




ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS



**IMPLEMENTACIÓN DE (4) MÓDULOS PARA EL
DESARROLLO DE PRÁCTICAS CON CELDAS
DE CARGA PARA EL LABORATORIO DE
INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL DE LA UNIDAD
DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-
ESPE**

MÉNDEZ RIVERA CHRISTIAN ANDRÉS

OBJETIVOS

- ▶ Determinar la factibilidad y características técnicas del equipo.
- ▶ Acondicionar la señal de la celda de carga mediante amplificador de instrumentación.
- ▶ Realizar la calibración para anular la tensión de offset que proporciona el amplificador de instrumentación.
- ▶ Realizar una guía de laboratorio, el cual facilite el uso de los módulos de comprobación de celda de carga de forma eficiente y precisa.

FUENTE DE ALIMENTACION.

- ▶ En este proyecto se requiere una tensión fija continua y estable de un valor determinado para este caso +5v, +12v, -12v. Un regulador de voltaje proporciona un voltaje de salida de DC constante que es prácticamente independiente del voltaje de entrada. (Figura 1)



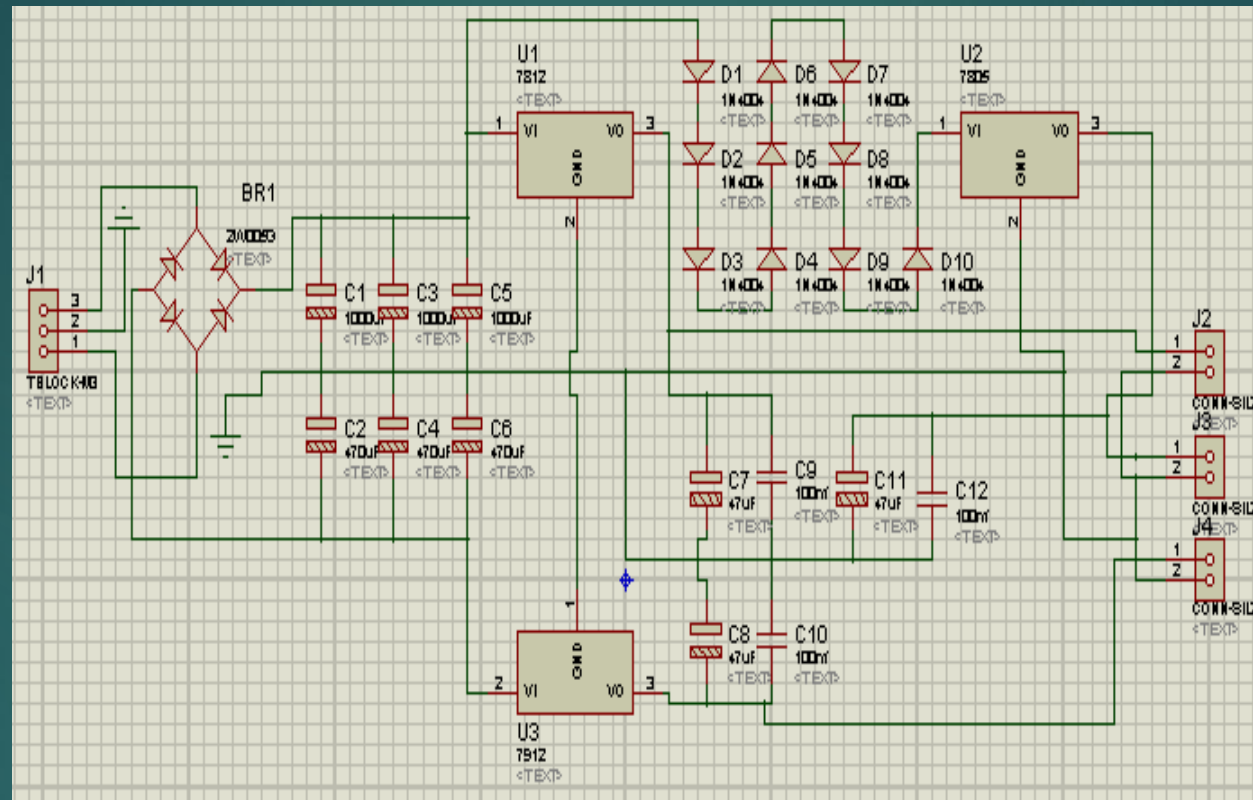


Figura 1. Fuente de alimentación.

CELDA DE CARGA

- ▶ Una celda de carga es un transductor que es utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma una galga extensiométrica. La galga extensiométrica convierte el desplazamiento o deformación en señales eléctricas.

CELDA DE CARGA STRAIN-GUAGE.

- ▶ Convierten la carga que actúa sobre ellos en señales eléctricas. Los medidores propios están unidos en una viga o elemento estructural que se deforma cuando se aplica peso. En la mayoría de los casos, cuatro calibradores de tensión se utilizan para obtener la máxima sensibilidad y compensación de temperatura. Dos de los medidores son por lo general en tensión, y dos en la compresión

SALIDA

- ▶ La salida de una celda de carga no solo es determinada por el peso aplicado, sino también por la fuerza del voltaje de excitación y su sensibilidad clasificada V/V de la capacidad entera del sensor. La salida típica para una celda de carga a plena capacidad según las características del fabricante es de 0.5 milivoltios/voltio (mV/V). Esto quiere decir que según la indicación del fabricante el voltaje de excitación es de 5 V máximo,. Si tenemos 500 gr aplicadas a una celda de carga de 500 gr con 5 voltios de excitación aplicadas, la fuerza de la señal será de 2.5mV. Eso es $5v \times 0.5mV/V=2.5mV$. Ahora apliquemos solo 200 gr a la celda, manteniendo nuestro voltaje de excitación en 5 voltios. Dado que 200 gr es 40% de una carga completa, la fuerza de señal de la celda de carga sería de 1.0mV.
- ▶ Debido a que el voltaje de salida es muy pequeño debe ser amplificada para ser convertida a digital.

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE LA CELDA DE CARGA

- ▶ Estas pruebas permiten verificar el correcto funcionamiento de la celda de carga tanto sin peso como utilizando pesos conocidos y de esta manera podemos medir las distintas respuestas de voltaje ante estas situaciones como lo indica la siguiente (figura 2).



figura 2. Prueba del funcionamiento de la celda de carga.

- ▶ El valor teórico de la señal máxima que entregue la celda de carga es de:

$$\text{Señal Máx} = \text{Sensitividad} \times \text{Voltaje de Excitación}$$

$$\text{Señal Máx} = 0.5 \left[\frac{mV}{V} \right] \times 5[V] = 2.5mV$$

- ▶ El valor real de la señal máxima que entrega la celda de carga es de:

$$\text{Señal Máx} = 0.46 \left[\frac{mV}{V} \right] \times 4.98[V] = 2.39mV$$

- ▶ Esta prueba consiste en colocar las pesas (figura 3) conocidos sobre el eje de carga (figura 4), para luego medir la respuesta del voltaje a la salida en las terminales de la celda de carga. Con estos datos se puede determinar el funcionamiento de la celda de carga en la tabla 1.



Figura 3. Pesas para para la comprobación de la celda de carga.



- Figura 4. Correcta forma de colocar las pesas sobre el eje de carga para la medición del peso.

Tabla 1

Medición de respuesta de la celda de carga sin amplificación.

Peso (gr)	Voltaje (mV)
0	0
5	0.026
10	0.049
20	0.100
50	0.249
100	0.499
200	0.998
500	2.499

AD620.

- ▶ El AD620, el cual es un integrado de bajo costo y funciona como amplificador de instrumentación de alta precisión, que sólo requiere una resistencia externa para establecer las ganancia. Las principales características que han servido como criterio de elección del AD620 son:
- ▶ Bajo consumo, 1.3 mA max perfecto para aplicaciones portátiles.
- ▶ Bajo ruido.
- ▶ Bajo costo.
- ▶ R_G = Rango de ganancia de 1 a 1000.
- ▶ G = Ganancia ajustable con resistencia externa.

Para el ajuste de la ganancia, el fabricante proporciona las siguientes ecuaciones:

$$G = \frac{49.4K\Omega}{R_G} + 1$$

Por tanto, el valor de R_G en función de la ganancia será:

$$R_G = \frac{49.4 K\Omega}{G + 1}$$

$$R_G = \frac{49.4 K\Omega}{1000+1} = 49.4 \Omega$$

AJUSTE DE LA TENSION DE OFFSET

- ▶ Idealmente, en condiciones iniciales, y sin que ejercer ninguna fuerza sobre la celda de carga, la tensión de salida debería ser 0. Esto no se produce en la realidad debido al ruido propio que amplifica y a la temperatura ambiente del AD620, por eso será necesario un ajuste inicial del cero mediante un potenciómetro que se lo debe variar hasta establecer el cero (0) esta situado tal y como indica la (figura 4)

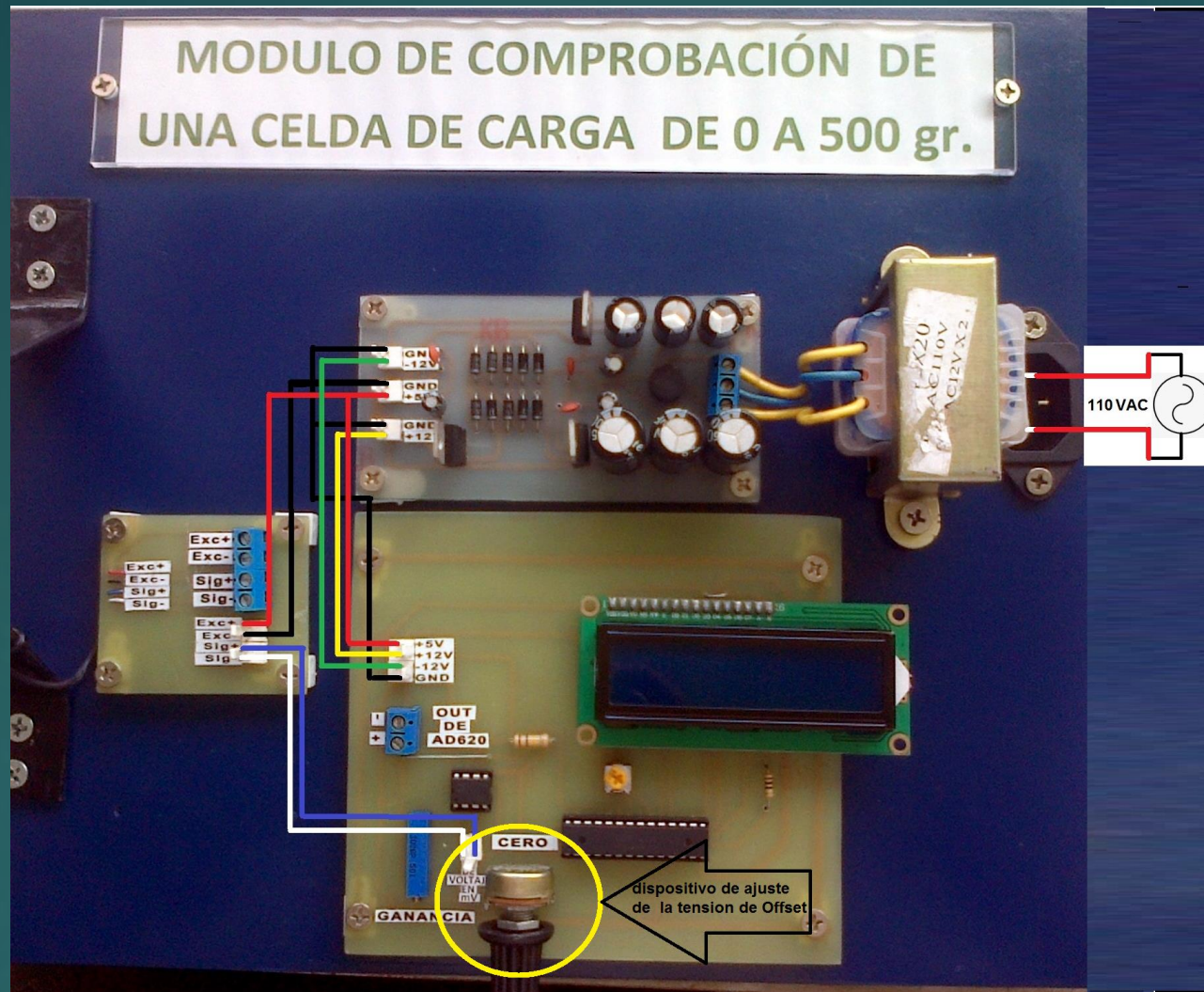


Figura 4. Ubicación del Potenciómetro para regular la tensión offset del amplificador de instrumentación.

CONVERSION A/D

- ▶ Una vez amplificada la señal entregada por el amplificador de instrumentación, un conversor A/D, incorporado en el Atmega 8 (figura 5) de ATMEL.
- ▶ Las principales funciones del μC son, adquirir por medio del conversor A/D interno y también, mostrar mensajes de pesos y voltaje en el LCD.
- ▶ Conversión del valor del voltaje de entrada en gramos, por medio de una ecuación matemática, validación del peso y mostrar en la pantalla LCD el voltaje y el peso.

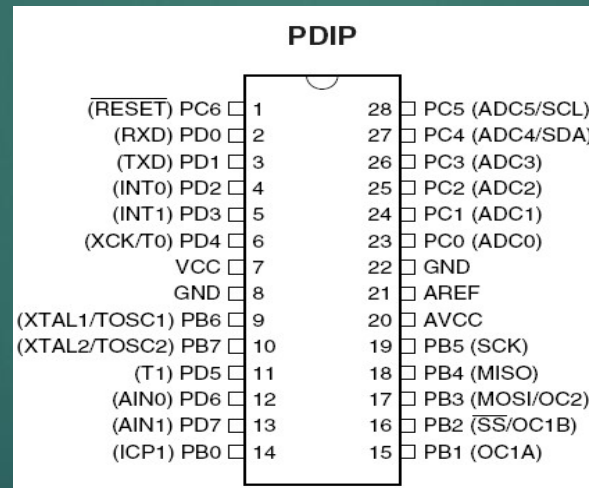


Figura 5. Esquema de pines del Atmega8.

Programación del μ C Atmega 8.

- ▶ La programación del μ C se realizó en lenguaje C usando el compilador BASCOM-AVR 2.0.3.7.
- ▶ Programa.
- ▶ **\$regfile = "m8def.dat"**
- ▶ **\$crystal = 8000000**
- ▶ **Config Lcdpin = Pin , Db4 = PORTB.0 , Db5 = PORTB.1 , Db6 = PORTB.2**
- ▶ **, Db7 = PORTB.3 , E = PORTB.4 , Rs = PORTB.5**
- ▶ **Config ADC = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc**
- ▶ **Dim Valor As Word**
- ▶ **Dim Voltaje As Single**
- ▶ **Dim A As Single**
- ▶ **Dim B As Single**
- ▶ **Dim C As Word**
- ▶ **Start ADC**
- ▶ **Cursor Off**
- ▶
- ▶ **Do**
- ▶ **Cls**
- ▶ **Valor = Getadc(0)**
- ▶ **Voltaje = Valor * 5**
- ▶ **Voltaje = Voltaje / 1023**
- ▶ **Voltaje = Voltaje - 0.1**
- ▶ **A = Voltaje * 500**
- ▶ **B = A / 2.5**
- ▶ **C = B * 1**
- ▶ **Locate 1 , 1**
- ▶ **Lcd "Voltaje= " : Lcd Fusing(voltaje , "#.##") :**
Lcd " V"
- ▶ **Locate 2 , 1**
- ▶ **Lcd "Peso= " : Lcd C : Lcd " gr"**
- ▶ **Waitms 500**
- ▶
- ▶ **Loop**

Prueba de la celda de carga final.

- ▶ Se realizo para verificar la correcta respuesta de la celda de carga cuando se enciende el modulo. Cuando se enciende la respuesta de la celda de carga debe ser 0
- ▶ la medición del sensor y para verificar el peso máximo que se puede aplicar. Para el desarrollo de esta prueba se midió el voltaje de salida del sensor con diferentes pesos para compararlos con los valores de voltaje calculados, con el dato de 0.5 mV/V.
- ▶ Peso Calculado.

$$0.5 \left[\frac{mV}{V} \right] \times 5[V] = 2.5mV \times 1000$$
$$2.5 V = 500gr$$

▶ Para calcular los valores, se realiza una simple regla de 3.

▶ $V \rightarrow 500gr$

▶ $x \rightarrow 200gr$

▶ **$1.0V = 200gr$**

▶ $2.5V \rightarrow 500gr$

▶ $x \rightarrow 100gr$

▶ **$0.5V = 100gr$**

▶ $2.5V \rightarrow 500gr$

▶ $x \rightarrow 50gr$

▶ **$0.250V = 50gr$**

▶ **$2.5V \rightarrow 500gr$**

▶ $x \rightarrow 20gr$

▶ **$0.100V = 20gr$**

▶ $2.5V \rightarrow 500gr$

▶ $x \rightarrow 10gr$

▶ **$0.050V = 10gr$**

▶ $2.5V \rightarrow 500gr$

▶ $x \rightarrow 5gr$

▶ **$0.025V = 5gr$**

- ▶ Tabla 2.
- ▶ Pruebas del funcionamiento de la Celda de Carga con amplificación.

Peso (gr)	Voltaje de la celda de carga (mV)	Voltaje de salida AD620	Valor en el μ C.	Valor en el LCD
0	0	0	0	0
5	0,026	0,025	10,23	0,02
10	0,049	0,050	20,46	0,05
20	0,010	0,100	40,92	0,10
50	0,249	0,250	102,3	0,25
100	0,499	0,500	204,6	0,5
200	0,998	1,000	409,2	1,0
500	2,499	2,5	1023	2,5

CONCLUSIONES

- ▶ La celda de carga utilizada puede soportar un peso máximo de 500 gr, con una sensibilidad de 0.5 mV/V. Esto quiere decir que si se alimenta con 5V, tendrá una salida máxima de 2.5 mV con el peso máximo.
- ▶ La salida máxima de la celda de carga es de 2.5 mV, por lo cual se debe amplificar con un amplificador de instrumentación y establecer una ganancia de 1000. Esto quiere decir que va a ser amplificado a 2.5 V la señal de la celda de carga.
- ▶ La señal amplificada de 2.5V, ingresa al microcontrolador para ser convertida y representada en gramos, por medio de una ecuación matemática.
- ▶ La tensión de offset debe ser completamente eliminada porque puede representar un error en la medición.
- ▶ La guía de laboratorio se desarrolló para facilitar la manipulación de los módulos.

RECOMENDACIONES

- ▶ Para poder utilizar el módulo de celda de carga es necesario primero conocer las características técnicas de la celda de carga.
- ▶ No se debe sobre pasar del peso máximo que establece el fabricante ya que la celda de carga se puede deformar permanente el sensor.
- ▶ En el encendido del circuito no siempre va aparecer el valor inicial de cero, puede darse el caso que por el traslado de la celda de carga o algún movimiento que haya ocurrido anteriormente, para ello se deberá calibrar la balanza antes de empezar a pesar los diferentes pesos en gramos.