ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Depto. de Ingeniería Eléctrica
B I B L I O T E C A
Inv. No. ECEC-083

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

AGRADECIMIENTO

- 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 APOYO QUE ME BRINDARON.

DEDICATORIA

- A LA MEMORIA DE MIS PADRES:
  DON SERGIO VITERI JIMENEZ Y
  DOÑA CARMEN MARCET DE VITERI
- A MI TIA ELENA
- A MIS HERMANOS MARIA DEL CARMEN, 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 analógivo, 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, multivibradores 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, talvez podría ser útil con fines pedagógicos en algún laboratorio de la ESPOL.

INDICE GENERAL

Nº

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

Nº

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

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 título.

CAPITULO I

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 buts.

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 rapidamente, permitiendo que el material caiga poco a poco.
- Parada material 2: Cierra la compuerta del material 2.

BIBLIOTECA
Inv. No. ELEC-033

1.2. DIAGRAMA DE BLOQUES

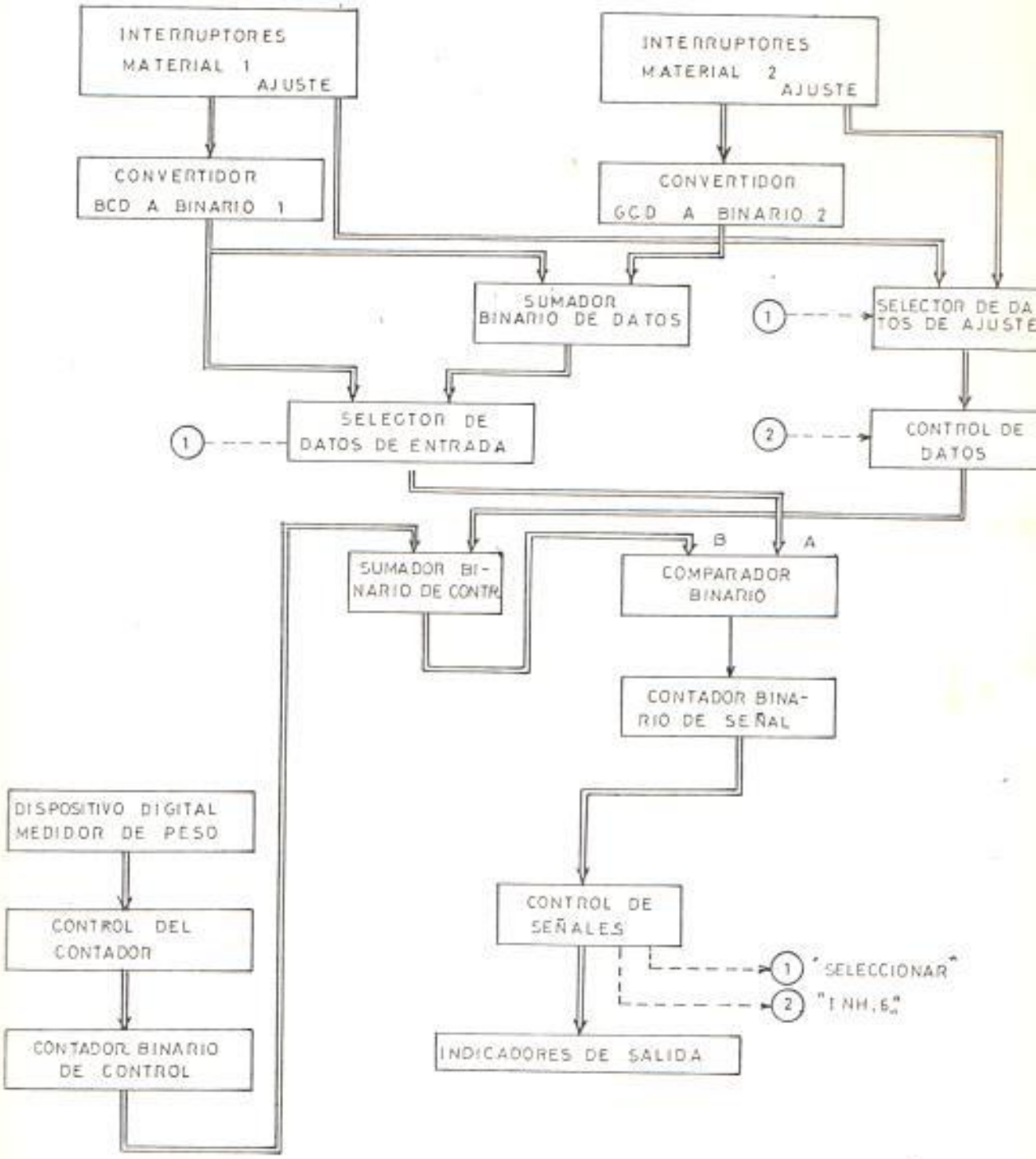


FIGURA Nº1.1.- DIAGRAMA DE BLOQUES

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" cambia 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, tambien 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 caido 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 "PRrada 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 : caida material 1, ajuste fino material 1, caida 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	2	3	4	5
Seleccionar	1	1	0	0	X
Inhibir	1	0	1	0	X

Tabla 1.1.
Señales de Control Vs.Estados

ESTADOS:

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

Los indicadores de salida varían según la siguiente tabla:

TABLA Nº 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 Nº 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

FUNCION: 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.

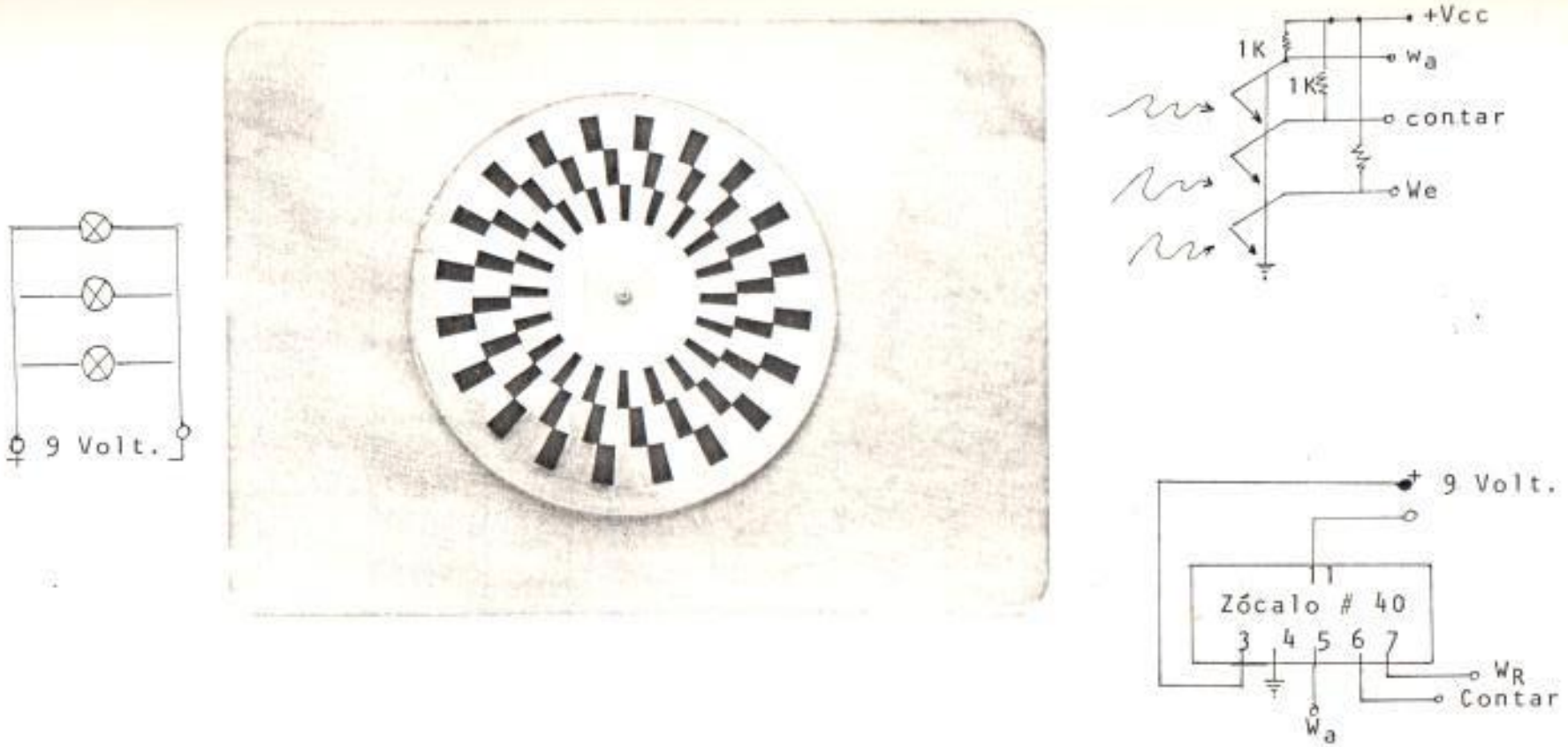


FIGURA Nº 2.1. DIAGRAMA DEL DISPOSITIVO MEDIDOR DE PESO

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
Wr	1	0	0	1	0	0	1	0	0

Tabla Nº2.1.

SEÑALES EN FUNCION DE LA SECUENCIA DE GIRO

Continuación....Tabla Nº 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 varian 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_r, etc.....

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

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 digitos y cada digito tiene 4 bits, de tal manera que se necesitan 12 interruptores para cada material. Además se necesita un digito 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 digito - decimal.

FIGURA Nº 2.2. INTERRUPTORES

DMS: digito menos significativo

DIS: digito intermediamente 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 A_1 = b^2A_1	Bit 4 A_2 = b^2A_2
Bit 2 A_1 = b^1A_1	Bit 2 A_2 = b^1A_2
Bit 1 A_1 = b^0A_1	Bit 1 A_2 = 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

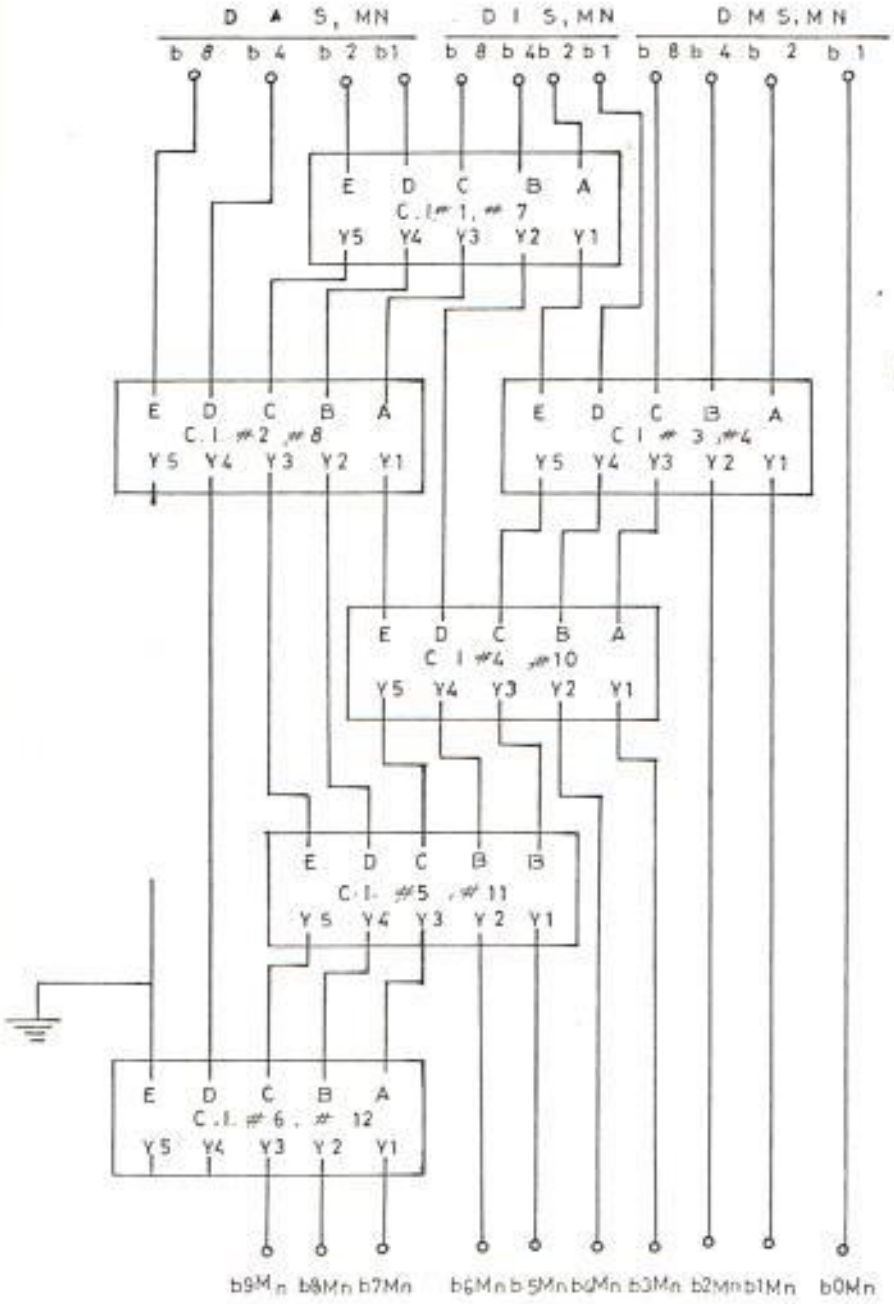
Transformar el número decimal de tres - digitos, representado en código BCD - (12 Bits) en el número binario equivalente (10 bits).

2.3.2. Elementos Usados

Circuitos integrados del tipo SN74184.

Para convertir tres décadas se necesitan 6 de ellos interconectados entre sí.

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



NOTA: ESTE CIRCUITO ES IGUAL PARA AMBOS MATERIALES

N = 1,2

FIGURA Nº2.3.-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	Y_5	Y_4	Y_3	Y_2	Y_1
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 Nº2.2.
TABLA VERDADES DE CONVERTIDOR BCD-BINARIO

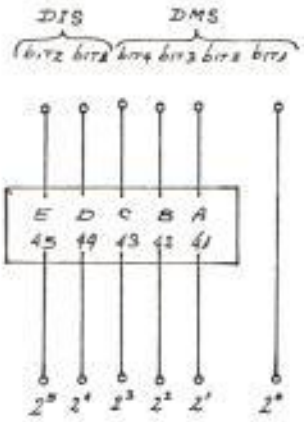


FIGURA Nº 2.4. DIAGRAMA SN74184

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
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, - SN74L5283, sumadores binarios de 4 bits,

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

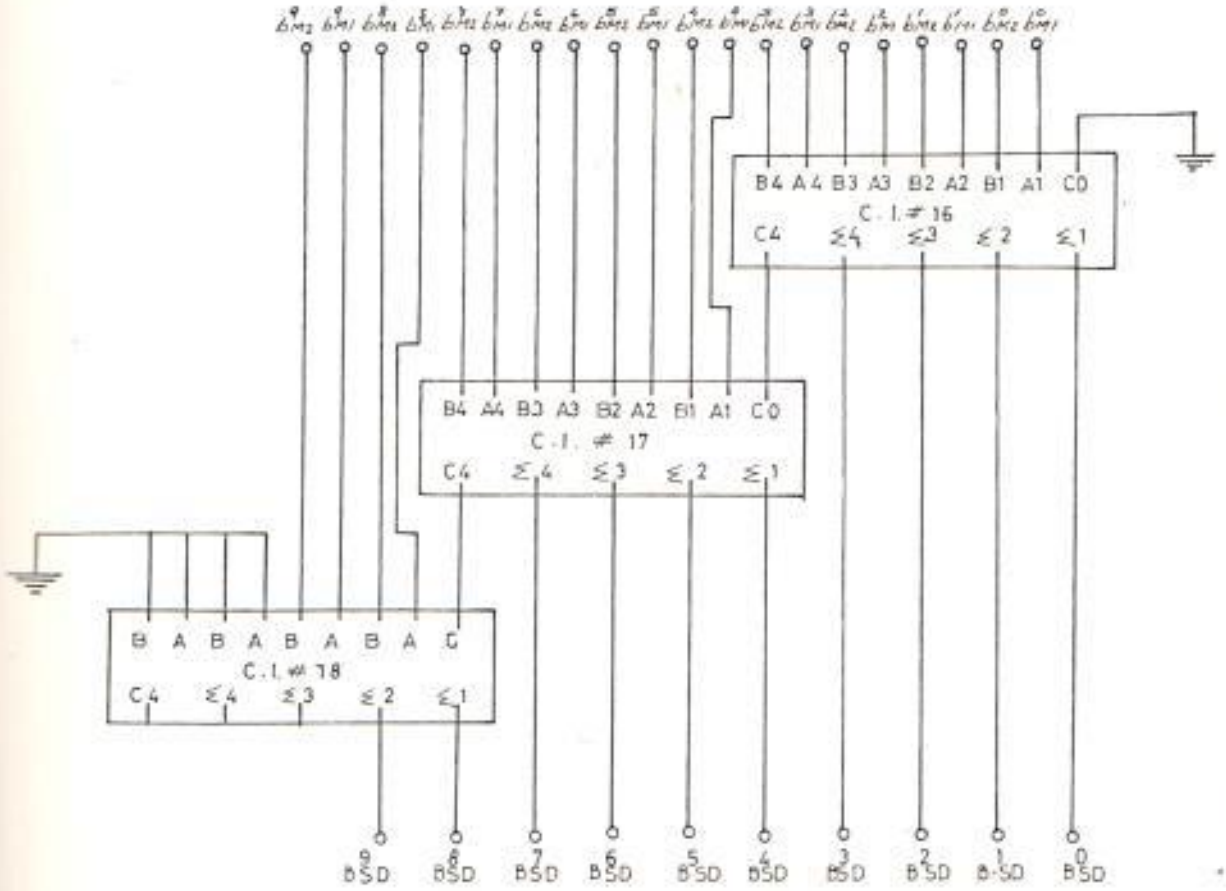


FIGURA Nº2.5. SUMADOR BINARIO DE DATOS

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.

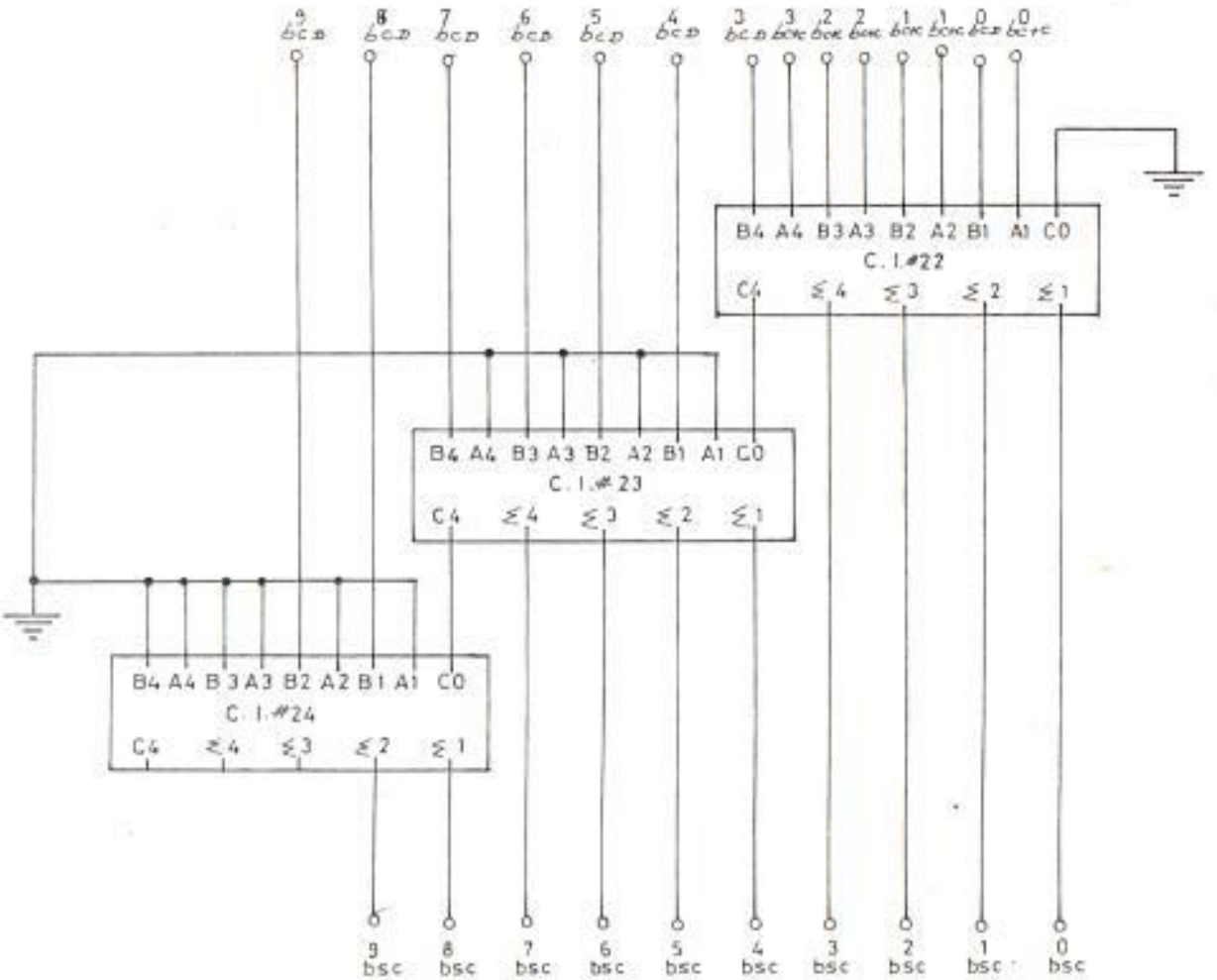


FIGURA Nº2.6. SUMADOR BINARIO DE CONTROL

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.

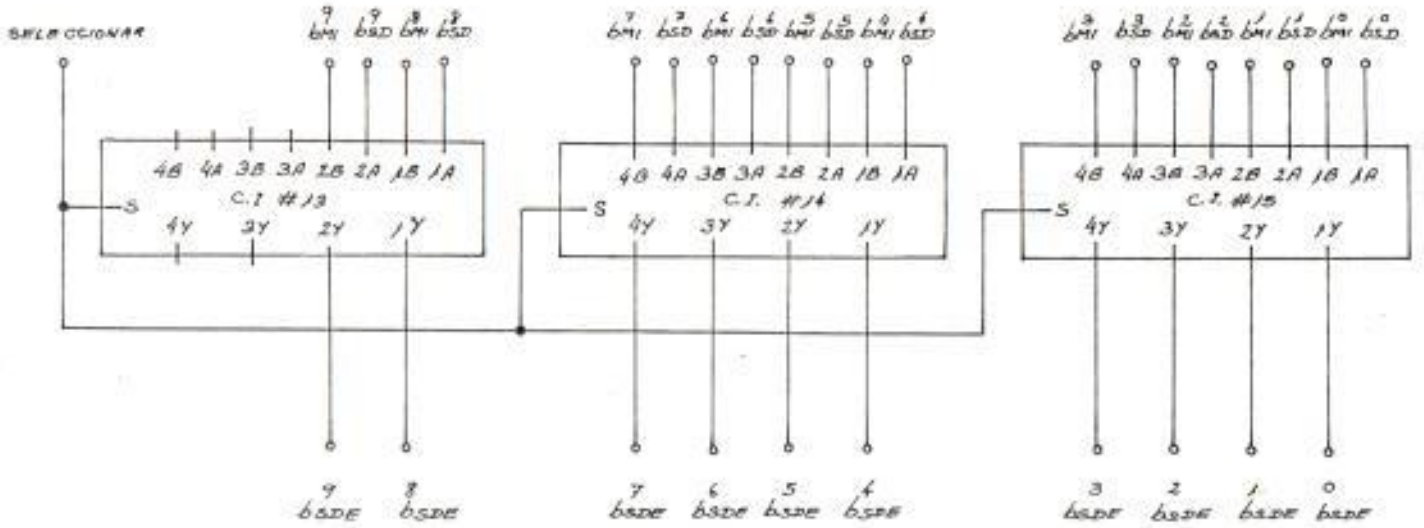


FIGURA Nº 2.7. SELECTOR DE DATOS DE ENTRADA

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.

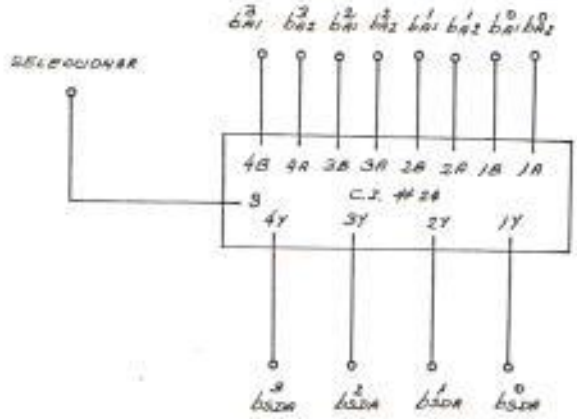


FIGURA Nº 2.8. SELECTOR DE DATOS DE AJUSTE

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.

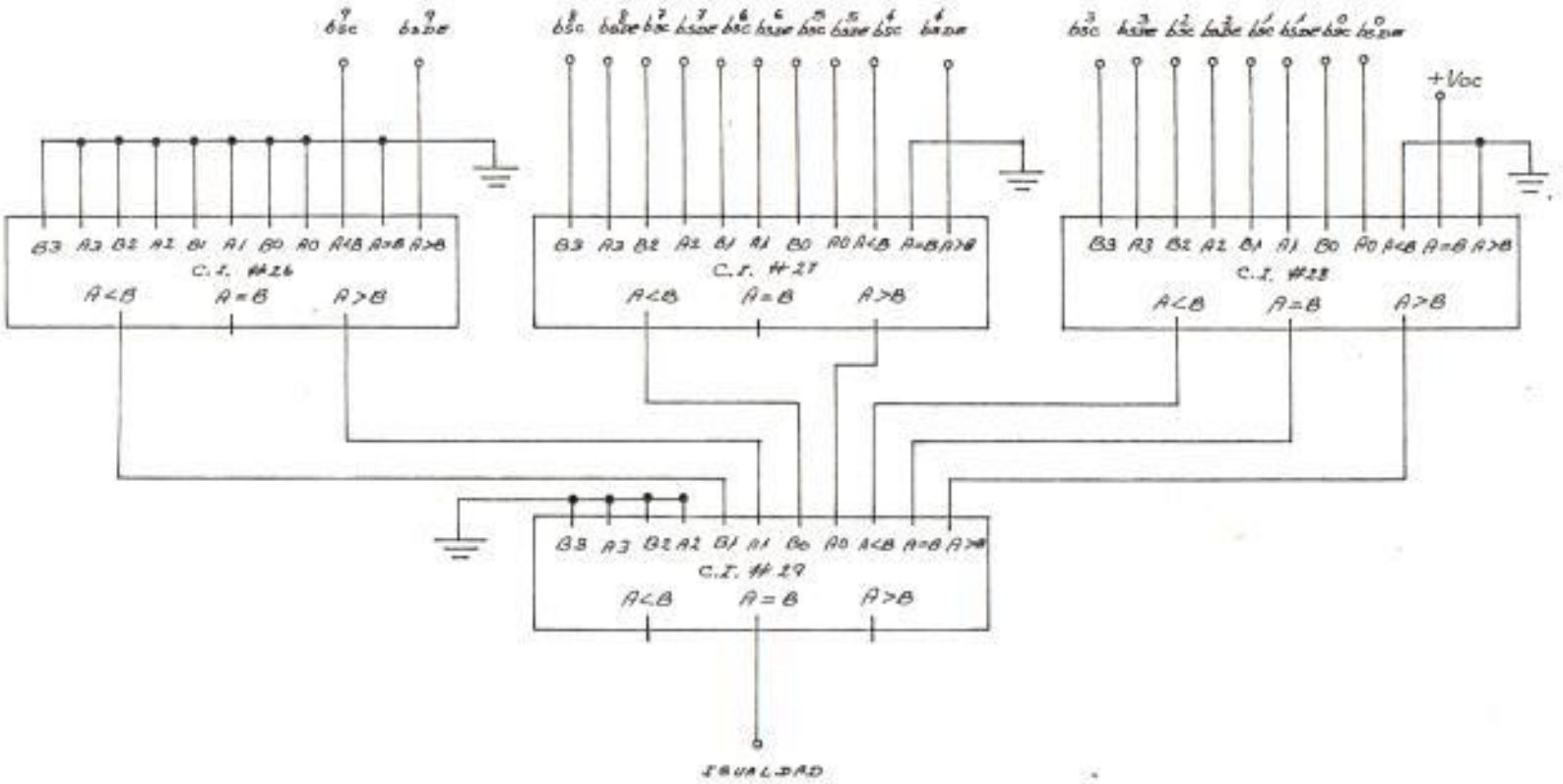


FIGURA Nº 2.9. COMPARADOR BINARIO

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.

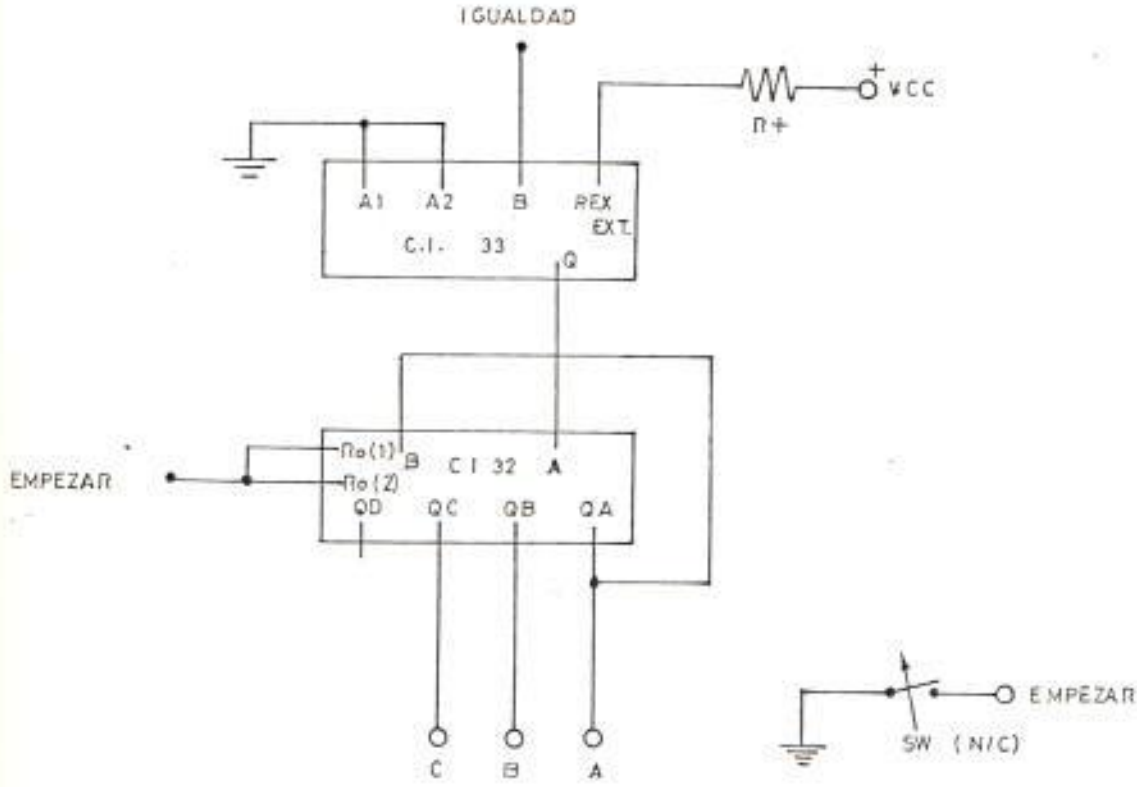


FIGURA Nº 2.10. CONTADOR BINARIO DE SEÑAL

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.

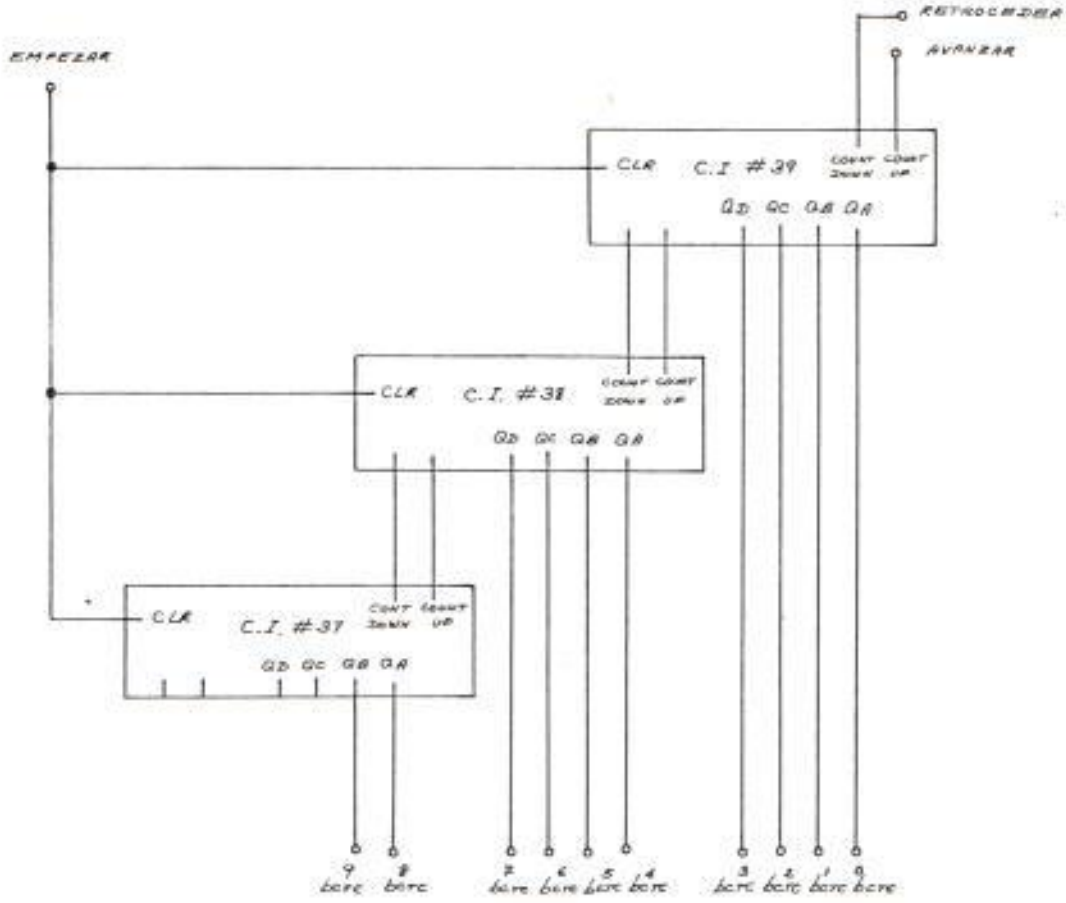


FIGURA Nº 2.11. CONTADOR BINARIO DE CONTROL

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.

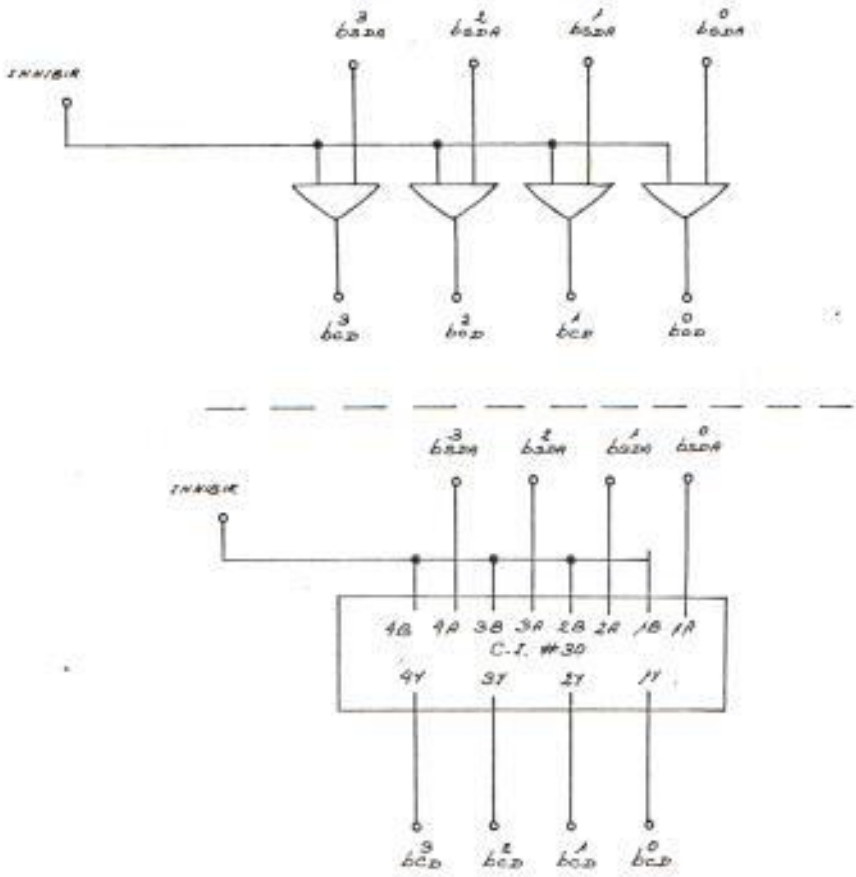


FIGURA Nº 2.12. CONTROL DE DATOS

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 - O" de 3 entradas.

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

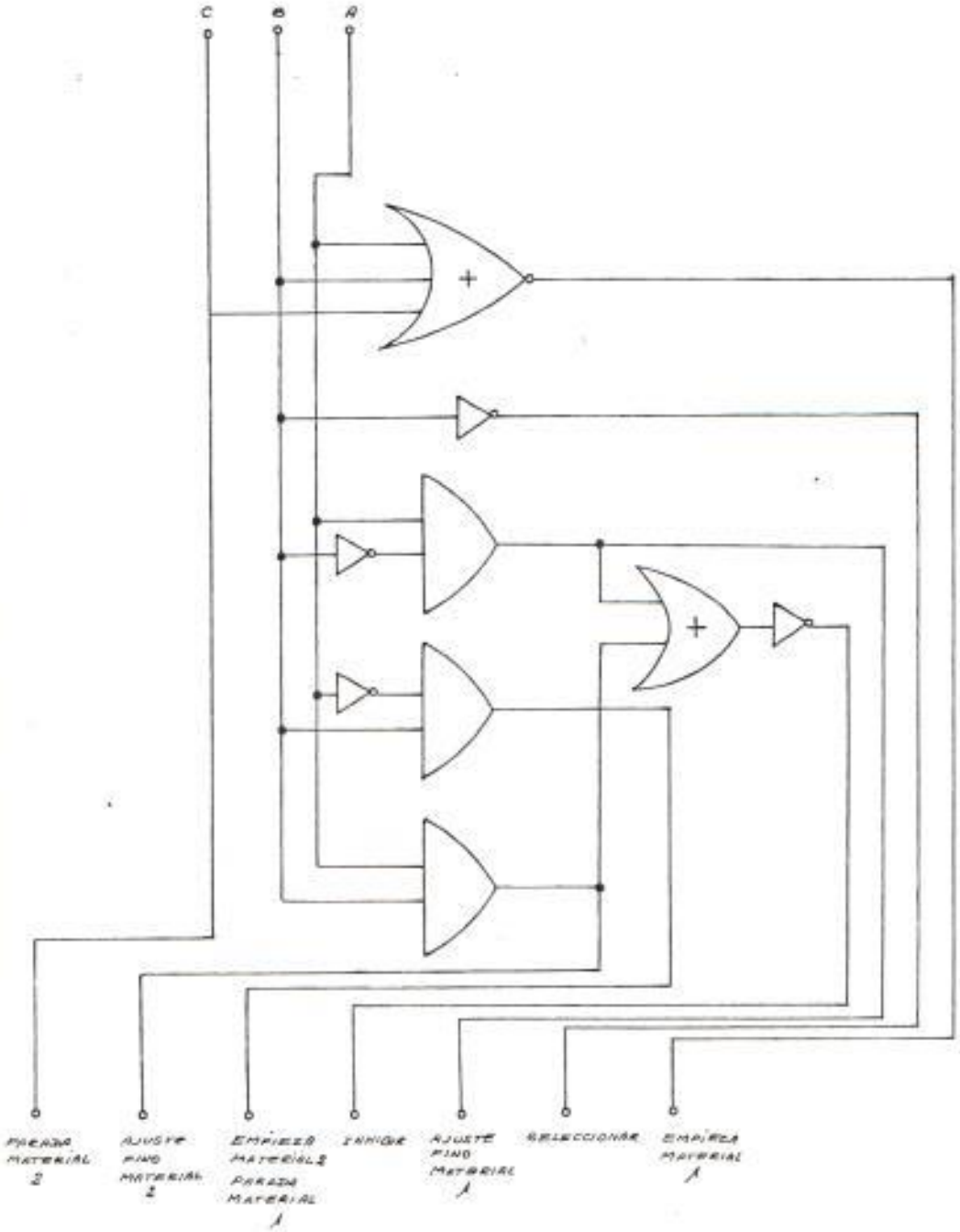


FIGURA Nº 2.13. CONTROL DE SEÑALES

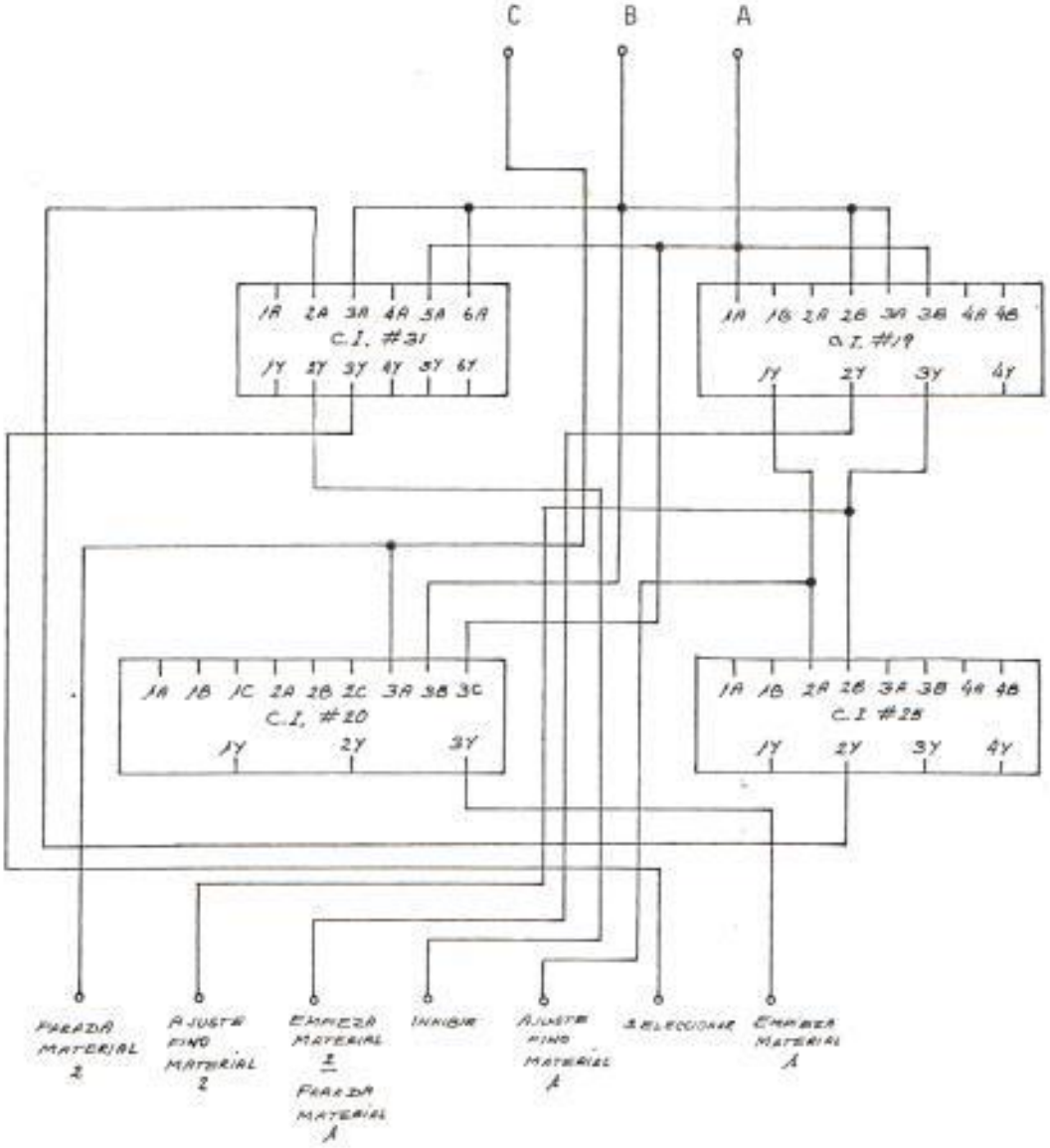


FIGURA Nº 2.14. CONTROL DE SEÑALES
(Cont. Nº 2.13.)

2.12.3. Operación

Con los circuitos integrados conectados en la forma indicada en la figura Nº 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 Nº 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 interconecciones entre los elementos usaré la técnica del "enrrollamiento de alambre" (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 exclusivamente la alimentación de los tres - foquitos que iluminan la rueda del dispositivo medidor de peso.

Para simplificar y asegurar la exactitud - en el trabajo de interconección de los circuitos, 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 conecciones entre las patitas de los circuitos integrados. Además esto permitirá probar en forma aislada cada sección y luego interconectada con las demás.

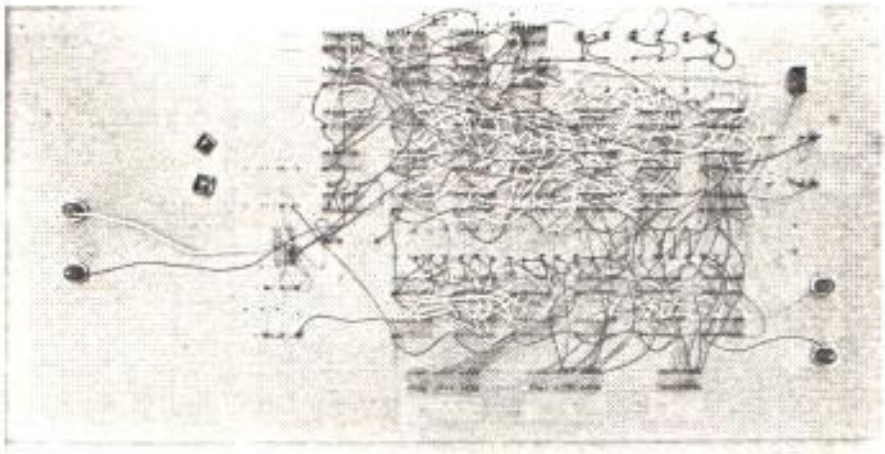


FIGURA Nº 3.1. VISTA INFERIOR DEL TABLERO

3.2. DISPOSICION FINAL DE LOS COMPONENTES

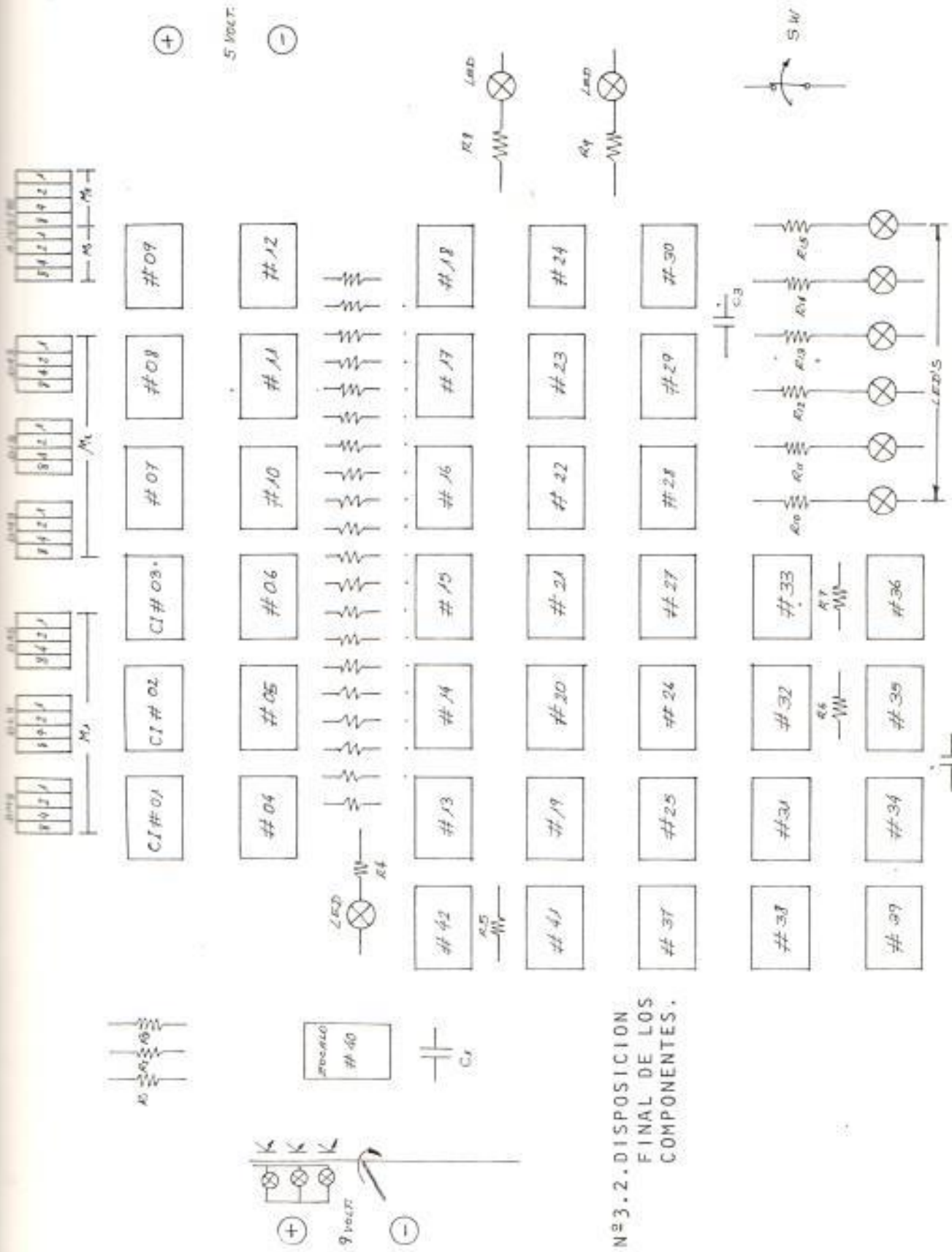


Fig.Nº3.2.DISPOSICION FINAL DE LOS COMPONENTES.

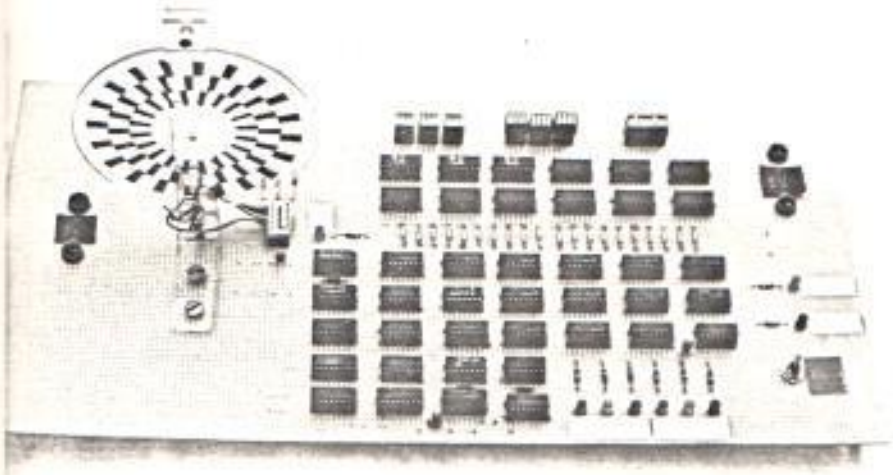


FIGURA Nº3.3. VISTA SUPERIOR DEL TABLERO

LISTA DE ELEMENTOS	Circuitos integrados:
R_1-R_2-R_3 = 1 KΩ	# 01...12 = SN74184
R_4 = 330 Ω	# 13...15 = SN74LS157
R_5-R_6-R_7 = 10KΩ	# 16...18 = SN74LS283
R_8....R_{15} = 330Ω	# 19 = SN7408
R_{16}...R_{15} = 1KΩ	# 20 = = SN74LS27
C_1-C_2-C_3= 10μf	# 21...23 = SN74LS283
S_w = Interruptor normal cerrado.	# 24 = SN74157
	# 25 = SN74LS32
	# 26...29 = SN74LS85
	# 30 = SN7408
	# 31 = SN74LS04
	# 32 = SN74LS93
	# 33 = SN74121
	# 34 = SN7476
	# 35 = SN74121
	# 36 = SN7408
	# 37 = SN74193
	# 41 = SN74LS04
	# 42 = SN74121

TABLA Nº3.1.

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 digitos (para 4 digitos se necesitan 11 circuitos integrados; para 6 dígitos 28 circuitos integrados). Sobre esta búsqueda infructuosa pueden sar 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, conecté 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 problemas fueron de cuatro tipos: diseño, mal contacto, conección errada o circuito integrado dañado.

La sección que más problemas tuvo fue la del dispositivo mediddor del peso de los materiales y sus circuitos 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 estaba previsto que lo hiciera. Adicionalmente, también se presentaron problemas de mal contacto en el circuito # 36, SN7408, que hacian 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 diseñada para trabajar en ambos sentidos de giro, avanzando en un sentido y retrocediendo en el otro, pero el cambio del sentido de giro no puede ser efectuado cuando la señal denominada "Leer" está activa, es decir, cuando una franja oscura está frente al fototransistor del medio, del que produce la señal denominada "Contar". Si esto ocurre , se produce un error de 1 Kg., en más ó menos, dependiendo 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 integramente sobre el papel y probados y modificados en el laboratorio, el diseño global del proyecto fue realizado totalmente sobre el papel tomando como referencia unicamente 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.

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.-

...