

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Eléctrica

**“Controlador Digital de un Dosificador para
Mezcla de Uso Industrial”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del TITULO de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especialización: **ELECTRONICA**

Presentada por:

RICARDO VITERI MARCET

Guayaquil - Ecuador

1.985

Á G R A D E C I M I E N T O

- AL ING. PEDRO CARLO P.,
DIRECTOR DE TESIS, POR SU
VALIOSA COLABORACION PARA
LA REALIZACION DE ESTE
TRABAJO.
- A LOS SENORES INGENIEROS :
VICTOR BASTIDAS Y CESAR
YEPEZ, POR EL SINCERO APO
YO QUE ME BRINDARON.

DEDICATORIA

- A LA MEMORIA DE MIS PADRES:
DON SERGIO VITERI JIMENEZ Y
DONA CARMEN MARCET DE VITERI
- A MI TIA ELENA
- A MIS HERMANOS MARIA DEL CAR
MEN, JAVIER, MARIA DEL ROSARIO
Y MARIA JOSEFA.
- A MI ESPOSA LUPE
- A MIS HIJOS RICARDO, SERGIO,
MIGUEL Y RAFAEL.



ING. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES
SUB-DECANO DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA ELECTRICA



ING. PEDRO CARLO PAREDES
DIRECTOR DE TESIS



ING. CARLOS BECERRA ESCUDERO
MIEMBRO PRINCIPAL



ING. PEDRO VARGAS GORDILLO
MIEMBRO PRINCIPAL

DECLARACION EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTOS EN ESTA TESIS, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA, A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES - DE LA ESPOL).



RICARDO VITERI MARCET

RESUMEN

La idea de realizar esta tesis surgió de la observación de un aparato similar, pero analógico, que controla la mezcla de materiales en una concretera de la ciudad de Guayaquil. Desconozco si existe alguna concretera en nuestro país que cuente con un controlador de mezcla digital, como el tema de esta tesis. En caso de que existiera, - pienso que utilizaría un microprocesador, por ser más flexible y económico. El valor de este diseño pienso que es más bien académico, pues no fue sacado de ningún libro y utiliza una variedad de circuitos integrados TTL de uso común, tales como sumadores, comparadores, selectores, contadores, multi-vibradores monoestables, conversores BCD-Binario flip-flips, puertas de varios tipos, y un conversor - analógico - digital que utiliza un sistema optoeléctrico. Pienso que con ciertas modificaciones, tal vez podría ser útil con fines pedagógicos en algún laboratorio de la ESPOL.

INDICE GENERAL

	<u>Nº</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VII
INDICE DE FIGURAS -----	IX
INTRODUCCION -----	11
CAPITULO I	
DESCRIPCION DEL PROYECTO -----	13
1.1. ESPECIFICACIONES -----	13
1.2. DIAGRAMA DE BLOQUES-----	16
CAPITULO II	
DISEÑO DE LOS CIRCUITOS -----	24
2.1. DISPOSITIVO DIGITAL MEDIDOR DE PESO -----	24
2.2. INTERRUPTORES DE ENTRADA DE MATERIALES ---	29
2.3. CONVERTIDOR BCD - BINARIO -----	33
2.4. SUMADOR BINARIO DE DATOS -----	37
2.5. SUMADOR BINARIO DE CONTROL -----	39
2.6. SELECTOR DE DATOS DE ENTRADA -----	41

2.7. SELECTOR DE DATOS DE AJUSTE -----	43
2.8. COMPARADOR BINARIO -----	45
2.9. CONTADOR BINARIO DE SEÑAL -----	47
2.10. CONTADOR BINARIO DE CONTROL -----	49
2.11. CONTROL DE DATOS -----	51
2.12. CONTROL DE SEÑALES -----	53
CAPITULO III	
CONSTRUCCION -----	57
3.1. CONSIDERACIONES PRACTICAS -----	57
3.2. DISPOSICION FINAL DE LOS COMPONENTES -----	59
CAPITULO IV	
PRUEBAS Y RESULTADOS -----	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	64
APENDICE -----	66
BIBLIOGRAFIA -----	90

INDICE DE FIGURAS

<u>Nº</u>		<u>PAGS.</u>
1.1.	DIAGRAMA DE BLOQUES -----	16
2.1.	DIAGRAMA DEL DISPOSITIVO MEDIDOR DE PESO-----	26
2.2.	INTERRUPTORES -----	30
2.3.	CONVERTIDOR BCD - BINARIO -----	34
2.4.	DIAGRAMA SN74184 -----	36
2.5.	SUMADOR BINARIO DE DATOS-----	38
2.6.	SUMADOR BINARIO DE CONTROL -----	40
2.7.	SELECTOR DE DATOS DE ENTRADA -----	42
2.8.	SELECTOR DE DATOS DE AJUSTE -----	44
2.9.	COMPARADOR BINARIO -----	46
2.10.	CONTADOR BINARIO DE SEÑAL -----	48
2.11.	CONTADOR BINARIO DE CONTROL -----	50
2.12.	CONTROL DE DATOS -----	52
2.13.	CONTROL DE SEÑALES -----	54
2.14.	CONTROL DE SEÑALES -----	55
3.1.	VISTA INFERIOR DEL TABLERO -----	58
3.2.	DISPOSICION FINAL DE LOS COMPONENTES--	59

FIGS.

PAGS.

3.3. VISTA SUPERIOR DEL TABLERO -----

60

INTRODUCCION

El primer paso regular para la elaboracion de este proyecto de tesis, una vez escogido el tema, es determinar las características y condiciones que deba satisfacer el diseño, para de este modo determinar el tipo y número de componentes que serán necesarios, tales como circuitos integrados, resistencias, condensadores, etc., etc.

Como resultado de esta etapa de conocimiento de los componentes y través de parámetros que viajaron a los circuitos de diseño de componentes.

El siguiente paso fue el de la construcción y prueba de esta etapa fue cuando hubo que resolver algunas dificultades y en algunos casos realizar circuitos de prueba. También tiene que conseguir algunos componentes adicionales de los cuales fueron adquiridos directamente y otros en el exterior.

En esta etapa fue la de elaboracion del montaje de

INTRODUCCION

El primer paso seguido para la elaboración de este proyecto de tesis, una vez escogido el tema, fue determinar las características y condiciones que debía satisfacer el diseño, para de este modo determinar el tipo y número de elementos que serían necesarios, tales como circuitos integrados TTL, resistencias, condensadores . LED'S, etc.....

Luego vino la etapa de consecución de los elementos a través de personas que viajaron a los Estados Unidos de Norteamérica.

El siguiente paso fue el de la construcción y pruebas. En esta etapa fue cuando hubo que resolver algunas dificultades y en algunos casos rediseñar ciertos circuitos. También tiene que conseguir algunos elementos adicionales, algunos de los cuales fueron conseguidos localmente y otros en el exterior.

La última etapa fue la de elaboración del borrador de

la tesis, su revisión y por último la presentación final de la misma, previa a la obtención del titulo.

CAPITULO 1

DESCRIPCION DEL PROYECTO

En este Capítulo se tiene una visión global del proyecto y una descripción detallada de su funcionamiento.

1.1. ESPECIFICACIONES

A continuación tenemos las especificaciones de las variables usadas en el proyecto

W_1 = peso material 1: 0-999Kgs. A_1 = ajuste fino mat.1:0-9Kg.

W_2 = peso material 2: 0-999Kgs. A_2 = ajuste fino mat.2:0-9Kg.

W = lectura de la balanza: 0 - 1000 Kgs.

ENTRADAS

- Peso de los dos materiales, incluyendo el ajuste fino, en BCD. Tres décadas para el peso y una para ajuste fino para cada material.

- Lectura de la Balanza, directamente en binario, mediante un dispositivo conversor secuencial. Capacidad, 10 bits.

PROCESO

El peso de los materiales es convertido a código binario, 10 bits, para ser comparado con el valor binario de la lectura de la balanza. Mediante dos circuitos sumadores, dos selectores de datos y dos circuitos de control se consigue que las comparaciones se hagan en la secuencia siguiente:

$$1. W = W_1 - A_1$$

$$2. W = W_1$$

$$3. W = (W_1 + W_2) - A_2$$

$$4. W = W_1 + W_2$$

Cada vez que se producen las igualdades anotadas arriba, avanza un contador binario, el cual en conjunto con un circuito de control,

proporciona las señales que van a manejar el sistema mecánico de compuertas por donde caen los materiales al tanque que está conectado con la balanza.

SALIDAS

Consisten en las siguientes señales:

- Empieza material 1: Abre la compuerta del material 1.
- Ajuste fino material 2: Abre la compuerta del material 2.
- Ajuste fino del material 2: La compuerta del material 2 se abre y cierra rápidamente, permitiendo que el material caiga poco a poco.
- Parada material 2: Cierra la compuerta del material 2.

1.2. DIAGRAMA DE BLOQUES

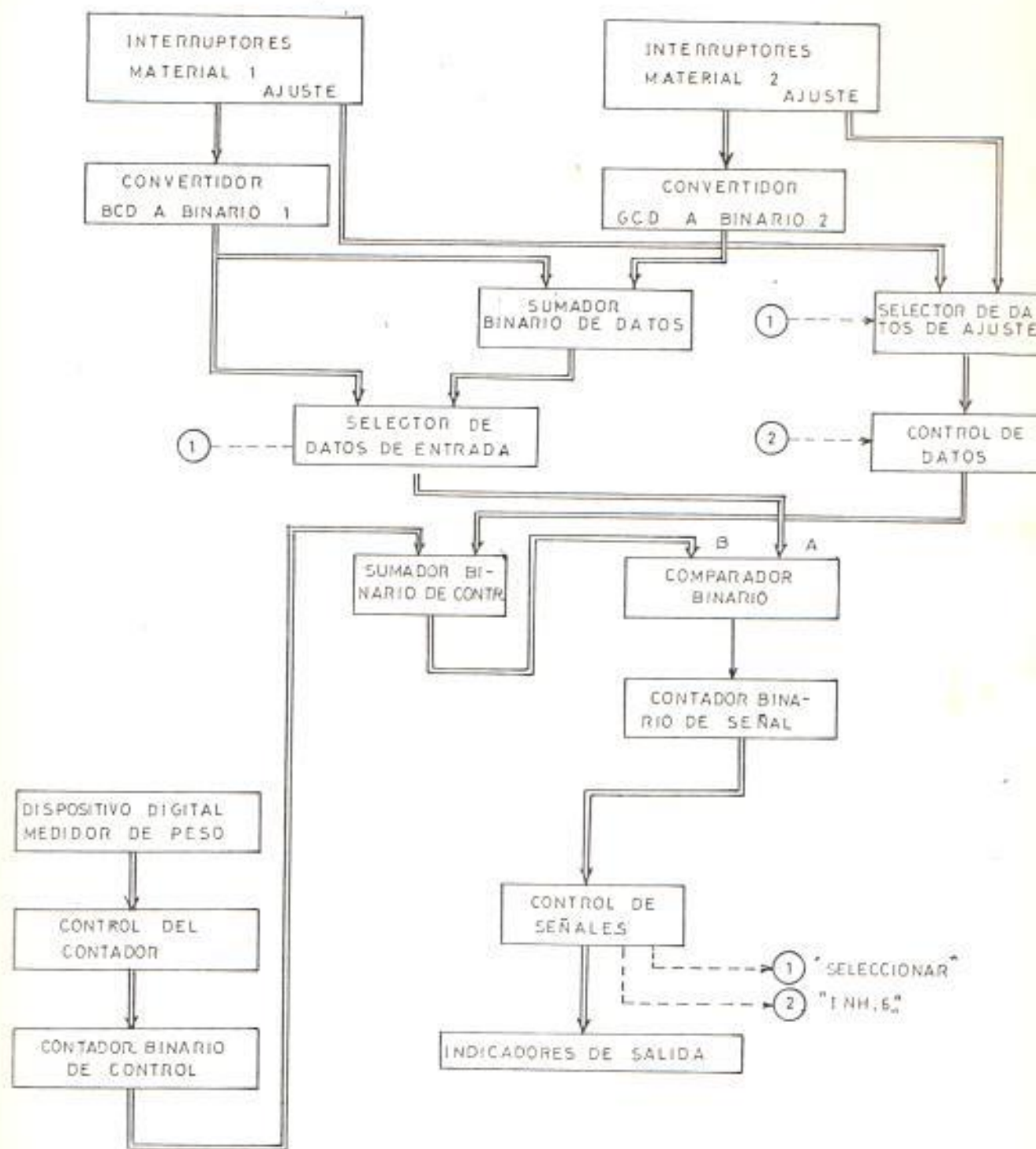


FIGURA Nº1.1.- DIAGRAMA DE BLOQUES

DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO

Inicialmente, la balanza marca cero, por lo tanto el contador binario de control, también tiene un valor de cero. Por otra parte, el contador binario de señal se encuentra en su estado inicial de cero, y por consiguiente - las señales: "Seleccionar" e "Inhibir", que proporciona el circuito de control de señales, se encuentran en el nivel lógico de "1". El nivel lógico de "1" de la señal "Seleccionar" hace que el selector de datos de entrada, permita que pase el valor binario de 10 bits que proviene del circuito convertidor BCD a binario 1 y que representa el peso del material 1, colocado inicialmente en los interruptores de material 1; además, esta misma señal "Seleccionar", con nivel "1", hace que pase por el circuito selector de datos de ajuste, el valor de ajuste fino para el material 1, colocado en los interruptores de ajuste fino del material 1. La señal "Inhibir", con nivel "1", hace que a la salida - del control de datos, se encuentre el valor de ajuste fino para el material 1. Por consiguiente, el sumador binario de control, tiene como

entradas: el valor del peso que registra la balanza, que se encuentra en cero y el valor de ajuste fino para el material 1. La salida de este circuito registra en ese momento, el valor de ajuste fino de material 1.

El circuito comparador binario, tiene como entradas: por un lado la salida del selector de datos de entrada, que representa el valor binario del peso del material 1, y por el otro lado, la salida del sumador binario de control que en este momento representa el valor de ajuste fino del material 1. En los indicadores de salida se encuentra prendida la luz verde "Empieza material 1".

Bajo estas condiciones iniciales empieza a caer el material 1 sobre la balanza, esta a su vez hace que gire el disco del dispositivo digital medidor de peso y avance el contador binario de control, la salida del cual representa el valor binario del peso del material, que se encuentra sobre la balanza, en este caso, el peso del material 1. Este valor es sumado -

con el valor de ajuste fino del material 1 en el sumador binario de control. Por lo tanto, el circuito comparador binario, levantará la señal "Igualdad", cuando el peso del material en la balanza sea igual al valor, del peso del material 1, menos el valor de ajuste fino del material 1. En ese momento, el contador binario de señal avanza en 1 y el control de señales hace que, la señal "Inhibir", cambie al nivel lógico "0"; se apague la luz "Empieza material 1" y se prenda la luz amarilla "Ajuste fino material 1". El nivel "0" de la señal "Inhibir", hace que, la salida del control de datos y por consiguiente entrada del sumador binario de control, se cambie a cero. Por consiguiente, la salida del sumador binario de control y entrada del comparador binario, se hace igual al valor del peso del material sobre la balanza. El material sigue cayendo, pero en forma más lenta, hasta que nuevamente se levanta la señal "Igualdad", haciendo, que el contador binario de señal avance en 1 más y el control de señales, hace que, la señal "Seleccionar" cambie al nivel "0"; la señal "Inhibir" cambie nuevamente al nivel "1"; se apa

que la luz "Ajuste fino material 1" y se prendan - las luces "Parada material 1", y "Empieza material 2". La señal "Seleccionar" al nivel "0", hace que a la salida del selector de datos de entrada, se encuentre, la salida del sumador binario de datos, que a su vez es el resultado de la suma de los valores de los pesos de material 1 y material 2 ; además esta señal, también hace que el selector de datos de ajuste, deje pasar el valor de ajuste fino del material 2.

De tal manera, que el circuito comparador binario volverá a levantar la señal "Igualdad" cuando haya caído sobre la balanza suficiente material 2 para que el valor binario de su peso sea igual a la suma de ambos materiales menos el valor de ajuste fino del material 2. Cuando esto sucede, el contador binario de señal avanza en 1, causando que, la señal "Inhibir" cambie al nivel "0"; se apaguen las luces "Parada material 1" y "Empieza material 2"; y se prende la luz amarilla "Ajuste fino material 2". El nivel lógico "0" de la señal "Inhibir", como fue detallado anteriormente, hace que el valor a la salida del sumador binario

de control y entrada del comparador binario, se hace igual al valor del peso de los materiales sobre la balanza. El material 2 sigue cayendo más lentamente, hasta que el peso del material sobre la balanza es igual a la suma de los materiales 1 y 2 fijados en los interruptores de entrada de materiales. En ese momento se levanta la señal "Igualdad", haciendo que el contador binario de señal avance en 1 y el control de señales hace que se apague la luz "Ajuste fino material 2" y se encienda la luz roja "Parada material 2", que indica el fin del proceso.

En resumen, el proceso de dosificación de los materiales pasa por 5 estados consecutivos : caída material 1, ajuste fino material 1, caída material 2, ajuste fino material 2, fin del proceso. Los estados están determinados por los niveles de las señales : "Seleccionar" e "Inhibir", según la tabla:

ESTADOS:

- 1: Caída material 1
- 2: Ajuste fino material 1
- 3: Caída material 2
- 4: Ajuste fino material 2
- 5: Fin de proceso

ESTADOS	1	2	3	4	5
Seleccionar1	1	0	0	0	X
Inhibir	1	0	1	0	X

Tabla 1.1.
Señales de Control Vs.Estados

Los indicadores de salida varían según la siguiente tabla:

TABLA N° 1.2.

ESTADOS	1	2	3	4	5
Empieza Material 1	1	0	0	0	0
Ajuste fino material 1	0	1	0	0	0
Parada material 1	0	0	1	0	0

INDICADORES DE SALIDA Vs. ESTADOS

1 = Encendido

0 = Apagado

X = Cualquier valor

Las entradas A y B del comparador binario, varían según la tabla:

TABLA N° 1.3.

	ENTRADAS	Vs.		ESTADOS		
ESTADOS	1	2	3	4	5	
Entrada A	W_1	W_1	W_1+W_2	W_1+W_2	---	
Entrada B	$W+A_1$	W	$W+A_2$	W	---	

W = lectura de la balanza

W_1 = peso material 1

W_2 = peso material 2

A_1 = ajuste fino material 1

A_2 = ajuste fino material 2

CAPITULO II

DISEÑO DE LOS CIRCUITOS

En este capítulo tenemos el diseño de cada uno de los circuitos componentes del proyecto incluyendo su función, elementos usados y operación.

2.1. DISPOSITIVO DIGITAL MEDIDOR DE PESO

FUNCIÓN: Convertir el movimiento angular de una rueda, que a su vez está acoplada a la balanza que mide el peso de los materiales, en una serie de pulsos que permiten obtener el valor del peso en un número binario de 10 bits.

ELEMENTOS USADOS: Una rueda transparente de material plástico de 10 cm. de diámetro, dividida en franjas claras y oscuras.

Existen tres distancias radiales, en cada una de

las cuales existen 20 franjas oscuras separadas con franjas claras de doble ancho, dispuestas en forma alternada en las tres distancias radiales.

Tres pares de foco - fototransistor que sensan las franjas oscuras de la rueda, produciendo tres señales pulsantes.

OPERACION

Cuando la luz llega a la base de los fototransistores, hace que conduzcan, de tal manera que los colectores muestran un potencial de +0.4 V con relación al emisor que a su vez está conectado a la "tierra" del circuito. El potencial +0.4 V equivale a un nivel lógico "0".

Cuando una franja oscura se interpone entre un foco y su fototransistor, impide que la luz llegue a la base del mismo y por lo tanto, el fototransistor no conduce.

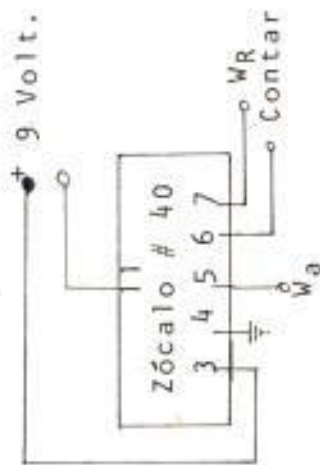
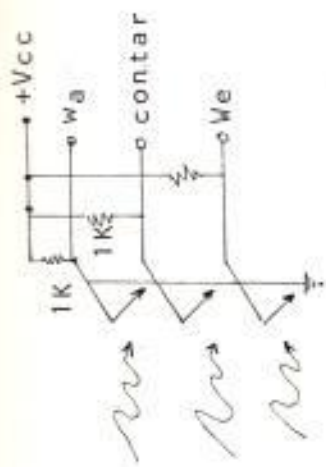
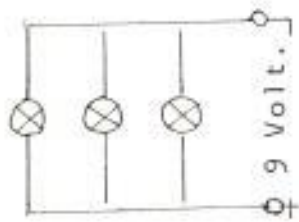
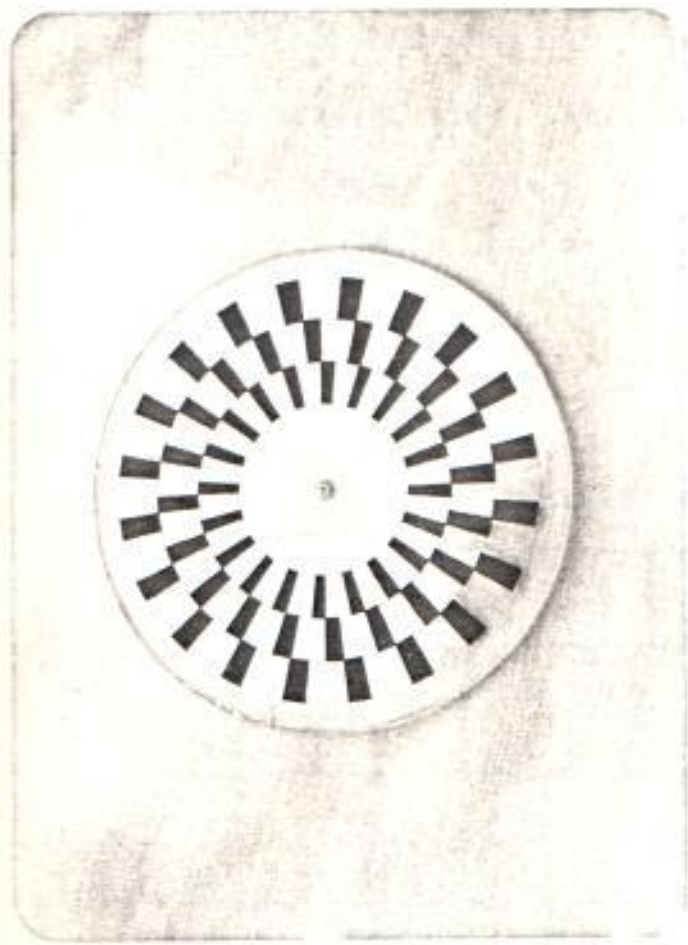


FIGURA N° 2.1. DIAGRAMA DEL DISPOSITIVO MEDIDOR DE PESO

El potencial en ese caso en el colector es de + 4.8 V, muy cercano al valor +5V de V_{CC} . Este valor de potencial de +4.8V., equivale a un nivel lógico de "1". En resumen, a una franja oscura equivale un nivel lógico "1" a la salida del fototransistor, y para una franja clara, el nivel es "0".

Por lo tanto, las salidas, que son las señales W_a , contar y W_r , van a variar entre "0" y "1", según las siguientes secuencias:

Giro contrasentido del reloj

W_a	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Contar	0	1	0	0	1	0	0	1	0
W_r	1	0	0	1	0	0	1	0	0

Tabla N°2.1.

SEREALES EN FUNCION DE LA SECUENCIA DE GIRO

Continuación...Tabla N^o 2.1.

Giro en sentido del reloj

W_a	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Contar	1	0	0	1	0	0	1	0	0
W_r	0	1	0	0	1	0	0	1	0

Se puede observar que dependiendo del sentido de giro del disco, la secuencia con que va rian las señales W_a , W_r y contar es diferente. Concretamente:

1. Cuando el disco gira en sentido contrario a las manecillas del reloj; la secuencia en que las señales se hacen "1" es Contar, W_a , W_r , Contar, W_a , W_r , etc.....
2. Cuando el disco gira en sentido igual al de las manecillas del reloj; la secuencia es, Contar, W_r , W_a , Contar, W_r , W_a , etc.....

Esto permite determinar en que sentido gira el disco y por lo tanto, hacer que el contau

dor binario de control, avance o retroceda.

El circuito que realiza esta función es el control del contador que será diseñado más adelante.

2.2. INTERRUPTORES DE ENTRADA DE MATERIALES

2.2.1. Función

Proporcionar los valores de peso de materiales, en código BCD. Cada material tiene 3 dígitos y cada dígito tiene 4 bits, de tal manera que se necesitan 12 interruptores para cada material. Además se necesita un dígito de ajuste fino para cada material, o sea 4 interruptores por material.

En total son 16 interruptores por material es decir, 32 interruptores en total.

2.2.2. Elementos usados

Interruptores armados en grupos de 4, de tal manera que cada grupo representa un dígito decimal.

MATERIAL 1

PE50

DAS
8421

D.F.S
8421

D.M.S
8421

AJUSTE

8421

MATERIAL 2

PE50

DAS
8421

D.F.S
8421

D.M.S
8421

AJUSTE

8421

FIGURA N° 2.2. INTERRUPTORES

DMS: digito menos significativo
DIS: digito intermedicamente significativo
DAS: digito altamente significativo

M1: material 1
M2: material 2
A1: ajuste material 1
A2: ajuste material 2

SALIDAS

Bit 8 DAS M1	Bit 8 DAS M2
Bit 4 DAS M1	Bit 4 DAS M2
Bit 2 DAS M1	Bit 2 DAS M2
Bit 1 DAS M1	Bit 1 DAS M2
Bit 8 DIS M1	Bit 8 DIS M2
Bit 4 DIS M1	Bit 4 DIS M2
Bit 2 DIS M1	Bit 2 DIS M2
Bit 1 DIS M1	Bit 1 DIS M2
Bit 8 DMS M1	Bit 8 DMS M2
Bit 4 DMS M1	Bit 4 DMS M2
Bit 2 DMS M1	Bit 2 DMS M2
Bit 1 DMS M1	Bit 1 DMS M2
Bit 8 A1 = b^3A_1	Bit 8 A2 = b^3A_2
Bit 4 A1 = b^2A_1	Bit 4 A2 = b^2A_2
Bit 2 A1 = b^1A_1	Bit 2 A2 = b^1A_2
Bit 1 A1 = b^0A_1	Bit 1 A2 = b^0A_2

2.2.3. Operación

Los interruptores tienen dos posiciones y son manuales, es decir, se colocan en la posición deseada con la mano. Las posiciones se denominan "encendido" y "apagado". En la posición "encendido" el interruptor transfiere y en la "apagado" se encuentra abierto. Los circuitos TTL reconocen un circuito abierto en una patita de entrada como un nivel lógico "1", de tal manera que para poder representar los niveles "0" y "1", de tal manera que para poder representar los niveles "0" y "1", conectaremos la "tierra", es decir 0 voltios, a una patita del interruptor, de tal manera que cuando esté en la posición "encendido", tengamos el nivel "0" y cuando esté en la posición "apagado", tengamos un "1". De esta manera podemos representar niveles "0" y "1" en todos los 32 interruptores miniatura que sirven para representar los valores BCD de los pesos de materiales 1 y 2 así como los valores de ajuste fino de anchos materiales.

2.3. CONVERTIDOR BCD - BINARIO

2.3.1. Función

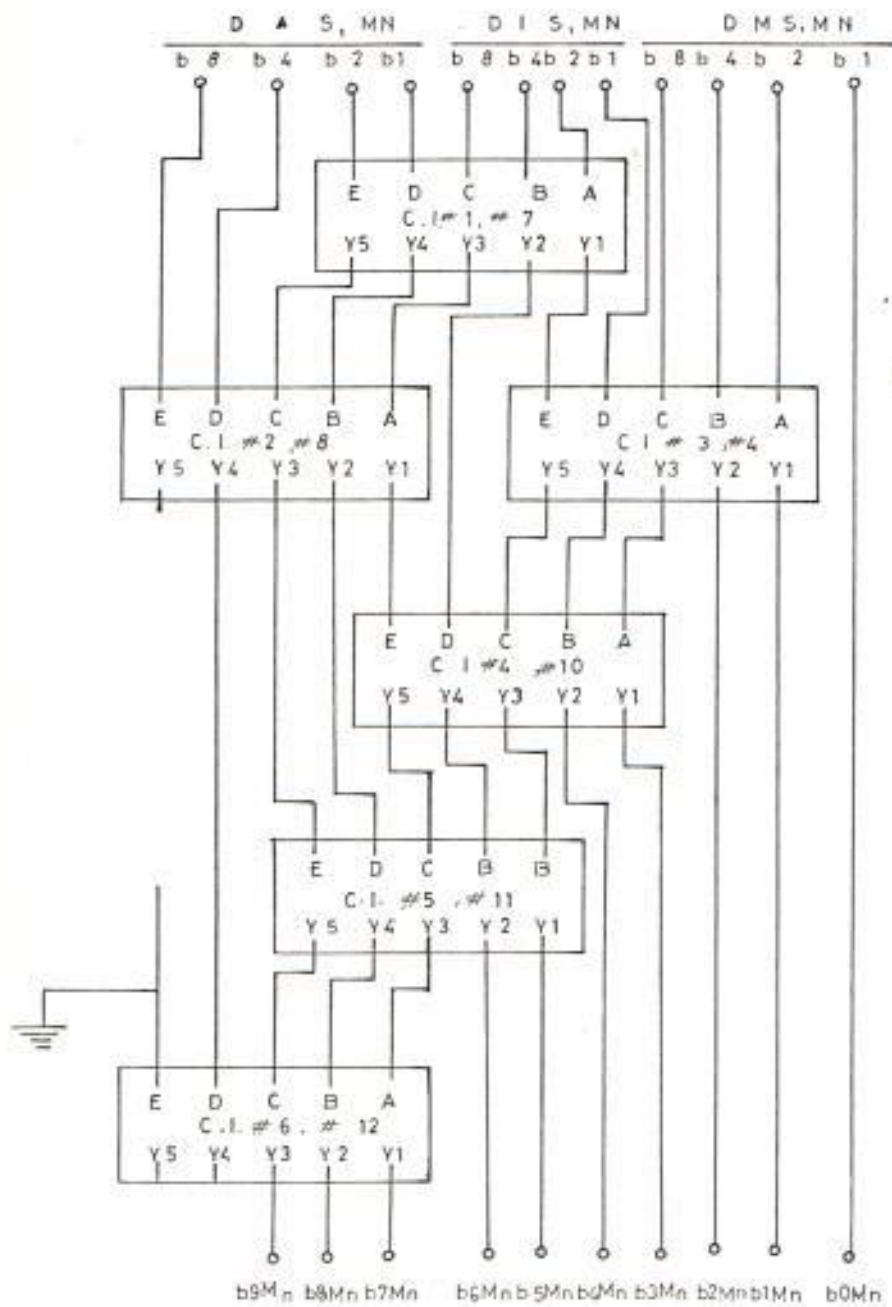
Transformar el número decimal de tres -
digitos, representado en código BCD -
(12 Bits) en el número binario equi-
valente (10 bits).

2.3.2. Elementos Usados

Circuitos integrados del tipo SN74184.

Para convertir tres décadas se necesi-
tan 6 de ellos interconectados en
tre sí.

Nota: Este circuito es igual para ambos
materiales.
n = 1,2.



NOTA: ESTE CIRCUITO ES
 IGUAL PARA AMBOS
 MATERIALES
 N = 1,2

FIGURA N°2.3.-CONVERTIDOR BCD - BINARIO

2.3.3. Operación

Con los circuitos SN 74184 conectados como se encuentra indicado en la página 7-294 - del libro "The TTL Data Book" de la Texas Instruments, se convierte el valor BCD de tres décadas en un valor binario de 10 bits equivalente.

La tabla de verdades de un circuito SN74184 es la que sigue:

B C D PALABRAS	E N T R A D A S					S A L I D A S				
	E	D	C	B	A	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
4-5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6-7	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
8-9	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
10-11	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
12-13	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
14-15	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
16-17	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
18-19	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
20-21	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
22-23	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
24-25	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
26-27	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
28-29	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0
30-31	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
32-33	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
34-35	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1
36-37	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0
38-39	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1

TABLA N°2.2.
TABLA VERDADES DE CONVERTIDOR BCD-BINARIO

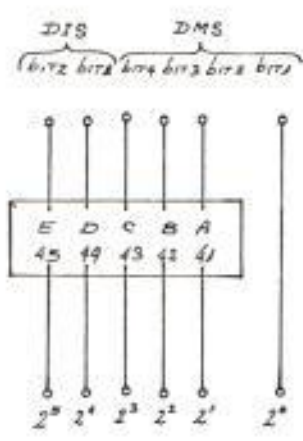


FIGURA N^o 2.4. DIAGRAMA SN74184

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería Eléctrica
BIBLIOTECA
Inv. No. ELEC-033

2.4. SUMADOR BINARIO DE DATOS

2.4.1. Función

Sumar los dos números binarios de 10 bits que representan los pesos de los materiales 1 y 2.

La salida del circuito es otro número binario de 10 bits que representa la suma de los pesos de los materiales, siendo el máximo el valor 1.000 (decimal), que es la lectura máxima de la balanza.

2.4.2. Elementos Usados

Los circuitos integrados del tipo, - SN74LS283, sumadores binarios de 4 bits,

Para realizar la suma de dos números de 10 bits, necesitamos interconectar 3 circuitos en cascadas.

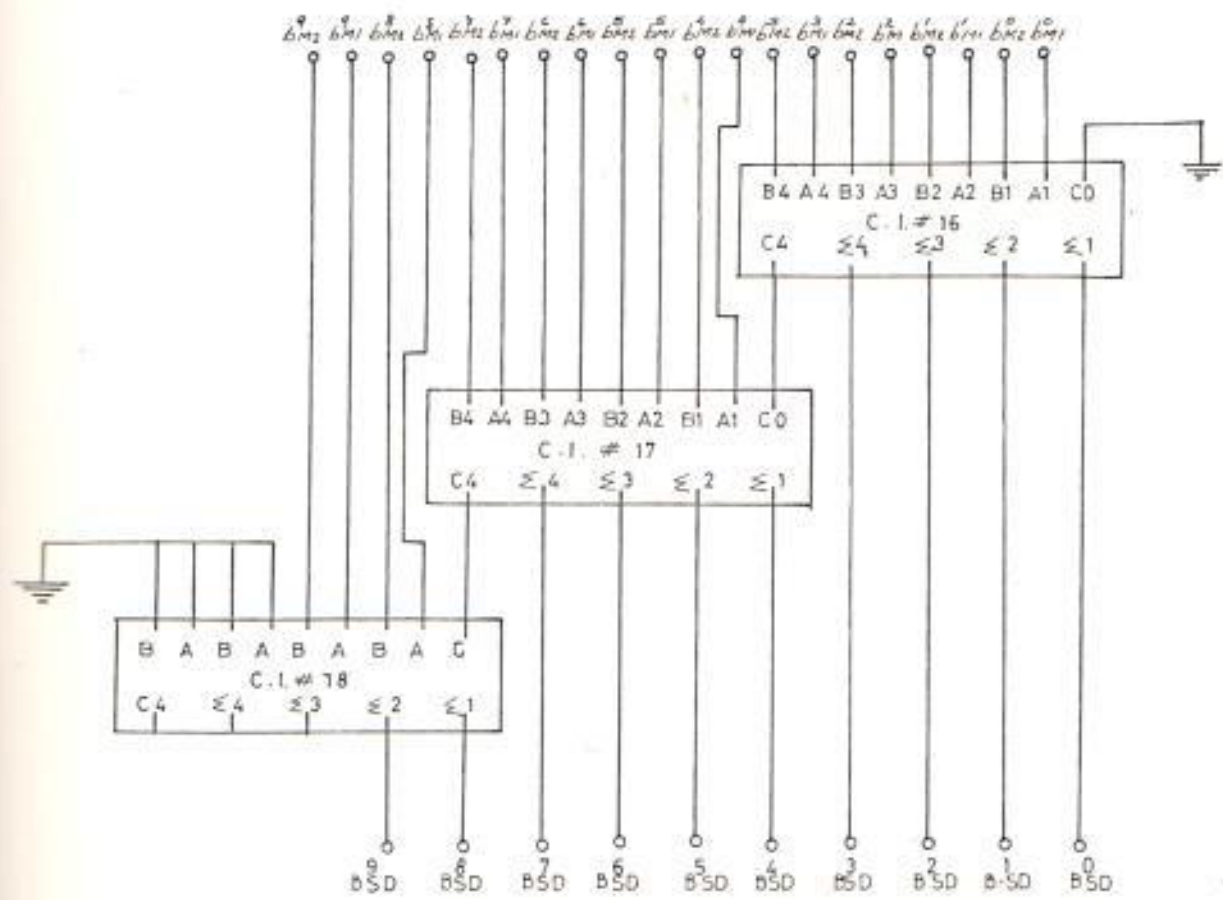


FIGURA N°2.5. SUMADOR BINARIO DE DATOS

2.5. SUMADOR BINARIO DE CONTROL

2.5.1. Función

Sumar un número binario de 10 bits, que representa la lectura de la balanza, con otro número binario de 4 bits que representa el valor de ajuste fino, para el material 1 o 2, dependiendo del Selector de Datos 2, y que además puede ser de cero, dependiendo del control 1.

2.5.2. Elementos Usados

Circuitos integrados del tipo SN74L5283 , sumadores binarios de 4 bits.

Para sumar un número de 10 bits con otro de 4 bits, necesitamos conectar en cascada 3 de ellos.

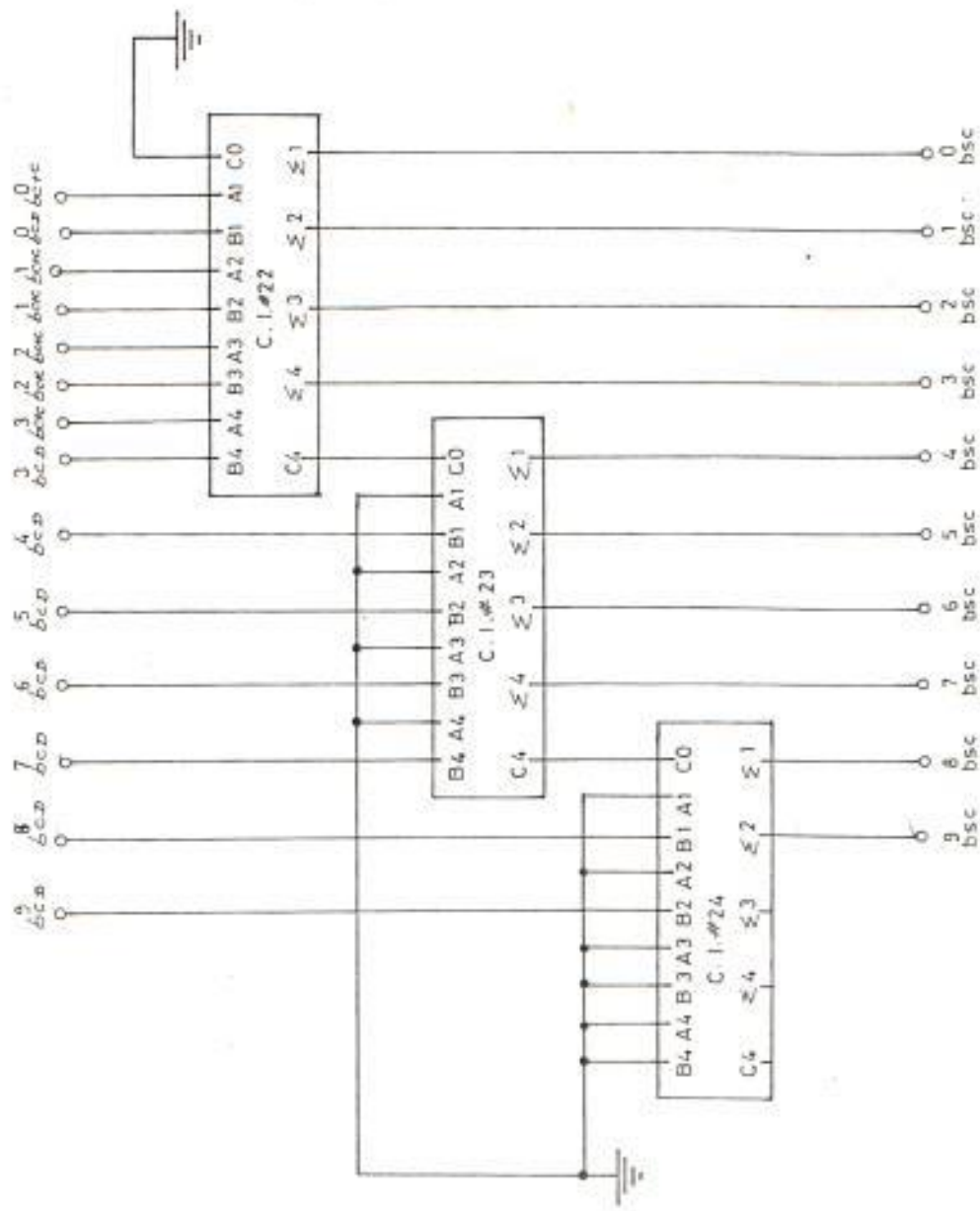


FIGURA N°2.6. SUMADOR BINARIO DE CONTROL

2.6. SELECTOR DE DATOS DE ENTRADA

2.6.1. Función

Permitir el paso de una de dos entradas de 10 bits, dependiendo del estado en que se encuentre una línea de control llamada "Seleccionar".

Una entrada representa el valor binario del peso del material 1 y la otra entrada, la suma de los pesos de los materiales 1 y 2. La línea de control proviene del circuito denominado control de señales. Cuando su nivel es alto (1), la entrada denominada B, pasa y se ve a la salida. Cuando el nivel es bajo (0), pasa la entrada denominada A.

2.6.2. Elementos Usados

Los circuitos integrados del tipo SN74L5157 selectores de 4 bits. Para nuestro caso de 10 bits, necesitaremos 3 de ellos.

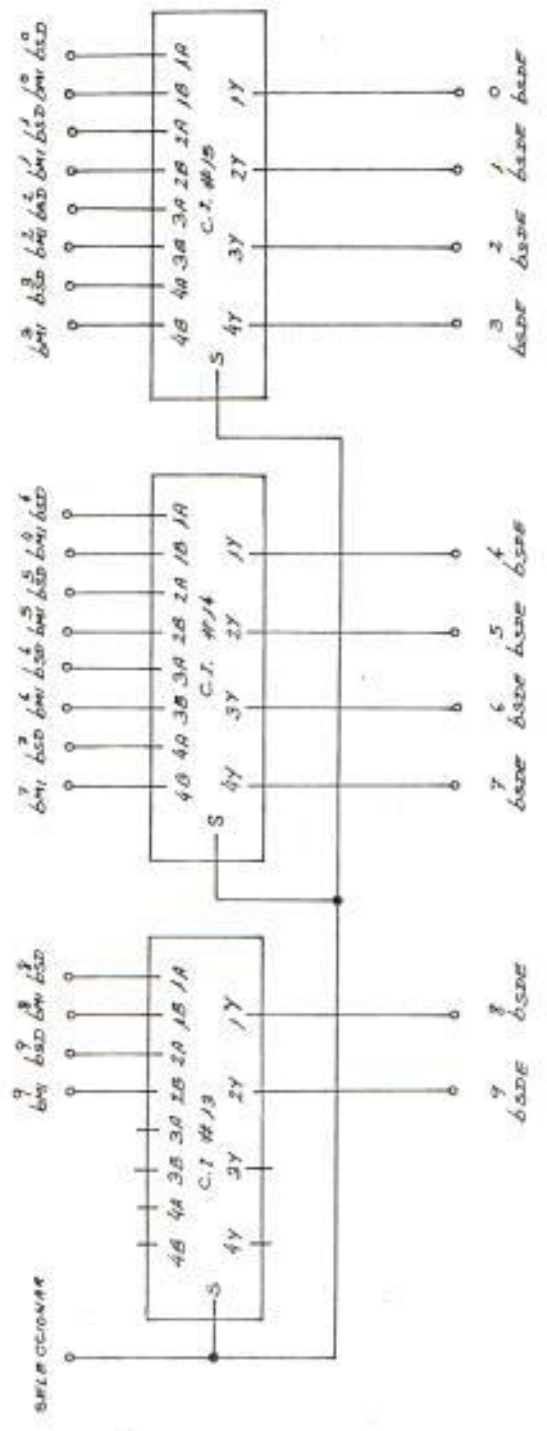


FIGURA N° 2.7. SELECTOR DE DATOS DE ENTRADA

2.7. SELECTOR DE DATOS DE AJUSTE

2.7.1. Función

Seleccionar una de dos entradas de 4 bits, y permitir su paso, dependiendo de la misma línea de control "Seleccionar" usada en el Selector de Datos de entrada.

Una entrada representa el valor de ajuste fino del material 1, y la otra el ajuste fino del material 2.

2.7.2. Elementos usados

Un circuito integrado del tipo SN74157, selector de 4 bits.

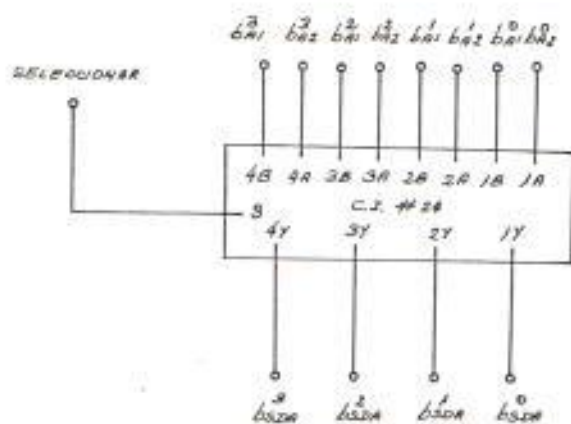


FIGURA N^o 2.8. SELECTOR DE DATOS DE AJUSTE

2.8. COMPARADOR BINARIO

2.8.1. Función

Comparar dos números binarios de 10 bits cada uno, y proporcionar una señal llamada "Igualdad", cada vez que ocurra la equivalencia bit a bit entre ellos una de las entradas proviene del Selector de Datos de Entrada, y representa: el peso del material 1, o bien, la suma de los pesos de los materiales 1 y 2. La otra entrada proviene del sumador binario de control, y representa: la lectura de la balanza, o bien, aquella aumentada en el valor de ajuste fino de uno de los dos materiales.

2.8.2. Elementos usados

Los circuitos integrados SN74L585, comparador de magnitud de 4 bits. Para hacer la comparación de dos números de 10 bits, necesitaremos 4 de ellos, interconectados.

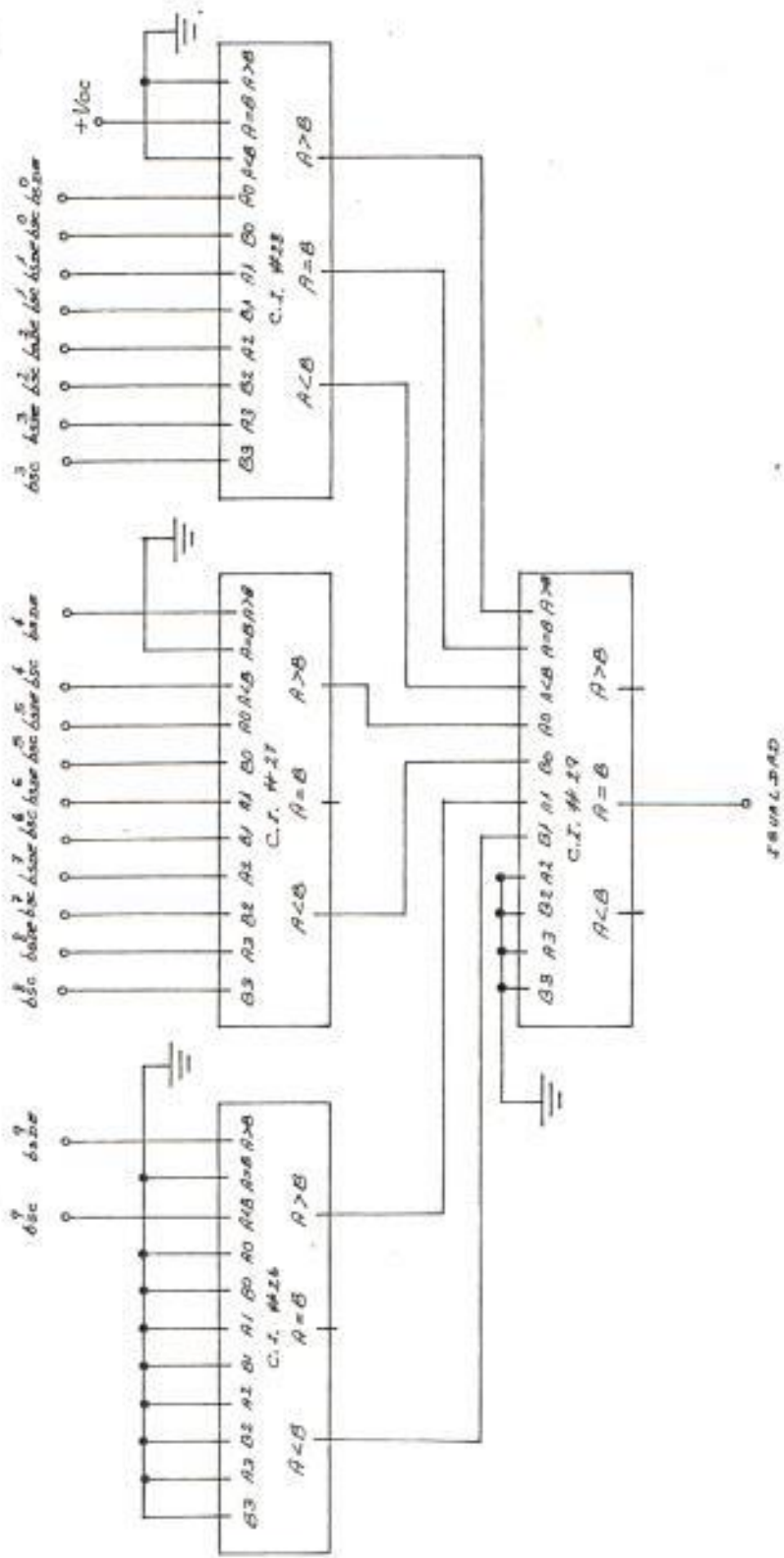


FIGURA N° 2.9. COMPARADOR BINARIO

2.9. CONTADOR BINARIO DE SEÑAL

2.9.1. Función

Contar de 0 a 4, las veces que el circuito comparados binario, activa la señal "Igualdad".

Las tres señales de salida de este circuito sirven de entradas para el circuito control de señales.

Para avanzar el contador se necesita activar un circuito multivibrador monoestable, que produce pulsos en concordancia con la señal "Igualdad". El contador es encerrado por una señal llamada "Empezar".

2.9.2. Elementos usados

El circuito integrado SN74L593, como contador binario y el circuito integrado SN74121, multivibrador monoestable.

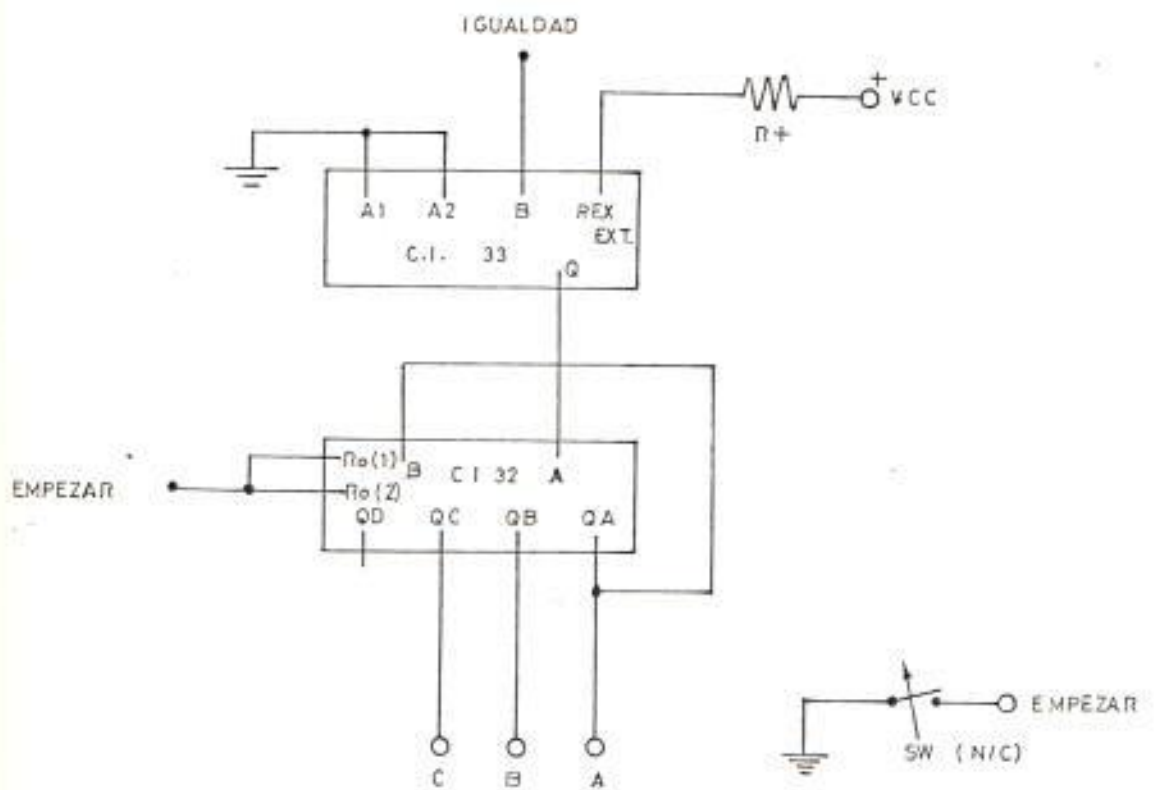


FIGURA N^o 2.10. CONTADOR BINARIO DE SEÑAL

2.10. CONTADOR BINARIO DE CONTROL

2.10.1. Función

Proporcionar con número binario de 10 bits que representa la lectura de la balanza o sea el peso de él o los materiales. Para ello cuenta los pulsos "Avanzar" , provenientes del control del contador, los cuales indican incrementos de 1 Kg., en la balanza.

Los pulsos de "Retroceder" sirven para que el contador retroceda en 1 por cada pulso.

2.10.2. Elementos usados

El circuito integrado SN74193, Contador binario de 4 bits. Para formar el número de 10 bits, se necesitan tres de ellos conectados en cascada.

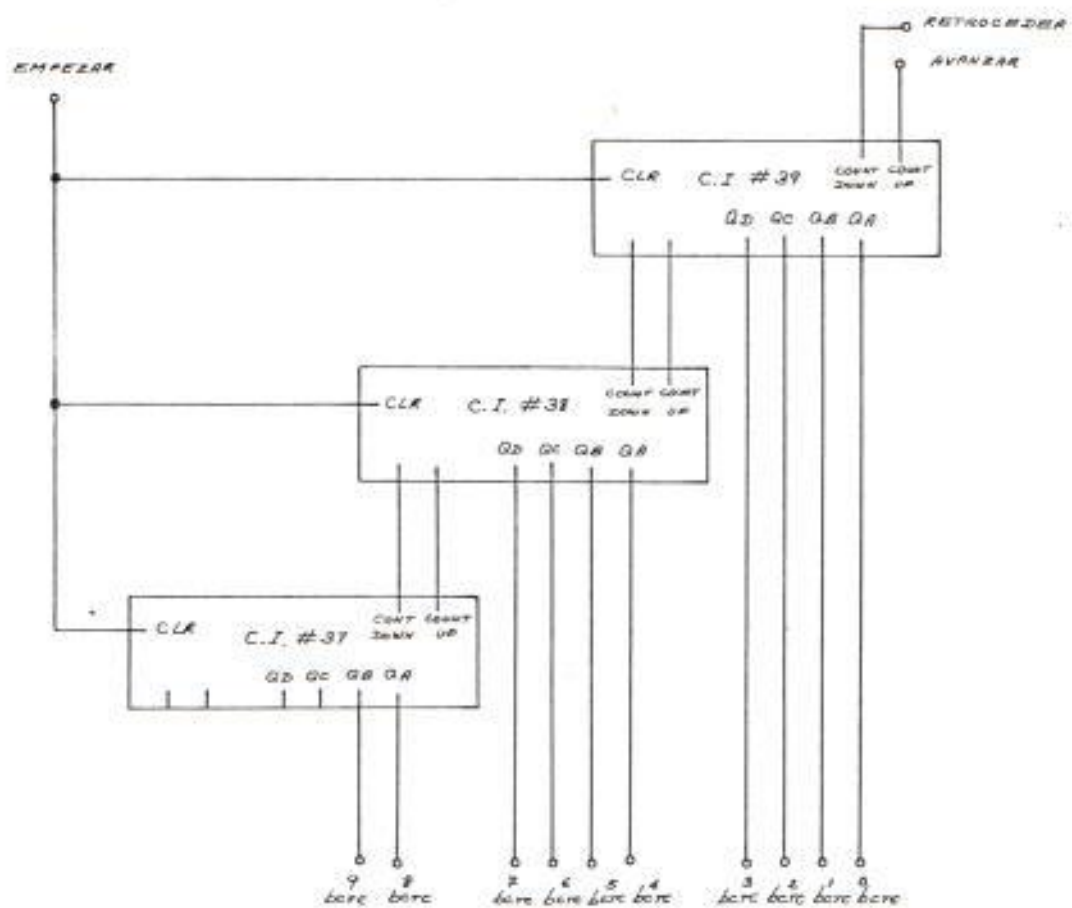


FIGURA N^o 2.11. CONTADOR BINARIO DE CONTROL

2.11. CONTROL DE DATOS

2.11.1. Función

Bloquear o permitir el paso del número binario de 4 bits que sale del Selector de Datos de Ajuste y que representa el valor de ajuste fino del material 1 ó 2. La señal llamada "inhibir", es la que determina el comportamiento del circuito. Esta señal proviene del circuito Control de Señales.

2.11.2. Elementos usados

El circuito integrado SN 74LS08, 4 puertas "Y" de dos entradas.

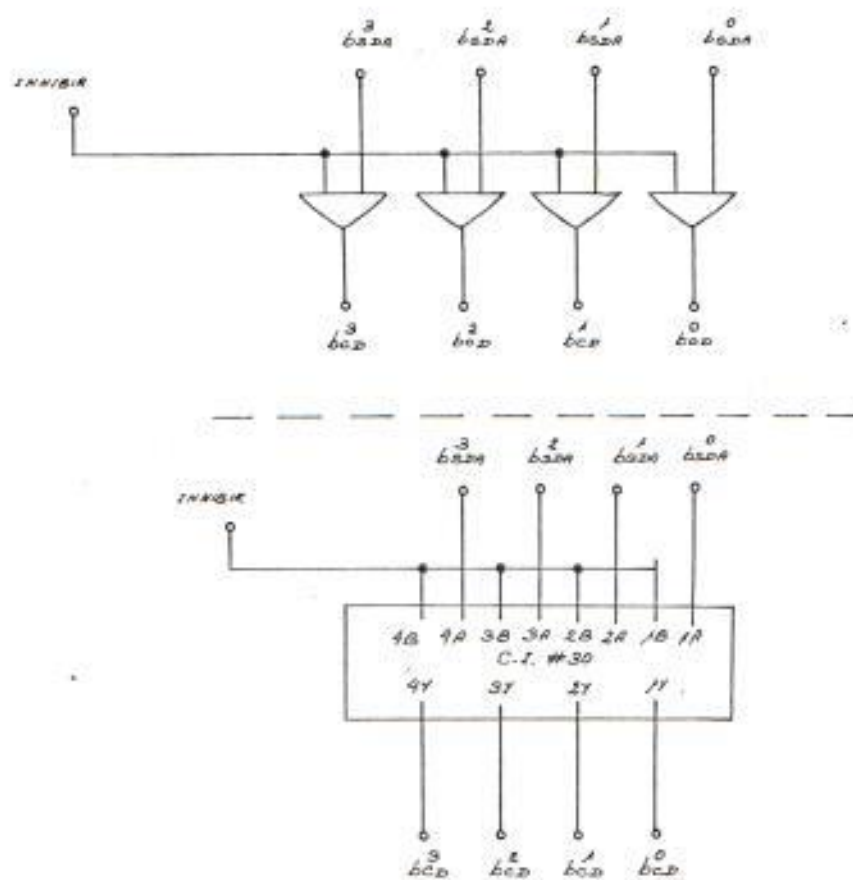


FIGURA N^o 2.12. CONTROL DE DATOS

2.12. CONTROL DE SEÑALES

2.12.1. Función

Proporcionar las señales de salida que manejan el sistema mecánico de compuertas por donde caen los materiales a la balanza, así como dos señales de control, "Inhibir" y "Seleccionar".

2.12.2. Elementos usados

Un circuito integrado SN 74LS04, invertidor. Vn SN7408, puertas "Y" de dos entradas.

Vn SN74L527, puertas "No - 0" de 3 entradas.

Vn SN 74L532, puertas "0" de dos entradas.

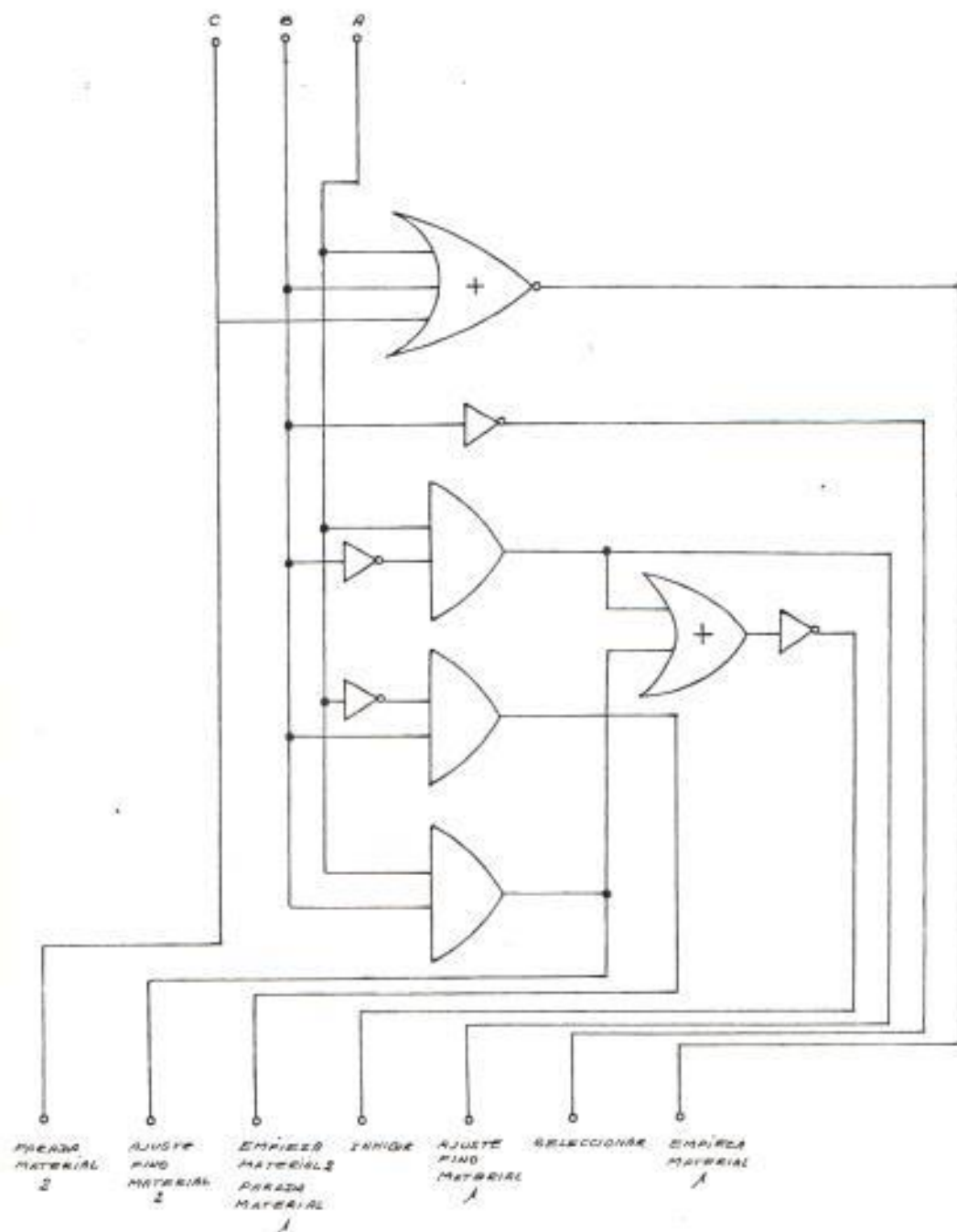


FIGURA N° 2.13. CONTROL DE SEÑALES.

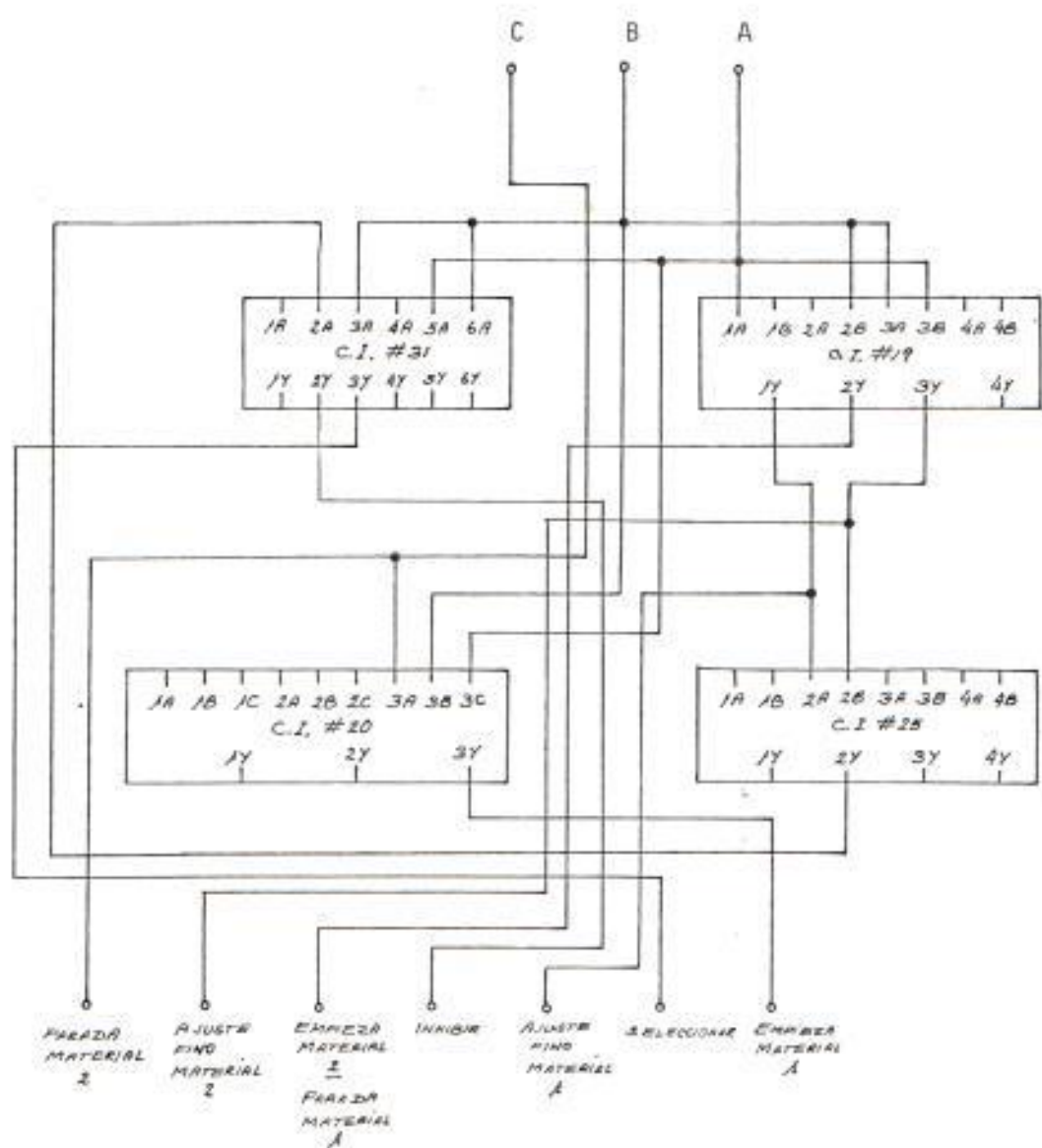


FIGURA N° 2.14. CONTROL DE SEÑALES
(Cont. N° 2.13.)

2.12.3. Operación

Con los circuitos integrados conectados en la forma indicada en la figura N° 2.14., se obtiene la siguiente tabla de verdades.

C B A	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
0 0 0	0	0	0	1	0	1	1
0 0 0	0	0	0	0	1	1	0
0 1 0	0	0	1	1	0	0	0
0 1 1	0	1	0	0	0	0	0
1 0 0	1	0	0	X	0	X	0

Tabla N° 2.3.

TABLA VERDADES CONTROL DE SEÑALES

S1 : Parada material 2

S2 : Ajuste fino material 2

S3 : Empieza material 2 - Parada material 1

S4 : Inhibir

S5 : Ajuste fino material 1

S6 : Seleccionar

S7 : Empieza Material 1

CAPITULO III

CONSTRUCCION

3.1. CONSIDERACIONES PRACTICAS

Para las interconexiones entre los elementos usaré la técnica del "enrollamiento de alam
bre" (wire wiapping, en inglés).

Usaré dos fuentes de voltaje regulado, la primera de 5 voltios, para la alimentación a los circuitos integrados de tecnología - TTL, así como a los fototransistores y LED's empleados. La segunda, de 9 voltios, para ex
clusivamente la alimentación de los tres -
foquitos que iluminan la rueda del disposi
tivo medidor de peso.

Para simplificar y asegurar la exactitud -
en el trabajo de interconexión de los cir
cuitos, asignaré un número a cada ubica-

ción de circuito integrado, de tal manera - que cada patita de todos los circuitos integrados, tendrá una identificación de cuatro dígitos XXYY, donde XX: # del circuito integrado YY: # de la patita de ese circuito integrado. De esta manera, para cada sección del aparato tendré una lista escrita y codificada de las conexiones entre las patitas de los - circuitos integrados. Además esto permitirá probar en forma aislada cada sección y luego interconectada con las demás.

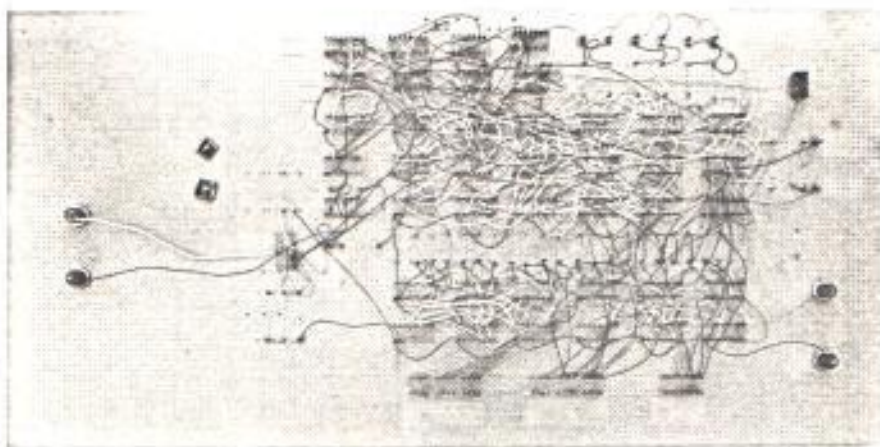


FIGURA N^o 3.1. VISTA INFERIOR DEL TABLERO

3.2. DISPOSICION FINAL DE LOS COMPONENTES

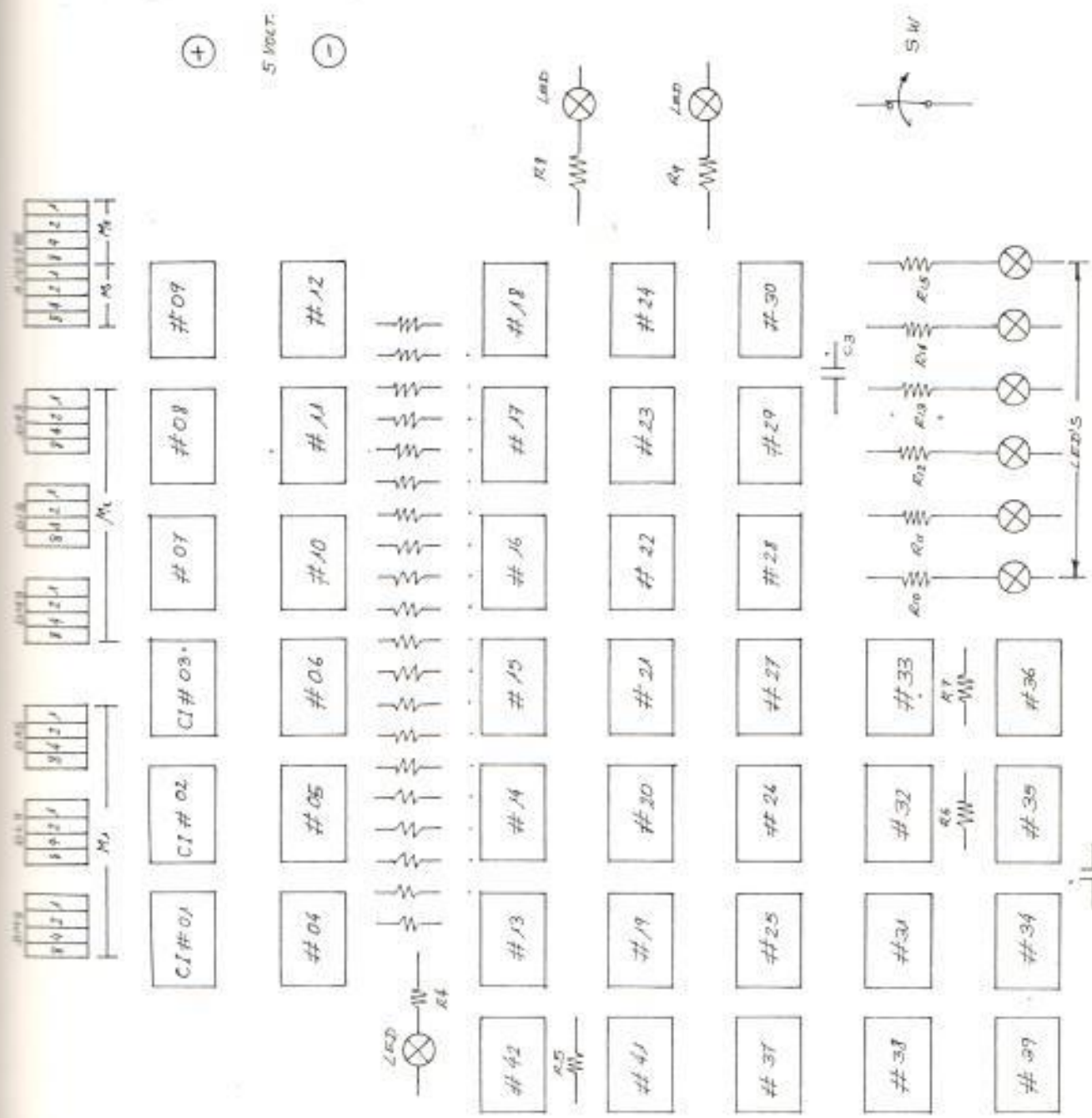


Fig. N°3.2. DISPOSICION FINAL DE LOS COMPONENTES.

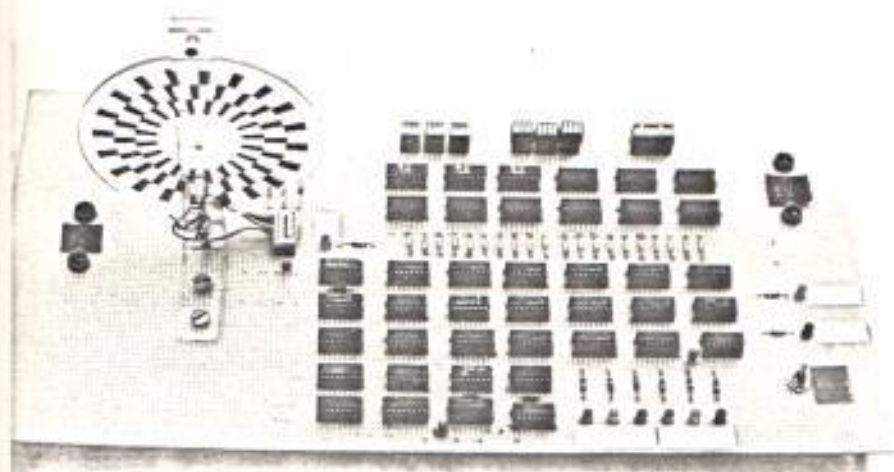


FIGURA N^o3.3. VISTA SUPERIOR DEL TABLERO

LISTA DE ELEMENTOS

$R_1-R_2-R_3 = 1\text{ K}\Omega$
 $R_4 = 330\ \Omega$
 $R_5-R_6-R_7 = 10\text{K}\Omega$
 $R_8\dots R_{15} = 330\ \Omega$
 $R_{16}\dots R_{15} = 1\text{K}\Omega$
 $C_1-C_2-C_3 = 10\ \mu\text{f}$
 $S_w =$ Interruptor normal
 cerrado.

Circuitos integrados:

01...12 = SN74184
 # 13...15 = SN74LS157
 # 16...18 = SN74LS283
 # 19 = SN7408
 # 20 = SN74LS27
 # 21...23 = SN74LS283
 # 24 = SN74157
 # 25 = SN74LS32
 # 26...29 = SN74LS85
 # 30 = SN7408
 # 31 = SN74LS804
 # 32 = SN74LS93
 # 33 = SN74121
 # 34 = SN7476
 # 35 = SN74121
 # 36 = SN7408
 # 37 = SN74193
 # 41 = SN74LS04
 # 42 = SN74121

TABLA N^o3.1.

LISTA DE ELEMENTOS

CAPITULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

En la etapa de pruebas, no fue posible hacer funcionar el convertidor BCD - Binario por cuanto no se pudieron conseguir más que tres circuitos integrados SN74184, de los 12 necesarios. Tal parece que fue descontinuada su producción, seguramente por su alto costo y la cantidad de ellos que se necesitan para efectuar una conversión de 4 ó más dígitos (para 4 dígitos se necesitan 11 circuitos integrados; para 6 dígitos 28 circuitos integrados). Sobre esta búsqueda infructuosa pueden ser fé el Ing. Pedro Carló, el Ing. Sergio Flores, el Ing. César Yépez, el Ing. Fernando Avellán, a los cuales en distintas oportunidades en el transcurso de un año, aprovechando viajes de ellos a los EE.UU. , les pedí de favor me buscaran el mencionado circuito integrado (chips), con resultados negativos. Seguramente con el auge actual de los microprocesadores se encontró una mejor alternativa, simple y barata, para hacer la conversión de BCD - Binario en los aparatos digitales de la actualidad. Por consi-

guiente, para poder probar el resto del circuito, co
necté los interruptores de entrada de materiales
directamente en binario a las salidas de los -
convertidores BCD - Binario, y todo funcionó como
estaba diseñado, salvo claro está, pequeños problemas
que se fueron presentando a medida que probaba las -
distintas secciones y sus interconexiones. Estos pro
blemas fueron de cuatro tipos: diseño, mal contacto,
conexión errada o circuito integrado dañado.

La sección que más problemas tuvo fue la del disposi-
tivo medidor del peso de los materiales y sus circui-
tos cómplementarios que proporcionan el valor binario
del peso de la balanza. En esta parte fue en la -
única que tuve problemas de diseño, debiendo modificar
varias veces el circuito hasta que funcionó como esta
ba previsto que lo hiciera. Adicionalmente, también
se presentaron problemas de mal contacto en el
circuito # 36, SN7408, que hacían que el aparato -
perdiera la secuencia de funcionamiento. también
en esta sección se presentaron problemas con dos
circuitos integrados SN74193, que tuve que cambiarlos.

Por lo demás las pruebas fueron exitosas, habiendo -
probado el funcionamiento del aparato, usando diferen

tes valores en los interruptores de entrada de peso y ajuste fino de los dos materiales.

Se comprobaron también dos limitaciones importantes - del diseño:

1. Los valores de pesos de materiales y sus ajustes - finos deben ser todos diferentes de cero, pues de lo contrario se pierde la secuencia.
2. La rueda del dispositivo medidor de peso está dise
ñada para trabajar en ambos sentidos de giro, avan
zando en un sentido y retrocediendo en el otro, pe
ro el cambio del sentido de giro no puede ser efec
tuado cuando la señal denominada "Leer" está ac
tiva, es decir, cuando una franja oscura está
frente al fototransistor del medio, del que produ-
ce la señal denominada "Contar". Si esto ocurre ,
se produce un error de 1 Kg., en más ó menos, de
pendiendo del sentido de cambio de giro. Por lo
tanto, en la práctica, los movimientos angulares -
de la rueda deben ser discretos, de tal forma que
la señal "Leer" siempre quede inactiva cuando la
rueda pare, o cambie de sentido de giro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ha sido un trabajo interesante desde el punto de vista de la investigación y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la ESPOL.

Cabe mencionar que si bien los circuitos componentes de este proyecto, en su mayoría fueron sacados del Manual TTL de la Texas Instruments, - salvo el "Control de Señales" y el "Control del Contador", cuyos diseños fueron realizados íntegramente sobre el papel y probados y modificados en el laboratorio, el diseño global del proyecto fue realizado totalmente sobre el papel tomando como referencia únicamente un dosificador analógico observado en una industria de Guayaquil.

La dificultad más grande que hubo que vencer fue la falta de los elementos necesarios en nuestra Escuela e incluso en nuestro país.

La casi totalidad de los mismos tuvieron que ser compra

dos por el suscrito en los Estados Unidos de Norteamérica con las consiguientes demoras y molestias, sin contar el gasto económico que eso significa.

Podría servir esta tesis para fines académicos, para ser usada en Laboratorio de Digitales, con algunas modificaciones, pues valor práctico y comercial, no tiene ninguna ya que en la actualidad un microprocesador puede hacer lo mismo y a menor costo.

APENDICE

LISTA DE CONEXIONES ENTRE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS

El formato usado es: XXYY : 2 DAS, M1

XX : # del circuito integrado

YY : # de la patita del circuito integrado

CONVERTIDOR BCD A BINARIO MATERIAL 1

<u>DE</u>	<u>A</u>
0101	0314
0102	0413
0103	0210
0104	0211
0105	0212
0108	tierra
0110	Bit 2 DIS, M1
0111	Bit 4 DIS, M1
0112	Bit 8 DIS, M1
0113	Bit 1 DAS, M1
0114	Bit 2 DAS, M1
0115	0108
0116	V _{CC} (+5 Volt)

<u>DE</u>	<u>A</u>
0201	0414
0202	0513
0203	0514
0204	0613
0208	0108
0213	Bit 4 DAS, M ₁
0214	Bit 8 DAS, M ₁
0215	0208
0216	0116
0301	Salida, b ¹ M ₁
0302	Salida, b ² M ₁
0303	0410
0304	0411
0305	0412
0308	0208
0310	Bit 2 DMS, M ₁
0311	Bit 4 DMS, M ₁
0312	Bit 8 DMS, M ₁
0313	Bit 1 DIS, M ₁
0315	0308
0316	0216
0401	Salida, b ³ M ₁
0402	Salida, b ⁴ M ₁
0403	0510
0404	0511
0405	0512

DEA

0408	0308
0415	0408
0416	0316
0501	Salida, b ⁵ , M ₁
0502	Salida, b ⁶ , M ₁
0503	0610
0504	0611
0505	0612
0508	0408
0515	0508
0516	0416
0601	Salida, b ⁷ M ₁
0602	Salida, b ⁸ M ₁
0603	Salida, b ⁹ M ₁
0608	0508
0614	0608
0615	0614
0616	0516

ESGUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 Dpto. de Ingeniería Eléctrica
 BIBLIOTECA
 Inv. No. ELEC-033

CONVERTIDOR BCD A BINARIO MATERIAL 2

<u>DE</u>	<u>A</u>
0701	0914
0702	1013
0703	0810
0704	0811
0705	0812
0708	tierra
0710	Bit 2 DIS, M ₂
0711	Bit 4 DIS, M ₂
0712	Bit 8 DIS, M ₂
0713	Bit 1 DAS, M ₂
0714	Bit 2 DAS, M ₂
0715	0708
0716	V _{CC} (+5 Delt)
0801	1014
0802	1113
0803	1114
0804	1213
0808	0708
0813	Bit 4 DAS, M ₂
0814	Bit 8 DAS, M ₂
0815	0808
0816	0716

<u>DE</u>	<u>A</u>
0901	Salida, $b^1 M_2$
0902	Salida, $b^2 M_2$
0903	1010
0904	1011
0905	1012
0908	0808
0910	Bit 2 DMS, M_2
0911	Bit 4 DMS, M_2
0912	Bit 8 DMS, M_2
0913	Bit 1 DIS, M_1
0915	0908
0916	0816
1001	Salida, $b^3 M_2$
1002	Salida, $b^4 M_2$
1003	1110
1004	1111
1005	1112
1008	0908
1015	1008
1016	0916
1101	Salida, $b^5 M_2$
1102	Salida, $b^6 M_2$
1103	1210
1104	1211
1105	1212
1108	1008

DE

A

1115	1108
1116	1016
1201	Salida, b ⁷ M ₂
1202	Salida, b ⁸ M ₂
1203	Salida, b ⁹ M ₂
1208	1108
1214	1208
1215	1214
1216	1116
1606	Salida, b ⁸ M ₂
1607	1608
1609	1609
1610	Salida, b ⁷ M ₂
1611	1601
1612	1601
1613	Salida, b ² M ₂
1614	1602
1615	1602
1616	1601
1617	Salida, b ⁵ M ₂
1618	1601
1619	1601
1620	Salida, b ² M ₂

SUMADOR BINARIO DE DATOS

<u>DE</u>	<u>A</u>
1601	Salida, b^1 SD
1602	0901
1603	0301
1604	Salida, b^0 SD
1605	Entrada, b^0 M ₁
1606	Entrada, b^0 M ₂
1607	1608
1608	tierra
1609	1707
1610	Salida, b^3 SD
1611	1001
1612	0401
1613	Salida, b^2 SD
1614	0302
1615	0902
1616	V _{CC} (+5 Volt)
1701	Salida, b^5 SD
1702	1101
1703	0501
1704	Salida, b^4 SD

<u>DE</u>	<u>A</u>
1705	0402
1706	1002
1708	1608
1709	1807
1710	Salida, b ⁷ SD
1711	1201
1712	0601
1713	Salida b ⁶ SD
1714	0502
1715	1102
1716	1616
1801	Salida, b ⁹ SD
1802	1203
1803	0603
1804	Salida, b ⁸ SD
1805	0602
1806	1202
1808	1708
1811	1808
1812	1811
1814	1812
1815	1814
1816	1716

SUMADOR BINARIO DE CONTROL

<u>DE</u>	<u>A</u>
2201	Salida b ¹ SC
2202	3902
2203	3006
2204	Salida, b ⁰ SC
2205	3003
2206	3903
2207	2208
2208	Tierra
2209	2307
2210	Salida, b ³ SC
2211	3907
2212	3011
2213	Salida, b ² SC
2214	3008
2215	3906
2216	V _{CC} (+5 Volt)
2301	Salida, b ⁵ SC
2302	3802
2303	2208
2304	Salida, b ⁴ SC
2305	2303
2306	3803
2308	2305
2309	2107

<u>DE</u>	<u>A</u>
2310	Salida b ⁷ SC
2311	3807
2312	2308
2313	Salida, b ⁶ SC
2314	2312
2315	3806
2316	2216
2101	Salida, b ⁹ SC
2102	3702
2103	2314
2104	Salida, b ⁸ SC
2105	2103
2106	3703
2108	2105
2111	2108
2112	2111
2114	2112
2115	2114
2116	2316

SELECTOR DE DATOS DE ENTRADA

<u>DE</u>	<u>A</u>
1301	3106
1302	1804
1303	1805
1304	Salida, b ⁸ SDE
1305	1801
1306	1803
1307	Salida, b ⁹ SDE
1308	tierra
1315	1308
1316	Vcc(+5 Volt)
1401	1301
1402	1704
1403	1705
1404	Salida, b ⁴ SDE
1405	1701
1406	1703
1407	Salida, b ⁵ SDE
1408	1308
1409	Salida, b ⁶ SDE
1410	1714
1411	1713
1412	Salida, b ⁷ SDE

<u>DE</u>	<u>A</u>
1413	1712
1414	1710
1415	1408
1416	1316
1501	1401
1502	1604
1503	1605
1504	Salida, b^0 SDE
1505	1601
1506	1603
1507	Salida, b^1 SDE
1508	1408
1509	Salida, b^2 SDE
1510	1614
1511	1613
1512	Salida, b^3 SDE
1513	1612
1514	1610
1515	1508
1516	1416

SELECTOR DE DATOS DE AJUSTE

<u>DE</u>	<u>A</u>
2401	3106
2402	Entrada, b^0A_2
2403	Entrada, b^0A_1
2404	Salida, b^0SDA
2405	Entrada, b^1A_2
2406	Entrada, b^1A_1
2407	Salida, b^1SDA
2408	Tierra
2409	Salida, b^2SDA
2410	Entrada, b^2A_1
2411	Entrada, b^2A_2
2412	Salida, b^3SDA
2413	Entrada, b^3A_1
2414	Entrada, b^3A_2
2415	2408
2416	Vcc (+5 Volt).

COMPARADOR BINARIO

<u>DE</u>	<u>A</u>
2601	2603
2602	2101
2603	2608
2604	1307
2605	2912
2607	2911
2608	tierra
2609	2608
2610	2609
2611	2610
2612	2611
2613	2612
2614	2613
2615	2614
2616	Vcc(+5 Volt)
2701	2104
2702	2304
2703	2615
2704	1404
2705	2910

DE

2707

2708

2709

2710

2711

2712

2713

2714

2715

2716

2801

2802

2803

2804

2805

2806

2807

2808

2809

2810

2811

2812

2813

2814

A

2909

2703

2301

1407

2313

1409

1412

2310

1304

2616

2210

2708

2716

2802

2904

2903

2902

2804

2204

1504

2201

1507

1509

2213

DEA

2815

1512

2816

2716

2901

2808

2906

Salida, "Igualdad"

2908

2901

2913

2908

2914

2913

2915

2914

2916

2816

CONTADOR BINARIO DE CONTROL

CONTADOR BINARIO DE SEÑAL

DEA

3201

3212

3202

3203

3203

Entrada, "Empezar"

3205

Vcc (+5 volt)

3208

Salida, "C"

3209

Salida, "B"

3210

tierra

3212

salida, "A"

3214

3306

3303

3210

3304

3303

3305

2906

3307

3303

3309

3314

3314

3205

CONTADOR BINARIO DE CONTROL

<u>DE</u>	<u>A</u>
3702	Salida, b^9_{ctc}
3703	Salida, b^8_{ctc}
3704	3813
3705	3812
3708	tierra
3714	3814
3716	Vcc (+5 Volt)
3802	Salida, b^5_{ctc}
3803	salida, b^4_{ctc}
3804	3913
3805	3912
3806	salida, b^6_{ctc}
3807	salida, b^7_{ctc}
3808	3708
3814	3914
3816	3716
3902	Salida, b^1_{ctc}
3903	salida, b^0_{ctc}
3904	4104
3905	4102
3906	salida, b^2_{ctc}

DE

CANTON DE MITOS

A

3907

Salida, b³ctc

3914

3203

3916

3816

3901

3005

3903

salida, b³ctc

3904

3407

3905

Salida, b³ctc

3907

tierra

3908

salida, b³ctc

3909

3405

3910

3005

3911

salida, b³ctc

3912

2411

3913

3010 - 3104

3914

Ver 415 2014

CONTROL DE DATOS

DE

3001

3002

3003

3004

3006

3007

3008

3009 .

3010

3011

3012

3013

3014

A

2404

3005

salida, b^0_{CD}

2407

Salida, b^1_{CD}

tierra

salida, b^2_{CD}

2409

3005

salida, b^3_{CD}

2412

3010 - 3104

Vcc (+5 Volt).

CONTROL DE SEÑALES

<u>DE</u>	<u>A</u>
1901	3212
1902	3112
1903	2504, salida, "Ajuste fino material 1"
1904	3110
1905	3209
1906	Salida, "Empieza Material 2 - Parada Material 1"
1907	tierra
1908	2505, Salida, "Ajuste fino material 2"
1909	1905
1910	1901
1914	Vcc(+5 Volt)
2007	1907
2008	Salida, "Empieza Material 1"
2009	3208, Salida, "Parada Material 2"
2010	3209
2011	3212
2014	1914

<u>DE</u>	<u>A</u>
2506	3103
2507	2007
2514	2014
3104	Salida, "Inhibir"
3105	2010
3106	Salida, "Seleccionar"
3107	2507
3111	3212
3113	3209
3114	2014

CONTROL DEL CONTADOR

<u>DE</u>	<u>A</u>
2001	4206
2002	3603
2012	3109
2013	3606
3101	3914
3102	3403
3108	3505
3401	3506
3405	Vcc(+5 Volt)
3413	tierra
3415	3601
3503	3504
3504	3413
3507	3504
3509	3514
3514	3405
3602	4005 Entrada "W _A "
3604	3601
3607	3507
3614	3514
3605	4007, entrada "W _R "

DEA

4101

3603

4102

Salida, "Avanzar"

4103

3606

4104

Salida, "Retroceder"

4107

3607

4114

3614

4203

4204

4204

3504

4205

4006, Entrada, "Contar"

4207

4107

4209

4114

4214

4209

BIBLIOGRAFIA

1. TEXAS INSTRUMENTS, THE TTL DATA BOOK, TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED, TEXAS , 1976;
2. MALCOLM H. STEWARD, INTRODUCCION A LOS EQUIPOS DIGITALES, ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL, GUAYAQUIL, 1.976.-

...