

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN HARDWARE DEL SISTEMA INFODINA.

1.- INTRODUCCIÓN.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el sistema InfoDina está constituido por dos módulos: una **parte hardware**, constituida por un controlador industrial y un **paquete software** para el control del mismo. Juntos, ambos módulos realizan la regulación completa de plantas cementeras de diversas características.

En este punto se detallan todas las especificaciones de la parte hardware de InfoDina, es decir, del controlador. En los siguientes puntos del proyecto es en donde se trata todo el paquete software en profundidad.

El controlador InfoDina desarrollado se puede observar en la fotografía de la figura 1 (el modulo 1):

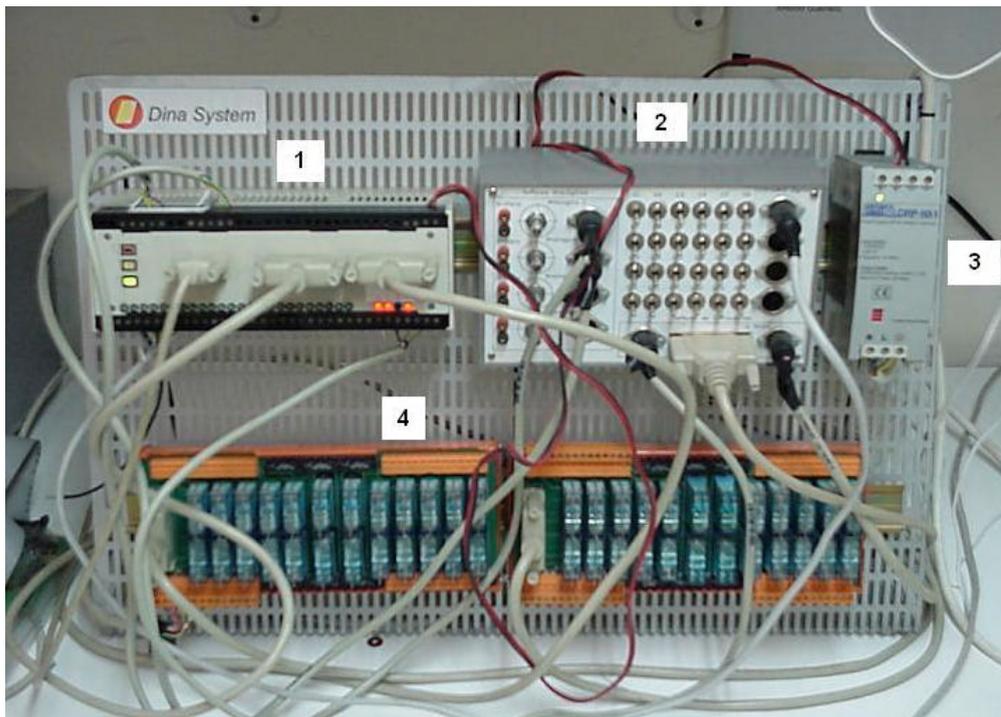


Figura 1.- Controlador industrial InfoDina desarrollado por Cesser, junto con los componentes asociados al mismo.

En esta fotografía se distinguen una serie de dispositivos asociados al controlador, los cuales son:

- 1) Controlador *InfoDina*. Es el núcleo central del conjunto, encargado del control de las plantas cementeras.
- 2) Emulador de señales. Este dispositivo se emplea para poder realizar pruebas en el laboratorio con el controlador, por lo que no es necesario cuando el controlador trabaja directamente con la planta. Consta de:
 - *4 potenciómetros analógicos*, que simulan la salida de las células de pesaje, con posibilidad de conexión a los cuatro canales de báscula de los que dispone el controlador.
 - *Interruptores digitales*, que simulan tanto las señales de entrada que proporciona la planta, como las señales correspondientes a los contadores de líquido (agua o aditivo) que se conectan a los cuatro canales de contador.
- 3) Fuente de alimentación. Encargada de alimentar al sistema completo.
- 4) Tabla de relés. Formada por 48 relés correspondientes a las 48 salidas del automatismo, para actuar sobre la planta a controlar.

2.- EL CONTROLADOR INFODINA.

Este dispositivo es el núcleo central del proceso de control de la planta. Es el encargado de accionar los contactores de activación de los distintos elementos a través de una serie de relés (48 en total) en función de la información que recibe de la planta, la cual se puede dividir en:

- Señales de estado de la planta. Dispone de 24 entradas de señales.
- 8 canales de comunicación, de los cuales 4 son analógicos (de pesaje o de báscula) y los otros 4 son digitales (de contador de líquido).

Para el correcto funcionamiento del sistema, el controlador de InfoDina dispone de diversos módulos:

- Módulo de CPU.
- Módulo de Interfaces de entradas digitales.
- Módulo de Interfaces analógicas.
- Etapas de potencia y alimentación.
- Etapas de visualización.
- Tablas de relés.

Los cuales se ven a continuación en detalle:

2.1.- Módulo de CPU.

El módulo de CPU integra todos los elementos de procesamiento digital. Está constituido por el microcontrolador 8x196KC de INTEL, configurado en modo microprocesador, al cual se le han conectado diversos periféricos. Este microcontrolador de la familia 196 se caracteriza porque integra periféricos como contadores de alta velocidad, canales de comunicación serie, memoria de programa integrada, etc. Además tiene la capacidad de utilizar memoria externa y de trabajar simultáneamente a 8 y 16 bits.

Al microcontrolador de la CPU se le han conectado los siguientes periféricos externos:

- Conversor AD de 16 bits.
- Contador de 16 bits de 3 canales.
- Seis circuitos de enclavamiento de 8 bits, con lo cual se han obtenido 48 bits de salida, los cuales se aplican sobre etapas de amplificación para finalmente accionar las bobinas de las tablas de relés.
- Tres circuitos transceiver triestado de 8 bits que permiten ampliar la capacidad de lectura hasta 24 bits de entrada.
- Banco de memoria RAM estática de 32 K.
- Banco de memoria EPROM de 64 K.

2.2.- Módulos de Interfaces de Entradas Digitales.

Este módulo acondiciona las señales de entrada digitales de proceso (que son de tipo relé: contactor abierto / cerrado) y las adapta para aplicarlas finalmente a la CPU sobre los circuitos transceiver triestado.

Además este módulo acondiciona las señales procedentes de los canales de contador (también de tipo relé).

La adaptación de estas señales se realiza mediante etapas de optoacopladores. Por lo que el aislamiento galvánico entre los circuitos eléctricos de proceso y la CPU es del orden de 2,5 KV. A continuación de las etapas de optoacopladores, sobre los canales de contador se han implantado filtros paso bajo por hardware, basados en circuitos Trigger Smith y etapas RC.

2.3.- Módulo de interfaces analógicas.

Este módulo acondiciona las señales procedentes de las células de carga, a la vez que se encarga de proporcionar la alimentación las mismas células. El rango de variación de las señales de entrada analógicas es de 0 a 20 mV. El módulo acondiciona los cuatro canales diferentes de entrada de células.

La ganancia de ampliación que se realiza sobre las señales es de 1000, además se aplica un circuito de desplazamiento del cero, para ajustar el rango de variación de la señal internamente de -10 V a $+10\text{ V}$. Además se aplican etapas de filtrado hardware paso bajo, con frecuencias de corte de 20 Hz.

Una vez preparadas las señales se aplican sobre un conmutador de canales analógico, el cual conmuta los canales cíclicamente a una frecuencia de 120 KHz. Esto permite simultanear la medida de cuatro canales analógicos sobre el único conversor AD de la CPU.

2.4.- Etapas de potencia y alimentación.

El controlador InfoDina se alimenta a 24 V, y a partir de esta tensión se obtienen las diferentes tensiones internas necesarias para todos los dispositivos del sistema. Para llevar a cabo esta tarea, las etapas de potencia y alimentación integran dos convertidores DC-DC, con los que se generan dos fuentes de tensión:

- Una a 5 V con 6 W de potencia.
- Otra de +12 V a -12 V con 12 W de potencia. Desde esta fuente de tensión de +12 V a -12 V se genera un voltaje de 10 V mediante un regulador lineal de tensión, para la alimentación de los sensores de las básculas (células de carga).

2.5.- Etapas de visualización.

Esta etapa tiene por función alimentar a los diferentes leds que están insertados en la carcasa. Estos son los encargados de mostrar los estados de las etapas digitales y contadores.

Además también se dispone de los leds de estado del sistema, los cuales muestran el estado de RUN/STOP, el flujo de datos en los canales de comunicación, así como la presencia de alimentación sobre el equipo. Esta tarjeta está vinculada directamente con los módulos CPU y con la interface de Entradas Digitales.

2.6.- Tablas de Relés.

El controlador InfoDina es capaz de accionar hasta 48 relés, distribuidos sobre dos tablas de 24 relés idénticas. El controlador acciona las bobinas de los relés desde las etapas de amplificación de los bits de salida, ubicadas en el módulo CPU. Las bobinas de relés tienen un consumo de aproximadamente 200 mA DC y son capaces de accionar cargas de hasta 10 A.

3.- ELEMENTOS EXTERIORES DE INFODINA.

La apariencia física externa del controlador InfoDina es la mostrada en la siguiente figura:

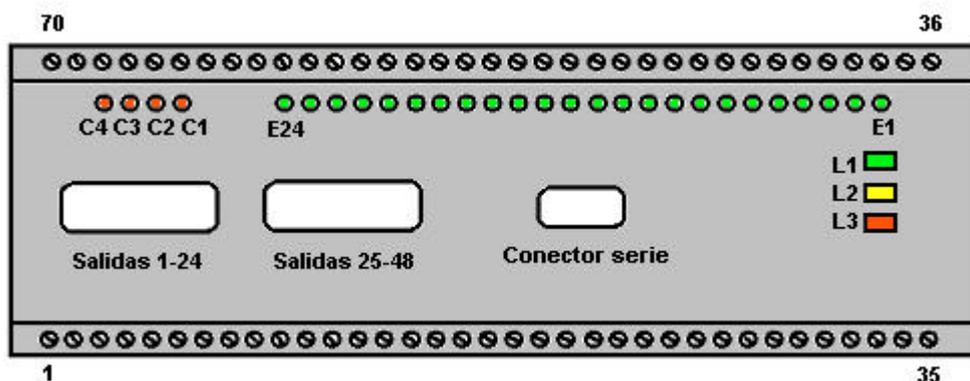


Figura 2.- Apariencia externa de InfoDina.

En ella se pueden distinguir diversos grupos de elementos:

- **Leds de estado del sistema.**

Corresponden a los leds L1, L2 y L3. Su función se describe en la siguiente tabla:

Denominación	Función
L1	Led verde indicador de potencia
L2	Led amarillo indicador de comunicaciones
L3	Led rojo indicador del estado RUN/STOP

Tabla 1.- Función de los Leds de estado del sistema.

- **Leds de contadores.**

Corresponden a los leds C1, C2, C3 y C4, son de color rojo y su función es la de indicar si hay señal procedente de los contadores.

- **Leds de entradas.**

Corresponden a los 24 leds, desde E1 a E24, de color verde, que cumplen la función de indicar si hay señal conectada a su entrada correspondiente.

- **Conectores atornillados.**

Estos corresponden a los 70 conectores que se encuentran distribuidos a ambos lados del frontal del controlador. En la siguiente tabla se indica la función de cada uno de ellos:

Número	Función
1	+24 V
2	0 V
3	+24 V
4	0 V
5	Sin Función
6	Sin Función
7	Sin Función
8	+10 V
9	0 V
10	0 V pantalla
11	+ Entrada analógica 1
12	- Entrada analógica 1
13	Sin Función
14	Sin Función
15	+10 V
16	0 V
17	0 V pantalla
18	+ Entrada analógica 2
19	- Entrada analógica 2
20	Sin Función
21	Sin Función
22	+10 V
23	0 V
24	0 V pantalla
25	+ Entrada analógica 3
26	- Entrada analógica 3
27	Sin Función
28	Sin Función
29	+10 V
30	0 V
31	0 V pantalla

32	+Entrada analógica 4
33	- Entrada analógica 4
34	Sin Función
35	Sin Función
36	0 V
37	0 V
38	Entrada 1
39	Entrada 2
40	Entrada 3
41	Entrada 4
42	Entrada 5
43	Entrada 6
44	Entrada 7
45	Entrada 8
46	Entrada 9
47	Entrada 10
48	Entrada 11
49	Entrada 12
50	Entrada 13
51	Entrada 14
52	Entrada 15
53	Entrada 16
54	Entrada 17
55	Entrada 18
56	Entrada 19
57	Entrada 20
58	Entrada 21
59	Entrada 22
60	Entrada 23
61	Entrada 24
62	0 V
63	0 V
64	Contador 1
65	Contador 2
66	Contador 3
67	Contador 4
68	0 V
69	0 V
70	0 V

Tabla 2.- Funciones de los Conectores atornillados.

- **Conector salidas 1-24**

Este elemento corresponde con un conector del tipo SUB_D de 25 pines hembra. La apariencia física y numeración de pines se muestra a continuación:

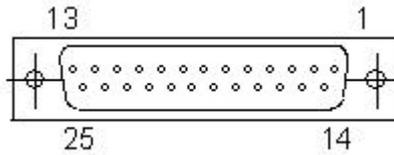


Figura 3.- Apariencia física del conector de salida de 25 pines.

Es el encargado de transmitir las señales de activación de los 24 relés de la tabla, los cuales activan a su vez los contactores de los dispositivos de planta.

Las funciones de cada pin se muestran a continuación:

Pin	Función
1	Salida 1
2	Salida 3
3	Salida 5
4	Salida 7
5	Salida 9
6	Salida 11
7	Salida 13
8	Salida 15
9	Salida 17
10	Salida 19
11	Salida 21
12	Salida 23
13	0v (Retorno)
14	Salida 2
15	Salida 4
16	Salida 6
17	Salida 8
18	Salida 10
19	Salida 12
20	Salida 14
21	Salida 16
22	Salida 18
23	Salida 20
24	Salida 22
25	Salida 24

Tabla 3.- Funciones de los pines del conector de salidas 1-24.

- **Conector salidas 25-48.**

Este conector es idéntico al anterior, tan sólo cambian las señales que salen de cada pin, las cuales se recogen en la tabla 4:

Pin	Función
1	Salida 25
2	Salida 27
3	Salida 29
4	Salida 31
5	Salida 33
6	Salida 35
7	Salida 37
8	Salida 39
9	Salida 41
10	Salida 43
11	Salida 45
12	Salida 47
13	0v (Retorno)
14	Salida 26
15	Salida 28
16	Salida 30
17	Salida 32
18	Salida 34
19	Salida 36
20	Salida 38
21	Salida 40
22	Salida 42
23	Salida 44
24	Salida 46
25	Salida 48

Tabla 4.- Funciones de los pines del conector de salidas 25-48.

- **Conector de comunicación serie.**

Este elemento corresponde con un conector del tipo SUB_D de 9 pines hembra. La apariencia física y numeración de pines se muestra a continuación:

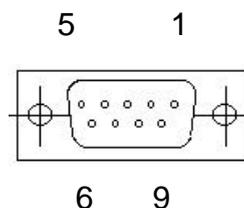


Figura 4.- Apariencia física del conector de comunicación serie de 9 pines.

A través de este conector de comunicación serie se efectúa el intercambio de datos entre el controlador y el PC encargado de soportar el software de control, bajo el protocolo de comunicación serie RS-232.

Cada uno de los pines de este conector cumple una función específica, que se definen en la siguiente tabla:

Pin	Función
1	Sin Función
2	Tx pin de transmisión RS232
3	Rx pin de recepción RS232
4	Sin Función
5	0v (común)
6	Sin Función
7	Sin Función
8	Sin Función
9	Sin Función

Tabla 5.- Funciones de los pines del conector de comunicación serie de 9 pines.

4.- CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES DE ENTRADA / SALIDA DE INFODINA.

En este punto se van a tratar las características más relevantes de las señales de entrada y de salida del controlador. Todas ellas se pueden indicar en la figura 5:

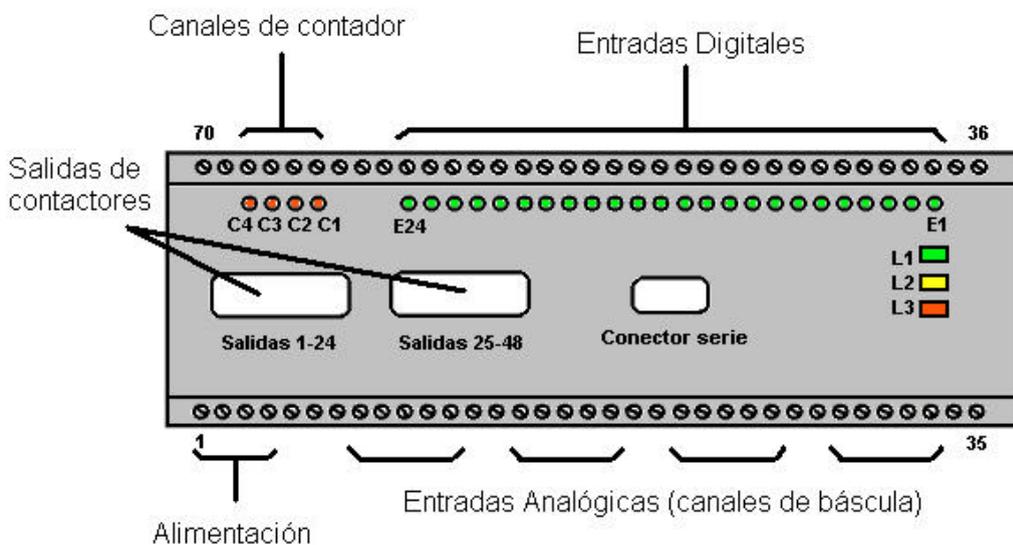


Figura 5.- Entradas y salidas del controlador InfoDina.

- **Entradas Digitales.**

Corresponden a las 24 señales (desde E1 hasta E24) que proporciona la planta para dar a conocer el estado de los distintos dispositivos de los que consta el controlador. Son señales de entrada tipo relé, es decir, contactor abierto / cerrado.

- **Canales de contadores.**

Son señales de entrada, idénticas a las de entrada digital. Corresponden a las salidas que proporcionan los contadores de líquido, pudiendo existir un máximo de cuatro contadores.

- **Entradas Analógicas.**

Estas son las señales procedentes de las células de pesaje de las básculas de la planta. Existen un total de cuatro canales para la conexión de estas células (estos se pueden identificar en la figura 5), los cuales constan de cinco señales cada uno, siendo la disposición de estas señales la siguiente:

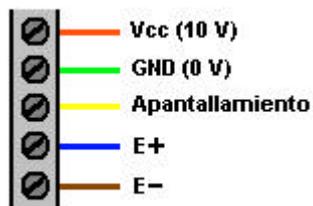


Figura 6.- Disposición de las señales que componen cada canal de entrada analógico.

Las dos primeras señales se utilizan para proporcionar alimentación a las células de pesaje de las básculas. El apantallamiento se emplea para proteger a la señal que circula por el conductor de posibles interferencias electromagnéticas (EMI) que puedan producirse en el ambiente de trabajo. La señal de pesaje se transmite a través de los dos últimos cables, correspondiendo las señales E+ y E- con la salida positiva y negativa del sensor de carga. Estas señales poseen un rango de variación de 0 a 20 mV.

- **Entradas de Alimentación.**

Los pines 1 a 4 son las entradas mediante las cuales se alimenta el controlador InfoDina. El consumo de este componente depende, como es lógico, del estado de funcionamiento, es decir, del número de dispositivos que este controlando, aunque no sobrepasa los 2 A.

Estas entradas se deben conectar a una fuente de alimentación AC/DC de 50 W a 24 V.

5.- DIAGRAMAS DE CONEXIONADO DE INFODINA.

5.1.-Conexión de Entradas Digitales.

Para conectar las entradas digitales (de E1 a E 42), se atornilla el cable de señal sobre el pin correspondiente, pudiendo conectar el cable de retorno a cualquiera de los pines de 0 V, proporcionados en la carcasa, aunque es aconsejable que sea el más próximo al pin que estamos conectando.

Por ejemplo, el conexionado de la señal E1 al proceso se realizaría como se indica en la figura:

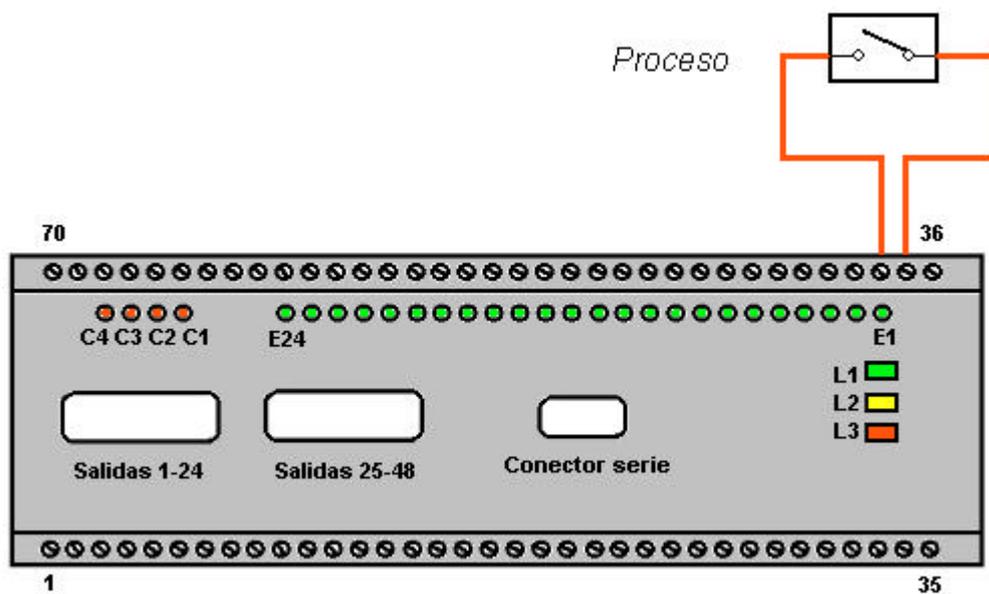


Figura 7.- Ejemplo de conexión del proceso a la entrada E1. Como pin para el cable de retorno se emplea la entrada 37, ya que es la entrada de 0V más cercana a E1 (38).

Dado que las entradas digitales son de tipo relé (contactor abierto / cerrado) se representa a la señal en el proceso como un interruptor que se cierra o abre en función de que se active o no dicha señal.

5.2.- Conexión de Contadores.

La conexión de contadores a las entradas del controlador se hace de igual forma que para el caso de las entradas digitales, es decir, que se atornilla el cable de señal sobre el pin correspondiente (de C1 a C4), conectando el cable de retorno a cualquiera de los pines de 0 V, recomendando siempre el más cercano.

Se puede ver en la figura 8 un ejemplo del conexionado a la entrada C1 de un contador de líquido.

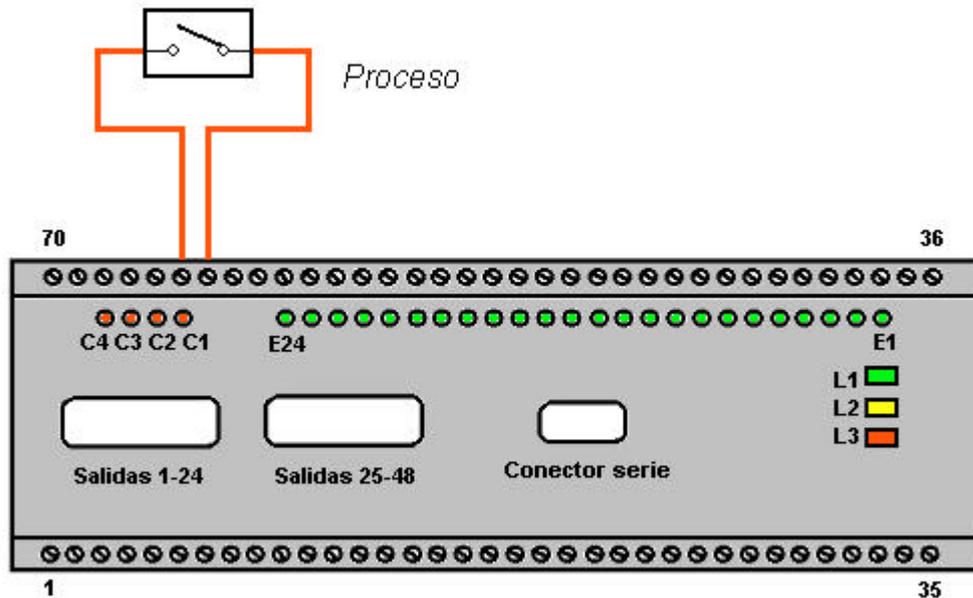


Figura 8.- Ejemplo de conexión de una contador a la entrada de contador C1. El cable retorno se conecta al pin 64, ya que es la entrada de 0V más cercana a C1.

Las señales proporcionadas por los contadores también son como las de entrada digital, de tipo relé.

5.3.-Conexión de Canales Analógicos.

A estos canales analógicos se conectan los sensores de pesaje de las básculas. Existen un total de cuatro canales, por lo que se pueden conectar un máximo de cuatro básculas al controlador InfoDina.

La forma de conectarse se puede observar en la figura 9, en la que se representa un ejemplo en el que se conecta una báscula a un canal analógico, el constituido por los pines de entrada del 29 al 33 (en la tabla 2, se puede comprobar la función de cada uno de estos pines).

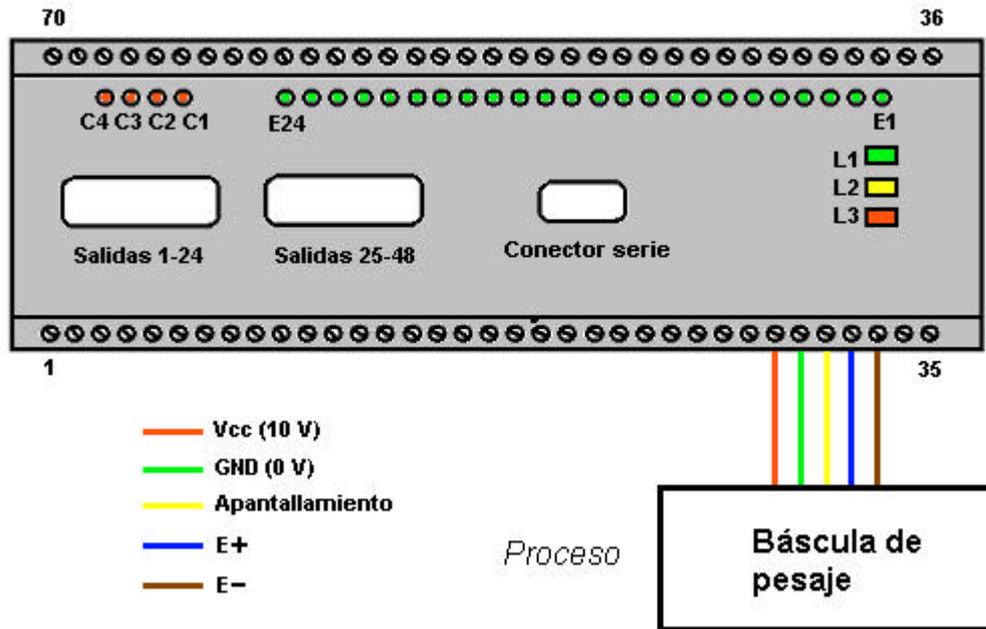


Figura 9.- Ejemplo de conexión de una báscula de pesaje a un canal analógico. Se muestra el código de colores que siguen los distintos cables.

Dado que cada báscula esta constituida por varias células de pesaje, la forma en que estas células se conectan internamente es la siguiente:

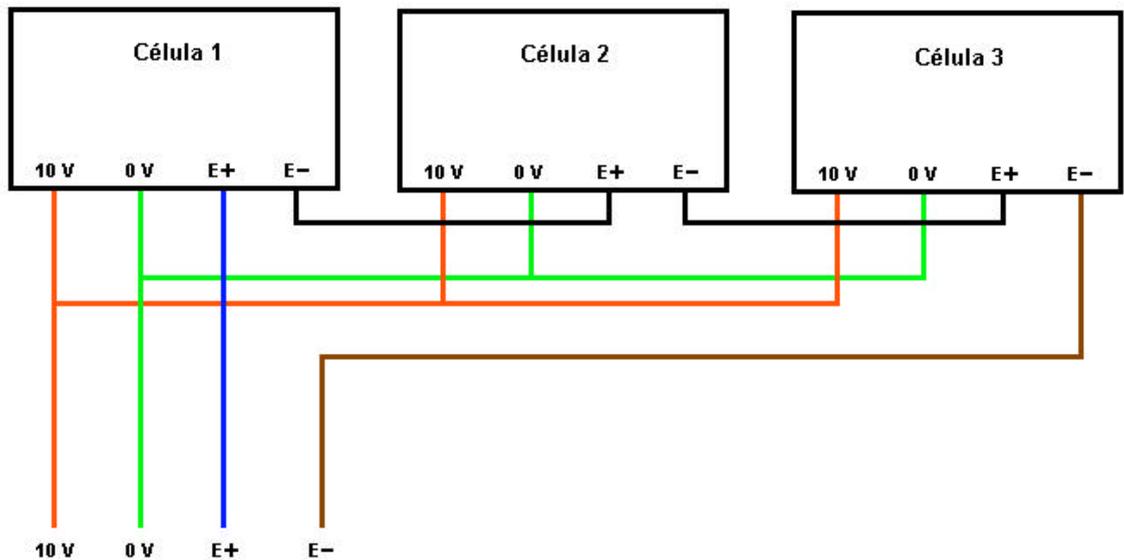


Figura 10.- Conexionado en serie de las distintas células de pesaje que componen una báscula de pesaje.

5.4.-Conexión de la fuente de alimentación.

La conexión de la fuente de alimentación al controlador InfoDina se puede realizar tan sólo con los pines 1, 2 o bien 3, 4. No obstante es aconsejable hacer la conexión a los cuatro de la siguiente manera:

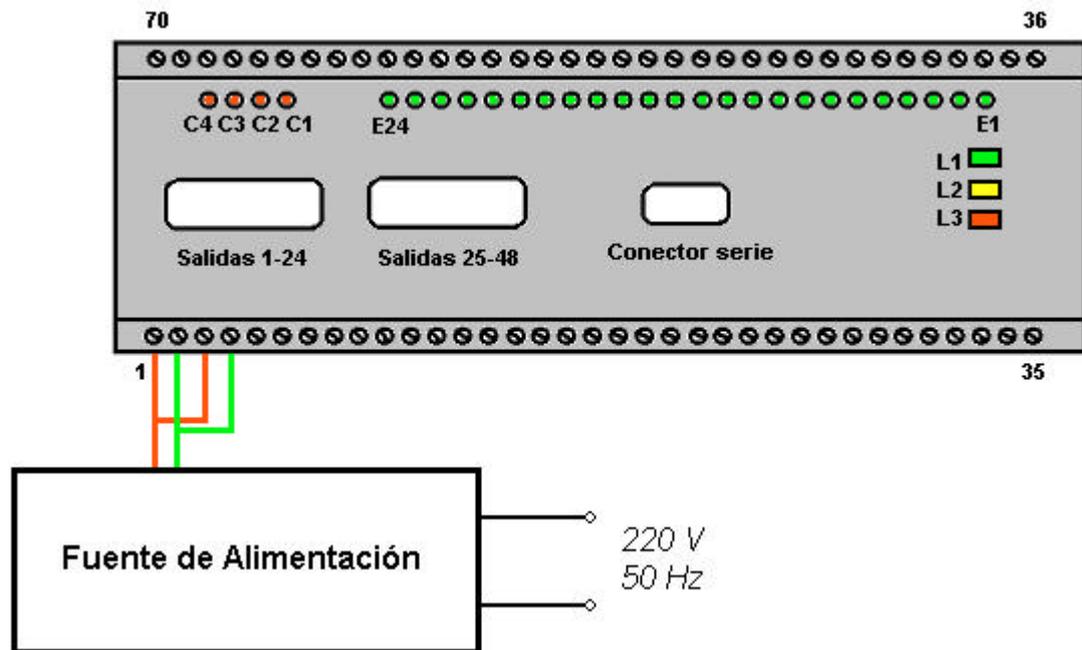


Figura 11.- Esquema que muestra como debe realizarse la conexión de la alimentación del controlador.

5.5.-Conexión a Relés.

Las salidas 1-24 (conector DB-25) se conectan a una tabla de 24 relés, y la otra a otra tabla de 24 relés. En total se dispone de 48 salidas, las cuales se encargan de accionar las bobinas de relés, que a su vez accionan los contactores de los elementos de la planta.

5.6.-Comunicaciones.

InfoDina dispone de un conector DB9 para su conexión al PC encargado de soportar el software de control.