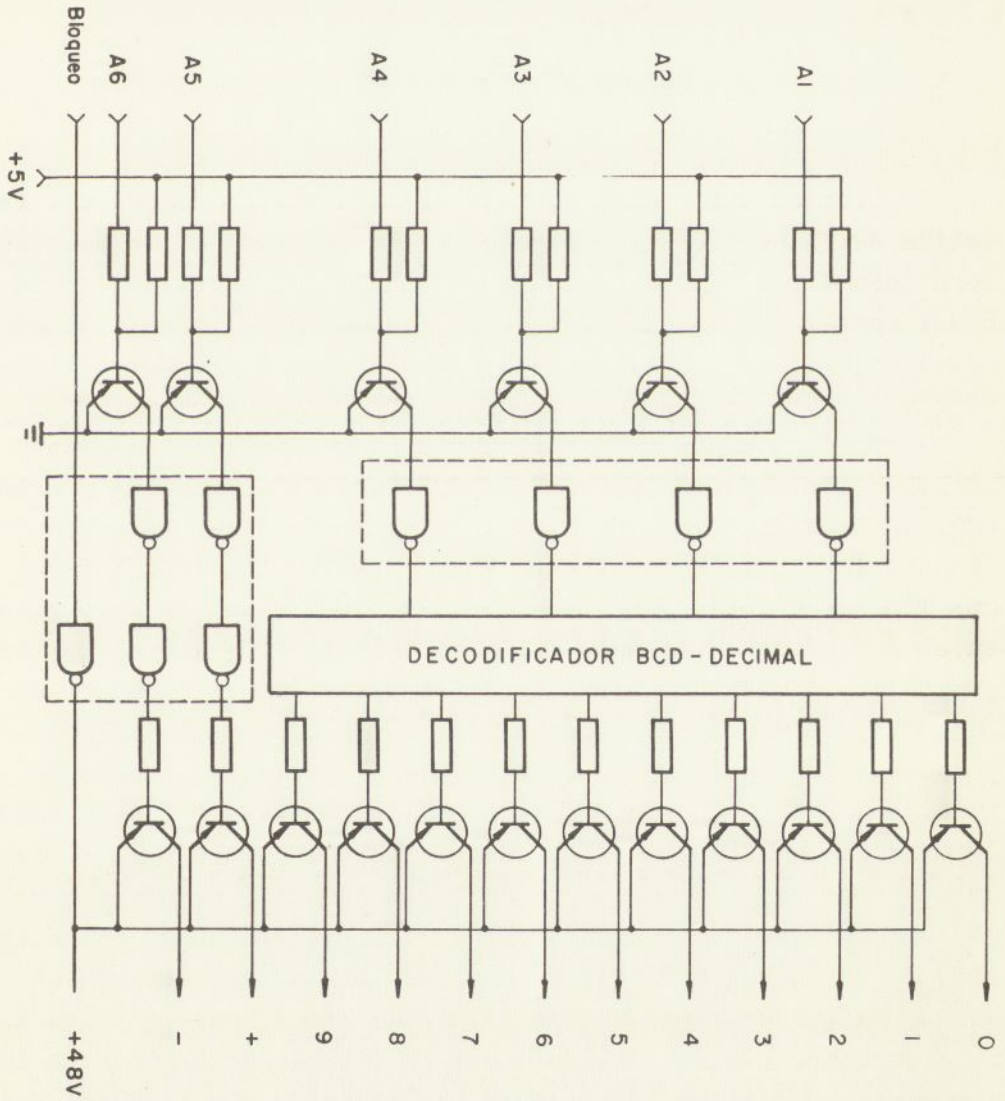


Figura 8.

ción, de forma que la ganancia de entrada varíe, en forma controlada, de un nudo a otro (figura 4).

MODULO DE ADAPTACION

Llegado este punto se plantea el problema de adaptar la salida del conversor (BCD paralelo) a la entrada de la perforadora automática utilizada, que, en este caso, es de código decimal serie, siendo por otra parte necesario convertir los niveles lógicos en los requeridos para la unidad de perforación.

En este sentido se ha construido un módulo de acoplamiento (figura 5) consistente en una serie de circuitos puerta BCD, realizadas a base de diodos (figura 6 y 7), para acoplamiento al voltímetro digital H-P y mediante circuitos integrados TTL serie 54&74 para los de elevada velocidad de respuesta. En el primer caso las cuatro líneas de salida de los circuitos puerta se conectan a cuatro transistores BC148, con objeto de hacerlas compatible con lógica TTL, cuyos colectores tienen por carga las entradas de cuatro inversores (7404), a fin de poder controlar un decodificador BCD-DECIMAL 7441. Las salidas de éste se conectan a diez transistores BD140 cuyos colectores activan los relés de perforación de la IBM-545, mientras que sus emisores se unen al polo positivo de la fuente de alimentación de los circuitos lógicos así como a los +48v de referencia de la perforadora (figura 8). Es de hacer notar que las líneas correspondientes al signo actúan independientemente de los dígitos sobre dos amplificadores, viniendo la posición del punto decimal indicada por la última cifra del número perforado, convirtiéndose en coma flotante durante el proceso de cálculo en el ordenador.

La secuencia de apertura de los distintos circuitos puerta se realiza en la forma clásica (3) mediante relé giratorio controlado por un conjunto de oscilador, puerta y memorias,

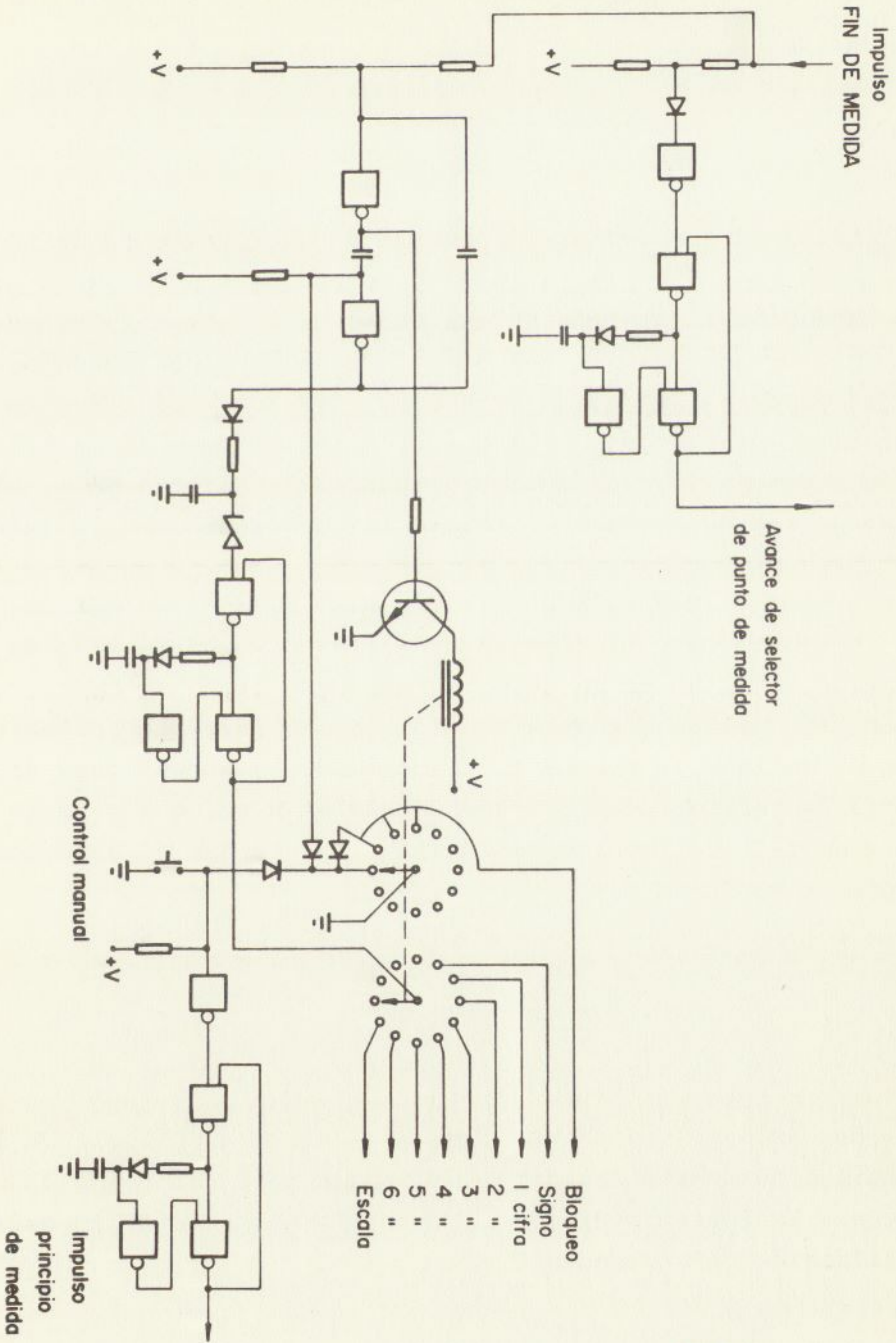


Figura 9

realizados con circuitos NORBIT (figura 9).

UNIDAD DE CONTROL

Encargada de ordenar el correcto funcionamiento de todo el conjunto, coordina las distintas operaciones a realizar para la obtención digital de la distribución de potenciales en el modelo analógico. Una vez recibida la orden de iniciación de medidas, comprueba la puesta a cero del contador del circuito de exploración, proporcionando a continuación el impulso de iniciación de medida a la unidad de conversión. Finalizada ésta, el impulso de fin de conversión inicia la perforación de la información presente en la salida del conversor, cambiando simultáneamente el selector al nudo siguiente. Terminada la perforación, se repite todo el proceso mediante un nuevo impulso de iniciación. Completada la serie de medidas, según se haya programado, se vuelven a empezar a medir en un instante posterior o bien se detiene la operación disponiendo en ambos casos de un nivel de referencia, correspondiendo el nivel 0 a repetición, además de un impulso de 100 ms cada vez que el selector pasa por la posición cero.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid la concesión de una beca del fondo IBM de ayuda a la investigación, sin la cual hubiera sido imposible la realización del presente trabajo.

Bibliografía

- (1) A. OSORIO. "Estudio numérico analógico de problemas térmicos no lineales y convectivos". Publicaciones de la Facultad de Ciencias, Serie A n° 155.
- (2) R. ORTIZ. "Sistemas de simulación analógica en problemas de radiación térmica". Publicaciones de la Facultad de Ciencias, Serie A n° 140.
- (3) R. ORTIZ, A.OSORIO, M. SEVILLA y R. VIEIRA. "Unidad de Adaptación de la Perforadora IBM-545 a equipos de medida digitales". Boletín del C.C.U.M. n° 19-1972.