



Curso de calibración y prueba de celdas de carga.

Teoría de funcionamiento de las celdas de carga.

La celda de carga es un elemento que mide esfuerzos (dinamómetro). El principio de funcionamiento consiste en medir la deformación de un cuerpo metálico mediante 4 resistencias variables con el estiramiento, colocadas en forma de puente de Weastone.

Como la deformación es pequeña, la señal que la celda entrega es también pequeña. La sensibilidad de la celda, es la relación de señal de salida por cada voltio de alimentación al puente. Las celdas europeas entregan 2 mV/V y las americanas 3 mV/V (generalmente).

Cuando se alimenta una celda de 2mV/V con una tensión continua de 10 V, la salida a plena carga es de 20 mV y de 0 mV si está descargada totalmente. Si invertimos el esfuerzo (de tracción a compresión) da una señal idéntica con inversión de polaridad.

Todo lo anterior es válido cuando se conectan 2 o más celdas en paralelo. Por ejemplo, tres celdas en paralelo de 1000Kg. - 2 mV/V cada una, es equivalente a una celda de 3000Kg. de 2 mV/V.

Internamente las celdas tienen la configuración de la figura.

$$R1 = R2 = R3 = R4 = 350 \text{ ohm.}$$

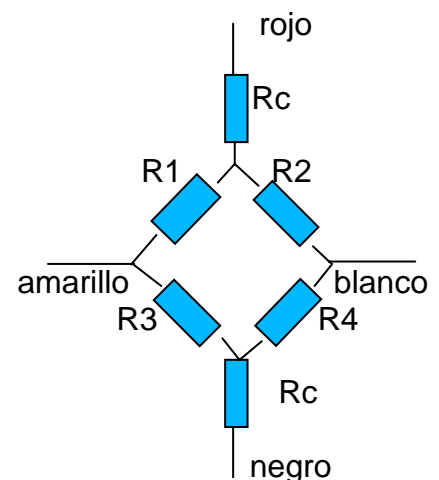
Rc es variable y puede no estar.

Se utiliza para igualar las celdas (por el fabricante), pues si la sensibilidad no fuera exactamente de 2 mV/V, no sería posible colocar celdas en paralelo, pues las distintas celdas darían valores ligeramente dispares.

Por supuesto, por el mismo motivo, no se puede de ninguna manera, conectar celdas en paralelo de distintos valores de capacidad nominal.

En las celdas más modernas Rc no está colocado.

Se pueden poner sin inconvenientes en paralelo celdas con y sin Rc.



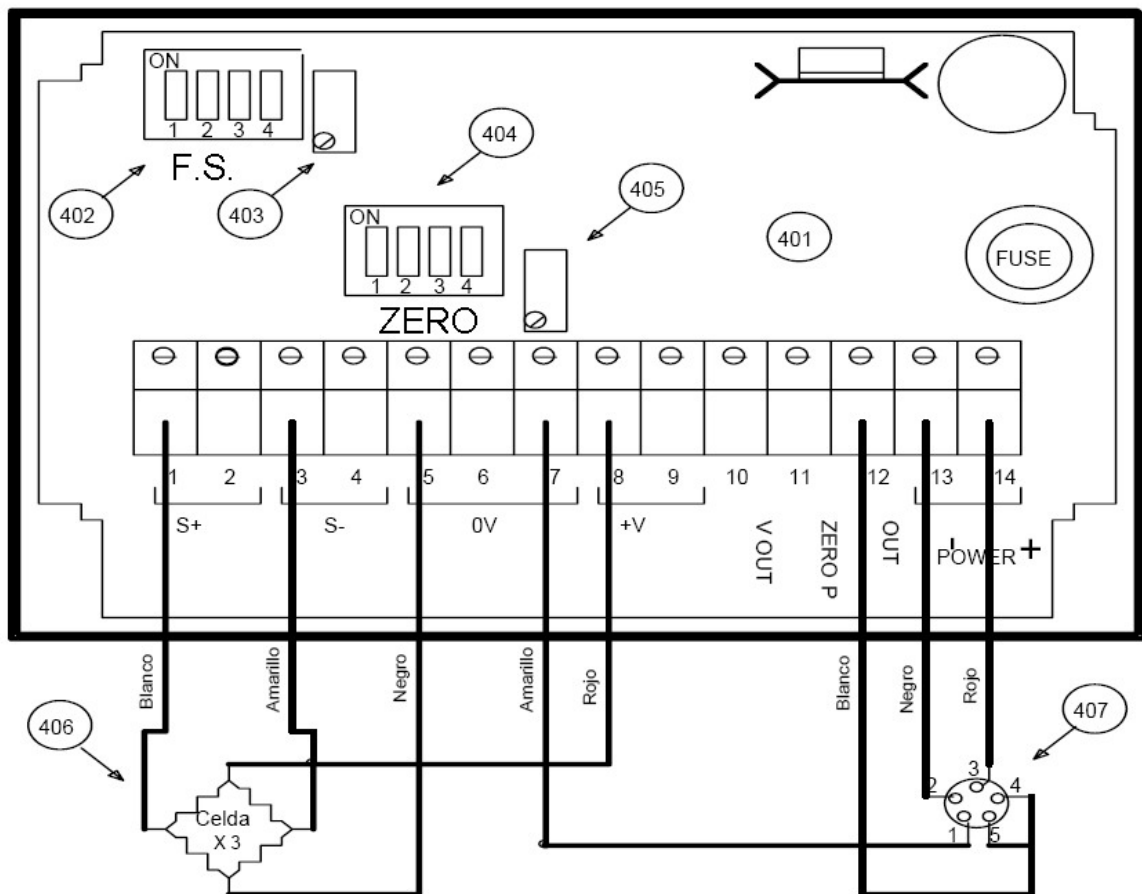


Curso de calibración y prueba de celdas de carga.

Amplificación de la señal.

Como los sistemas de automatización necesitan una señal para poder trabajar en el orden de 10 VCC, hay que intercalar entre las celdas y el automatismo un amplificador de señal, que transforme la débil señal de las celdas en alguna salida standard (0-10 VCC, 0-20 mA o 4-20 mA).

Betonmac utiliza el amplificador de instrumentación TA4 (ver figura) para este fin.



- 401) Amplificador de celdas de carga TA4.
- 402) Regulación gruesa de la ganancia del amplificador.
- 403) Regulación fina de la ganancia del amplificador.
- 404) Regulación gruesa del cero de pesada.
- 405) Regulación fina del cero de pesada.
- 406) Celda de carga (una o tres celdas según corresponda)
- 407) Conector al panel de mandos manuales.

Descripción de la bornera:

- 1 y 2: entrada de alta impedancia de señal positiva de la celda.
- 3 y 4: entrada de alta impedancia de señal negativa de la celda.
- 5, 6 y 7: masa de señal.



Curso de calibración y prueba de celdas de carga.

- 8 y 9: salida de tensión de alimentación de las celdas, 10 VCC regulada.
- 10: salida de señal 0 - 10 VCC (no usada).
- 11: corrección del cero mediante un potenciómetro externo (no usada).
- 12: salida de señal 0 - 20 mA.
- 13: masa de alimentación.
- 14: entrada de alimentación de 15 a 24 VCC.

Los automatismos Betonmac (Betonmatic, Betonplus, Minimatic y Mini51) tienen un conversor analógico digital de 12 bits, que equivale a 4096 puntos de resolución.

La equivalencia es de 8 VCC a 4000 puntos.

Como son necesarias también lecturas negativas, se toma el cero central en 100 puntos de conversor (200 mV), o sea lecturas inferiores a 200 mV dan valores negativos y superiores dan lecturas positivas.

El fondo de escala de la balanza se alcanza a los 4100 puntos (8,2 VCC).

No confundir el fondo de escala de la balanza (definido por la capacidad de la misma), con la capacidad sumada de las 3 celdas. Por ejemplo, el fondo de escala de la balanza de áridos de una planta NEO MÓVIL es de 5000Kg. y las tres celdas sumadas dan 7500Kg. (3 x 2500Kg.).

Como se utiliza la salida en corriente de 0-20 mA del amplificador, en el panel de mandos manuales, se debe convertir dicha señal a tensión, mediante una resistencia de 470 ohm al 1%. Dicha resistencia se encuentra en la placa adaptadora LE097.

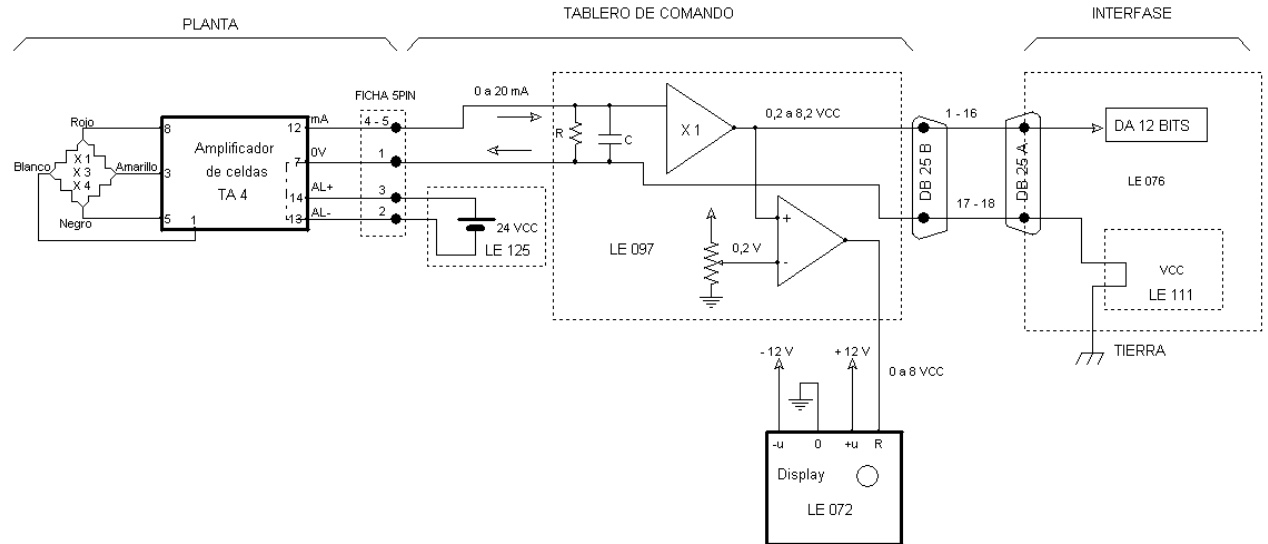
De la plaqueta adaptadora, salen dos señales en tensión:

La primera es igual a la señal de entrada en tensión, pero amplificada en corriente (baja impedancia de salida). Dicha señal que tiene un rango de de 0,2 a 8,2 VCC cuando la balanza va de 0 kg hasta el fondo de escala, es enviada a la plaqueta convertora del automatismo LE076.

La segunda señal (que es igual a la señal de entrada pero restado el valor de cero absoluto), con un rango de 0 a 8 VCC para 0 kg hasta el fondo de escala, es enviada a los repetidores digitales, ubicados en el mismo panel de mandos manuales.



Curso de calibración y prueba de celdas de carga.



Mediciones que deben ser hechas con la celda desconectada:

Si medimos con un óhmetro entre amarillo y blanco, deberemos leer 350 ohm, pues el paralelo de R_1+R_2 con R_3+R_4 da este valor. La tolerancia de esta medición está en un valor inferior al 1%, o sea que si leemos 352 ohm este valor también debe ser considerado correcto. También debe ser tenida en cuenta la precisión del instrumento que estemos utilizando.

Al medir entre rojo y negro, tenemos que tener en cuenta las resistencias de calibración R_c . Por lo tanto considerar como válidas lecturas desde los 350 ohm hasta los 450 ohm.

Posibilidades de errores:

3.1) Se mide circuito abierto entre amarillo y blanco (o entre rojo y negro):

Causa: uno de los cables o los dos están cortados.

Solución: Buscar visualmente la posible rotura (cable golpeado, doblado, etc.) y repararlo haciendo una enmienda adecuada. Si no se encuentra ninguna anomalía, cortar el cable cerca de la celda (10cm. aprox.) y repetir la medición. Si la misma está OK, cambiar el cable desde el corte al amplificador y hacer una enmienda adecuada. Caso contrario, mover el cable mientras se mide (puede estar la rotura en la salida del conector de la celda). Si nada de lo anterior resulta, reemplazar la celda.

3.2) Se mide un valor entre 700 a 800 ohm entre amarillo y blanco (o entre rojo y negro):

Causa: está cortada una de las resistencias del puente (internamente). Solución: Cambiar la celda de carga.

Mediciones a realizar con el tablero encendido y celdas conectadas:

Curso de calibración y prueba de celdas de carga.

Las mediciones de resistencia con la celda desconectada son condición necesaria pero no suficiente. O sea que una celda puede presentar un valor correcto de las resistencias y no funcionar adecuadamente. Por ejemplo, si a una celda se la somete a un esfuerzo mecánico mayor que el que puede soportar, puede mantener la sensibilidad, pero el valor de salida sin carga mecánica es diferente de 0.0 mV (fuera de cero), puede tener una deriva térmica pequeña, etc. Estos defectos sólo se pueden comprobar haciendo mediciones con tensión.

Cuando se tenga que medir, seguir el siguiente orden:

- 4.1) Verificar 24 VCC entre bornes 14 y 13.
- 4.2) Verificar 10 VCC entre bornes 8 y 7.
- 4.3) Verificar 5 VCC entre 1 y 7 y entre 3 y 7.
- 4.4) Verificar que haya algunos mV entre 1 y 3 (entre 2.0 y 5.0 mV, considerando que el peso propio de las balanzas es del 10% al 25% de la capacidad de las celdas).
- 4.5) Verificar tensión de 0,2 VCC a 8,2 VCC (de acuerdo con la carga) entre 12 y 7.

Se puede verificar la tensión de entrada al amplificador (entre 1 y 3) de la siguiente manera (hay que anotar previamente la tensión de balanza descargada):

$$V_c [\text{mV}] = \text{peso} [\text{kg}] * 20 \text{ mV} / \text{capacidad celdas} [\text{Kg.}] + V_o [\text{mV}]$$

Donde: V_c = tensión sobre bornes 1 y 3 con carga.

V_o = tensión sobre bornes 1 y 3 con balanza descargada.

Por ejemplo: para la balanza de áridos de la planta Neo Móvil, con tres celdas de 2500Kg, $V_o = 2.5 \text{ mV}$, carga de prueba = 2000kg. La tensión esperada es de $2000 * 20 / 7500 + 2.5 = 7.8 \text{ mV}$.

Recomendaciones.

Si bien las posibilidades de fallas son muy variadas, hay que seguir ciertas pautas para detectar el problema en forma más simple y rápida.

Regla 1: Se debe cumplir el principio de que **la balanza debe indicar el valor correcto sin importar el lugar donde se aplique el peso**. Esto significa que las tres celdas involucradas deben dar la misma lectura. Conviene siempre antes de una calibración o en caso de duda, poner un peso mayor al 1% del fondo de escala (no interesa el valor exacto), en forma alternada y lo más cerca posible de cada una de las celdas. En todos los casos la lectura debe ser igual aunque no sea la correcta. Si una celda da un valor diferente de las otras, esta celda acusa un inconveniente. Esto no necesariamente indica que la celda esté dañada, puede ser rozamiento mecánico, un cable flojo etc.



Curso de calibración y prueba de celdas de carga.

Regla 2: determinar si el problema está dentro del tablero o fuera de él. La forma más simple es intercambiar el cable de entrada al tablero por otro que esté funcionando bien. Por ejemplo: La balanza de cemento tiene un valor de 800Kg. que no cambia cuando se le agrega peso sobre la báscula. Si se intercambian los cables con la balanza de áridos, y se observa que el display de áridos tiene una lectura fija (con otro número, por el distinto fondo de escala) y el display de cemento responde variando el peso sobre la balanza de áridos, significa que el problema está afuera del tablero, desde el conector, cable, amplificador, celdas, etc. en la balanza de cemento. Caso contrario, el problema está en el tablero.

Regla 3: verificar la coincidencia entre el repetidor digital y el display del automatismo. Si las dos lecturas no coinciden y alguna de las dos es correcta, la falla debe ser buscada dentro del tablero o en el automatismo según corresponda, caso contrario, las dos lecturas coinciden y son incorrectas, la falla probablemente esté en el exterior del tablero.

Regla 4: Si la falla es intermitente, tratar de recrear las condiciones. Por ejemplo, si la lectura es errante en las primeras horas de la mañana y se estabiliza luego, es probable que alguna celda falle por frío, entonces buscar la forma de enfriar celda por celda (por ejemplo con una bolsa de hielo) hasta detectar la defectuosa.

Regla 5: Verificar todos los fusibles involucrados.

Procedimiento de calibración de las balanzas :

Los sistemas de pesada de las plantas de hormigón (celdas + amplificador + interface) responden de forma lineal dentro de una faja de trabajo y que puede ser descripta como una ecuación lineal del tipo:

$S = G (X + T)$ donde:

S = señal de salida del amplificador [Volt]

G = Ganancia del amplificador [volt/Kg]

X = Peso variable a cargar en la balanza [Kg]

T = Peso fijo propio de la balanza o tara [Kg]

El peso de los soportes para las pesas patrones se considera en el peso T, que debe ser suprimido antes de colocar las pesas patrones para ajustar la ganancia G, con el siguiente procedimiento:

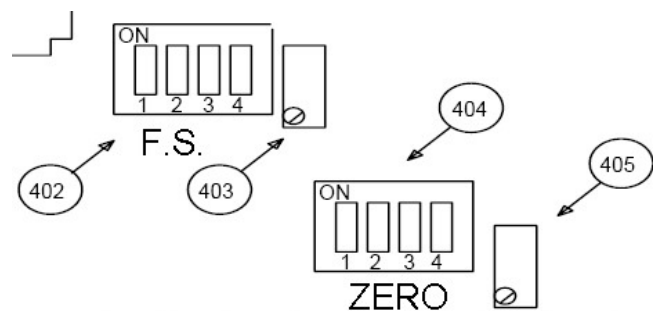
1) **Supresión de la tara de la balanza T:** se realiza con las llaves 404 (grueso) y el potenciómetro 405 (fino) del TA4. Ajustar primero las llaves 404 (en cualquiera de sus 16 posibles combinaciones) hasta el valor más próximo a cero y terminar de poner a cero con el potenciómetro 405. El valor de cero se lee en el display del automatismo correspondiente. También se puede aproximar midiendo la salida, bornes 12 y 7 hasta



Curso de calibración y prueba de celdas de carga.

alcanzar 200 mV. El ajuste con las llaves 404 es necesario sólo en la primera calibración.

2) **Ajuste de la ganancia del amplificador G:** esto se realiza colocando un peso conocido sobre la balanza (una vez puesta a cero), ajustando la lectura del display del automatismo, mediante las llaves 402 (grueso) y el potenciómetro 403 (fino) del TA4. Una vez ajustada la ganancia, descargar la balanza y verificar el cero. Si no hay coincidencia repetir las operaciones 1 y 2.



Con la balanza calibrada, se retiran los soportes de las pesas patrones y se ajusta el cero, concluyendo el proceso de calibración.

Se recomienda un mínimo de pesas patrones del 40% del fondo de escala.

Luego de terminada la calibración se debe hacer una última verificación, poniendo un peso mayor al 1% del fondo de escala (no interesa el valor exacto), en forma alternada y lo más cerca posible de cada una de las celdas. En todos los casos la lectura debe ser correcta.

Calibración del repetidor de las balanzas.

El repetidor del panel de mandos manuales, debe ser igualado al display del automatismo.

El repetidor es simplemente un voltímetro, con la escala en Kg. en vez de voltios.

El cero del repetidor se calibra con la balanza vacía (verificar que haya 0Kg. en el display del automatismo) mediante el trimer de la plaqueta adaptadora LE 097 (1 = áridos, 2 = cemento, 4 = aditivos para NEO MÓVIL - otras plantas consultar los planos correspondientes).

El fondo de escala del repetidor se calibra con la balanza cargada (lo más cerca posible del fondo de escala programado), ajustando el trimer que se encuentra en la parte posterior del mismo repetidor, hasta igualar la lectura del display del automatismo.