

KIT MULTISENORES PARA SEGURIDAD E HIGIENE

Gerardo Di Iorio
Miguel Schwarz
Ezequiel Vinchi

Electrónica - 2018, UTN FRA
diorio.gerardo@gmail.com
schwarzmiguel@hotmail.com
ezequielvinchi@hotmail.com

RESUMEN: Se desarrolla un equipo dentro de un cómodo maletín de aluminio que contiene una variedad de sensores integrados los cuales son controlados por un microcontrolador y operado a través de una pantalla táctil de 7 pulgadas que permite el manejo intuitivo de todos los instrumentos, recabar históricos y mostrar los valores actuales y almacenar históricos que se podrán levantar fácilmente con un Pendrive vía USB.

Este kit es capaz de reemplazar y superar en todos los aspectos a las herramientas que el Profesional en Seguridad e Higiene debe acarrear cada vez al sitio de trabajo.

PALABRAS CLAVE – Seguridad, Higiene, sensores, kit, herramienta, HMI, diseño, desarrollo, Ingeniería, Electrónica, programación, luxómetro, Sonómetro, Termómetro, Bulbo húmedo, bulbo seco, recabador de datos históricos, histogramas.



Fig. 1. Kit Multisensores.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del actual informe se desarrollarán, las características de diseño, construcción, técnicas de diseño, fallas e inconvenientes que surjan, así como las soluciones adoptadas y el detalle de los circuitos utilizados para el desarrollo Kit Multi-sensor para Seguridad e Higiene, basados en los formatos utilizados por la IEEE.

El sistema a realizar es una integración de todas las herramientas que Ingeniero encargado de la Seguridad e Higiene necesita para realizar su trabajo cotidiano. La idea es aunar cantidad de instrumentos y herramientas de sensado, que por lo general además son de incómodo transporte, en un maletín ligero, portátil que fusiona todos estos artefactos en uno solo. Figura 1.

FUNDAMENTACIÓN

Se debe dar solución a un problema particular que se había presentado. Este es el engorroso trabajo que requiere, chequear, preparar, reunir, guardar todos los equipos de medición necesarios para realizar un control de Seguridad e Higiene. Se deben además guardar cuidadosamente para el correcto transporte, cada uno de los equipos. Y en particular, se desea desarrollar y mejorar el modo de recabar y almacenar todos los datos en un informe para el cliente que se cargue automáticamente con los datos recabados por el sistema y ya quede en un formato digital para futuros controles y archivos.

Conglomerar a todos los dispositivos en un maletín portátil es más cómodo, simple y práctico que acarrear todos los instrumentos por separado.

El equipo cuenta con una interface gráfica táctil que proporciona un intuitivo manejo de todo el sistema.

Estas actualizaciones y ventajas devienen en una herramienta revolucionaria e innovadora en este mercado, sin competidores en la actualidad. Por ejemplo, hoy un profesional encargado del chequeo de la seguridad e higiene de empresas debe transportar un bolso o maletín con las siguientes herramientas que reúna cantidad de herramientas individuales que no son de fácil embalaje. Figura 2.

Adicionalmente, el maletín en términos económicos sería conveniente frente a la compra de todos los instrumentos por separado.



Fig. 2 – Bolso herramientas necesario en la actualidad

KIT MULTISENORES

ALCANCE

El equipo se diseñará, para poder obtener una respuesta en los sensores con una exactitud igual a los elementos del rango de precios con los que compite en el mercado, si se desea competir con elementos de mayor clase, simplemente se mejorarán los sensores que componen al conjunto.

Para esto se ha utilizado una cantidad de componentes que se detallas a continuación.

Sensores:

- Temperatura bulbo húmedo
- Temperatura seco
- Temperatura de Radiación
- Humedad
- Luxómetro
- Sonómetro

El maletín propone una expansión a futuro con el agregado de otros sensores para poder medir diferentes magnitudes que se requieran.

Temperatura bulbo húmedo y termómetro de radiación:

Código ds18b20, Figura 3. Los mismos, en un caso se introducirán dentro de una esfera de color negro mate (para

radiación), y en el otro caso se embeberá en un algodón con alcohol (para bulbo húmedo). Este tipo de sensor nos proporcionara una salida calibrada en temperatura en un protocolo específico del fabricante del sensor llamado “one wire”.

Este sensor se resulta perfecto para esta aplicación ya que no necesita ser calibrado, y es apto para estar sometido a líquidos y humedad. **Anexo 1**

Alcance: -55°C a +155°C

Exactitud: +/- 0.5°C



Fig. 3 - Sensor Bulbo Húmedo y Radiación

Temperatura de Bulbo Seco y Humedad:

Código DHT22, Figura 4. Este sensor es el encargado de recabar la información de la llamada “temperatura de bulbo seco”, se puede utilizar para medir las temperaturas interiores o exteriores de la planta a verificar. A la vez se utiliza para sensar la humedad presente en el ambiente. Este tipo de sensores entregara a su salida, en forma digital, la información antes descrita en forma ya calibrada. **Anexo 1**

Alcance en temperatura: -40°C a +80°C

Exactitud temperatura: +/- 0.5°C

Alcance en humedad: 0 a 100%

Exactitud humedad: +/- 5%

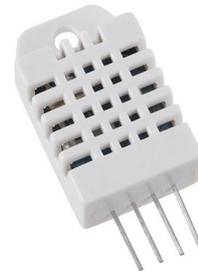


Fig. 4. Sensor de Temperatura y humedad

Luxómetro:

Código BH1750, Figura 5. Este sensor detecta la luminosidad presente en el ambiente. No necesita de ninguna sonda para obtener los datos y devuelve valores en forma digital proporcionales a las mediciones realizadas, esta medición es esencial para corroborar que los operarios estén trabajando con las correctas condiciones de luminosidad dictadas por la norma. Al igual que el sensor anterior, no requiere de ajuste. **Anexo 1**

Alcance: 0 a 15000 Lux

Exactitud: +/- 20% en la mínima medición

Se obtendrán a partir de la batería las diferentes tensiones para el resto del sistema utilizando reguladores de voltaje del tipo switching, tanto elevador como reductor, para hacer al sistema lo más eficiente posible.

FUENTE DE CARGA

Como se dijo anteriormente, el equipo será alimentado por una batería de 12V por que será necesario un cargador externo.

Para ello se llegó a la conclusión de que lo mejor para el proyecto sería utilizar un cargador comercial.

Esta determinación fue tomada porque el costo de homologación de una fuente de alimentación del tipo necesario encarecía mucho el valor del proyecto, llegando está a los 50000\$. En el **ANEXO X** se adjunta un presupuesto por el ensayo de una potencial fuente para este equipo, a lo que habría que sumarle el costo de su posterior certificación.

Además del costo de homologación se sumarían complejos problemas de compatibilidad electromagnética debidos a los ambientes industriales ruidosos a los que estará sometido nuestro equipo.

La tensión necesaria para alimentar nuestro equipo a plena carga y mantener la batería en una carga flotante es de 14V.

Por lo que se seleccionó el siguiente cargador externo:



Fig. 8. Cargador externo

Este cargador multimarca provee tensiones seleccionables, entre las cuales se encuentra la necesaria para el proyecto y una corriente máxima de 4 Amperes a 14V lo necesario para cargar la batería del equipo y mantenerlo en pleno funcionamiento. Además posee una certificación eléctrica nacional y nos permite hacer la homologación de nuestro equipo en un ente nacional de forma más fácil y segura.

Presupuesto por ensayo de fuente de alimentación **ANEXO X**
Cálculos de corriente y tensión en memoria de cálculo **ANEXO X**

CIRCUITO DE CARGA E INDICACION DE NIVEL DE BATERIA

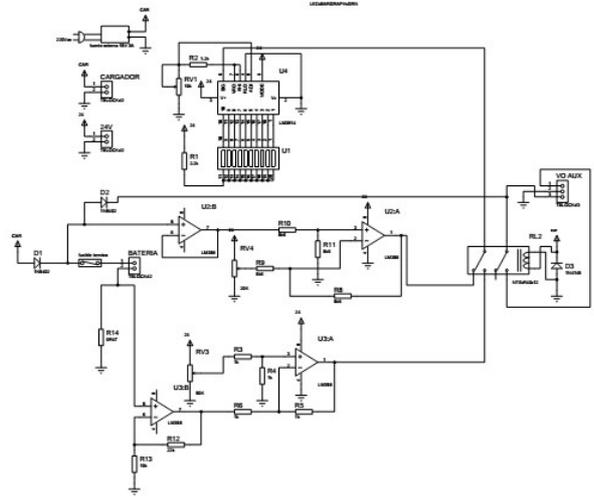


Fig.9. Indicador/ Cargador de batería

Este circuito carga la batería interna del equipo e indica el nivel de la misma, ya sea cuando se encuentra cargando o en el uso sin el cargador conectado.

A pesar de estar apagado, al conectar el maletín al cargador indicará la carga actual para saber cuándo se llegó a la carga máxima.

Está diseñado para realizar una carga del tipo "flotante", es decir que entregará corriente a requerimiento de la batería de forma constante. Este circuito tiene como entrada la salida del cargador externo, y gestiona tanto la carga de la batería como la alimentación de los circuitos internos cuando el cargador está conectado.

Mientras el equipo está conectado al cargador externo el circuito interno de carga conmuta un interruptor automático haciendo que el cargador externo alimente tanto a los circuitos internos como a la batería para aportarle carga. De esta manera la batería interna del equipo solo se ocupará de recibir carga lo que aumentará su vida útil.

Al desacoplar el cargador externo, automáticamente se conmuta nuevamente y de forma automática al modo de uso con batería interna.

Además está protegido por inversión de polaridad a la entrada del cargador externo y por falla en la batería.

Para la indicación se podría hacer diferencia en dos estados del equipo: conector a la red por medio de la fuente externa, o alimentado con batería. Para el primer caso, el circuito de indicación sensa la corriente que está absorbiendo la batería, y por medio de un buffer, y luego de un amplificador operacional (configurado como no-inversor restador), se resta a un valor de tensión de referencia ajustable, una tensión proporcional a la corriente entrante en la batería, y se obtiene una salida lineal entre 0 y 4V que son los niveles que admite el circuito integrado LM3914 para prender la barra de LEDs de forma acorde. Para el caso de que el equipo esté alimentado con la batería sin estar conectado a la red, el circuito de indicación sensa la tensión de la batería. A este valor de tensión se le resta un valor de tensión de referencia ajustable, para que en el caso de que la batería esté totalmente cargada (entre 13,8V y 14V) el circuito integrado LM3914 tenga una entrada de 4V (todos los LEDs encendidos), y que cuando la batería esté totalmente descargada (aproximadamente 10V) el integrado tenga una entrada de 0V (todos los LEDs apagados).

Ver PCB de las fuentes en **ANEXO X**

Elección del sistema de carga

Se seleccionó este sistema de carga por el tipo de batería que se empleó para el proyecto. Al ser una batería de plomo ácido, sabemos, por la industria automotriz, que una batería de estas características y bajo este sistema de carga llega a

una vida útil que ronda los 3 a 4 años como mínimo, lo cual es más que aceptable para nuestro proyecto.

Circuito ampliado en **ANEXO X**

FUENTES DE ALIMENTACION INTERNA

Como se aprecia en el diagrama en bloques del **ANEXO X** este equipo posee dos fuentes principales que alimentan los circuitos internos.

Las mismas fueron diseñadas y calculadas íntegramente para satisfacer las necesidades de los circuitos internos.

En nuestro caso necesitaremos de una fuente de 5Vdc para la alimentación del microcontrolador y los sensores mencionados anteriormente y otra de 24Vdc para la pantalla HMI. Por ser este equipo alimentado a batería se hace necesario optimizar el consumo lo más posible, por ello se decidió usar fuentes conmutadas las cuales por un lado funcionan a potencia constante y por otro hacen un uso más eficiente de la energía ya sea para elevar la tensión o para reducirla.

Fuente reductora BUCK

La configuración utilizada es un buck (Fig.10). La cual tomara los 12Vdc de la batería o los 13.3 del cargador de baterías externo y lo reducirá a los 5Vdc necesarios.

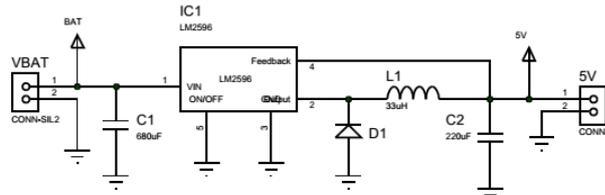


Fig.10.Fuente 5vdc (Buck)

El integrado que seleccionamos es un LM2596 (ver **ANEXO X**) el cual es un regulador serie realimentado por lo que puede mantener una salida de 5vdc constante hasta en 3A de corriente máxima que es suficiente para alimentar nuestros circuitos digitales.

La elección de este dispositivo está basada en que es de fácil acceso, muy económico y los inductores necesarios para su construcción son de valores comerciales.

Circuito ampliado en **ANEXO X**
Ver memoria de cálculo en **ANEXO X**

Fuente elevadora BOOST

En el caso de la fuente de 24Vdc seleccionamos una configuración BOOST que al igual que la BUCK es conmutada y permite optimizar el consumo.

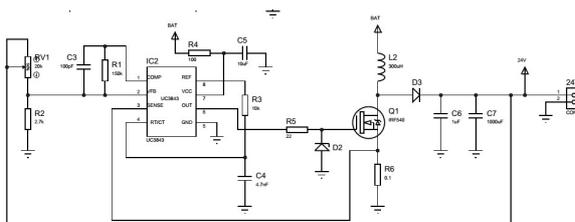


Fig.11.Fuente de 24Vdc (BOOST)

Como se ve en la FIG.11 en este caso utilizamos una configuración BOOST y que trabaja comandada por un UC3843 (ver **ANEXO X**) el cual solo es un controlador PWM a frecuencia constante, por lo que además de su circuito de

polarización y realimentación se le agregó un transistor MOSFET IRF540 (ver **ANEXO X**) para alimentar la carga y hacer la conmutación.

Este circuito funciona a una frecuencia de conmutación de 35KHz y entrega una corriente máxima de 1A en 24Vdc, más de lo requerido por la pantalla HMI la cual tiene un consumo máximo de 500mA.

Circuito ampliado en **ANEXO X**
Ver memoria de cálculo en **ANEXO X**

CONTROLADOR CENTRAL

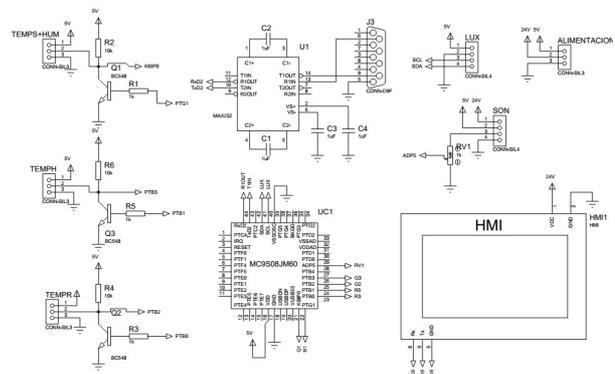


Fig.12.Controlador central

En el controlador central se procesa toda la información de recabada por los sensores, se la procesa y se la transmite a la pantalla.

El componente principal del controlador central es un microcontrolador Freescale de 8-bits MC9S08JM60 en el cual intervienen en sus puertos de comunicaciones I²C para el luxómetro, one wire para los sensores de bulbo húmedo y radiación, ADC para el sonómetro, y un protocolo específico del fabricante del sensor de temperatura de bulbo seco y humedad DHT22 para luego tomar esa información y enviarla a la pantalla por protocolo RS232 bajo una trama especificada en el **ANEXO X**

Las tensiones del protocolo RS232 son obtenidas mediante un integrado MAX232.

Circuito ampliado en **ANEXO X**
Ver memoria de cálculo en **ANEXO X**

PANTALLA TÁCTIL DE 7"

Como interface gráfica se ha optado por utilizar una pantalla HMI táctil de 7 pulgadas WEITEK. Figura 13. Debido a su relación precio, calidad es imbatible para proyectos donde se necesita indicar al operador una cantidad de datos y secuencias a seguir y además permite mostrar valores numéricos en histogramas y recabar toda la información deseada en un formato digital.



Fig. 13. Pantalla táctil

Hoja de datos de la pantalla se adjunta en el **ANEXO X**.

Este tipo de pantallas se programan por medio de USB desde una PC en un software específico del fabricante de la pantalla, por lo que se desarrolló el programa en la pantalla de forma separada y luego se lo comunico por medio de RS232 con nuestro controlador central para enviarte los datos recabados y representarlos en forma numérica y grafica en cada uno de los menús del sistema para que el usuario pueda visualizarlos de manera amigable.

MALETIN

Se trata de un maletín robusto pero liviano, de fácil transporte, Figura 13. el cual además protege la pantalla táctil.

Dentro del maletín se instalarán todos los elementos necesarios para la construcción del equipo.



Fig. 14. Maletín integrado

El maletín permite guardar las sondas y el cargador dentro para un correcto transporte. En el **ANEXO X** se detallan sus dimensiones y aspectos constructivos.

ANALISIS ECONOMICO

ANALISIS DE MERCADO

Se trata de una buena oportunidad comercial ya que no existe actualmente en el mercado local un producto de las mismas características que cumpla las mismas especificaciones, si bien hay empresas que proveen los sensores por separado, ninguna ofrece una plataforma tan completa, portable y versátil para el profesional.

El bajo costo permite una utilidad razonable y define un precio de venta razonable para la prestación requerida (en función de la exclusividad del mercado local), se trata además de un elemento que posee la totalidad de los elementos necesarios para hacer un estudio in-situ sin necesidad de ningún otro elemento.

Cabe destacar la importancia comercial de contar con un muy bajo costo de mantenimiento, la disponibilidad de repuestos en el mercado local y la gran ventaja para el usuario de poder contar con un soporte técnico local de posventa ante cualquier inconveniente de funcionamiento.

ANALISIS DE COSTOS

En la tabla 1 se detallan los costos totales del proyecto, donde se indica la cantidad y costo de los principales

sensores por separado y el costo total de los componentes discretos que forman la placa como un conjunto.

Elemento	Descripcion	Cant	Precio Unit	Precio total (USD)
DHT22	Sensor de Humedad y temperatura	1	6	6
BH1750Fvi	Luxometro	1	3,75	3,75
SEN0230	Sonometro	1	50	50
DS18B20	Sensor de temperatura sumergible	2	3,75	6,9
Fuente step Down	PCB y componentes	1	3	3
Fuente step up	PCB y componentes	1	4	4
Microcontrolador MC9S08M60	Microcontrolador principal	1	10	10
Componentes perif Control ppal	PCB y componentes del Control	1	5	5
Accesorios Electronicos de montaje	Cables,sueldos mecanicos,zocalos	1	10	10
Pantalla WENTEK HMI	Pantalla táctil	1	250	250
Maletin	Maletin de aluminio	1	33	33
Precio total				381,50

Tabla 1. Costos del proyecto.

El costo total del proyecto fue de 381.50 dólares. Cabe destacar que este precio es algo más elevado de lo que costaría fabricar el equipo por segunda vez, ya que no este presupuesto contempla muchos componentes que fueron propios de un prototipo.

Los PCB del proyecto fueron hechos a mano, pero en el mercado actúa podrían costar hasta 2 dólares en el caso de fabricar el equipo en forma masiva, por lo que habría que sumar este potencial costo.

En la figura 15 se muestran los costos totales del proyecto, teniendo en cuenta la utilidad prevista, y los costos estimados de venta, comercialización, fabricación, mano de obra y materia prima.

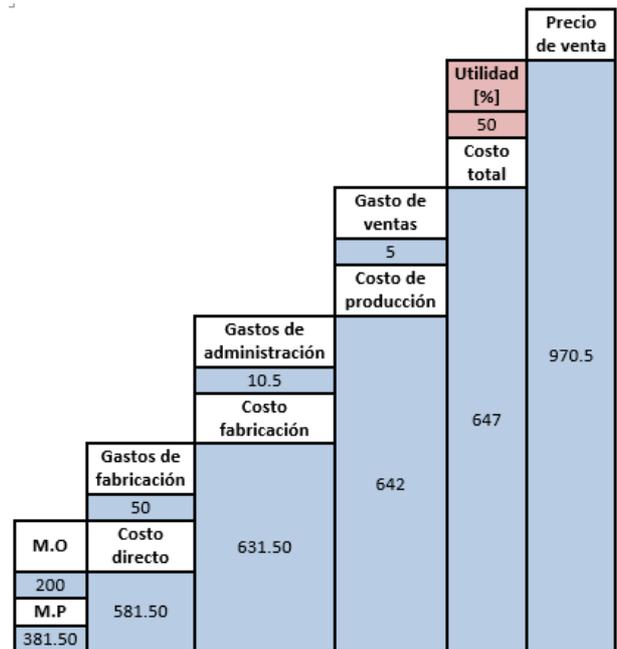


Fig.15. Estimacion total

ANALISIS DE GARANTIAS

Siendo un producto nuevo en el mercado, tomamos como decisión comercial brindar 1 año de garantía, lo cual busca generar confianza en el consumidor y ganar nuevos clientes.

Con esta decisión cumpliremos con la ley del consumidor, la cual nos obliga a prestar al menos 6 meses de garantía.

Para el cálculo de confiabilidad, despreciaremos el apartado mecánico de nuestro equipo que solo representa un maletín de aluminio. Por lo tanto, solo calcularemos la confiabilidad la electrónica que hemos desarrollado, adoptando un año de uso y las siguientes velocidades instantáneas de fallas para cada componente del circuito:

CANTIDAD	ITEM	PROBABILIDAD	Velocidad instantanea de componente		
14	capacitores	0,015	λ_{cc} :	0,21	[fallas/10 ⁶]
26	resistores	0,01	λ_r :	0,26	[fallas/10 ⁶]
7	diodos	0,01	λ_d :	0,07	[fallas/10 ⁶]
1	switches	0,1	λ_s :	0,1	[fallas/10 ⁶]
11	bomeras	0,001	λ_b :	0,011	[fallas/10 ⁶]
7	circuitos integrados	0,1	λ_{ci} :	0,7	[fallas/10 ⁶]
42	pinos	0,001	λ_p :	0,042	[fallas/10 ⁶]
1	fusiblera	0,1	λ_f :	0,1	[fallas/10 ⁶]
4	transistores	0,00001	λ_t :	0,00004	[fallas/10 ⁶]

Tabla 2. Velocidades de falla

$$Conf := e^{-T_{tot} \cdot \frac{(\lambda_c + \lambda_r + \lambda_d + \lambda_s + \lambda_b + \lambda_{ci} + \lambda_p + \lambda_f)}{10^6}}$$

Ecuación 1

Por medio de la ecuación 1 y los valores de la tabla 2 obtenemos un valor de confiabilidad del 98%. El cual representa un valor más que bueno. Este valor es alto debido a que las probabilidades de falla de un equipo íntegramente electrónico son muy bajas.

PROTOS DE LOS SENSORES

Para incluir más conocimientos aplicados y un mayor desarrollo dentro del proyecto se optó por utilizar sensores (para medir las magnitudes) que utilizan protocolos totalmente distintos entre sí. El luxómetro utilizará el protocolo I²C, dos de los termómetros utilizarán un protocolo llamado "one-wire connection (OWC)", el sensor de temperatura + humedad utilizará un protocolo llamado "serial data acquisition (SDA)", y el sonómetro se comunicará utilizando una señal analógica proporcional que se conectará al convertor A/D del microcontrolador. Los distintos valores recibidos será codificados en una trama propia desarrollado por nosotros, y se enviará por medio de la UART del microcontrolador (utilizando un convertor de nivel) al puerto serie del HMI utilizando el protocolo MODBUS ASCII, muy difundido en la electrónica industrial.

Para tener una mayor resolución cuando es necesario y evitar el uso de punto flotante, los valores de temperatura, humedad, y presión sonora están multiplicados por 10, siendo el valor de la unidad en realidad el valor de la décima, el de la decena el valor de la unidad, y así sucesivamente. Esto se verá explicado en la sección del desarrollo de la trama propia.

PROTOS "OWC" (ONE WIRE CONNECTION)

Los sensores de temperatura DS18B20 utilizan para comunicarse un protocolo basado en un único hilo, siendo un bus bidireccional. Para simplificar la programación, y no estar al límite con la frecuencia de operación del microcontrolador, se optó por utilizar una solución por hardware económica y sencilla para poder usar dos pines distintos para transmitir y para recibir, sin tener que desarmar y adaptar el sensor, como se indica en la figura 16.

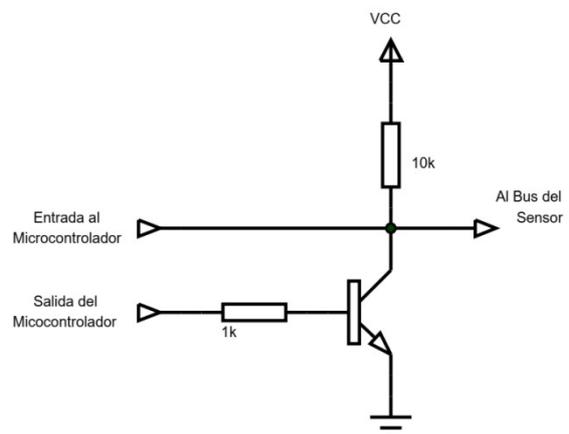


Fig. 16. Adaptación para bus bidireccional

Partiendo de esta base se analiza el funcionamiento del sensor utilizando las hojas de datos.

En primer lugar se analiza como "escribir" tanto un valor de '0' como de '1', y como "leer" un valor de '0' y de '1'.

Dado que el sensor cuenta con una resistencia de pull-up a la fuente, todos los datos transmitidos están referidos en tiempos de nivel bajo (en los que se toma el bus y se fuerza un '0' tanto por el microcontrolador o por el sensor).

Para la escritura de un '0' se tiene que mantener el bus tomado (por parte del microcontrolador) en nivel bajo por un tiempo entre 60 y 120µs y soltarlo durante 1µs. Para la escritura de un '1' se tiene que mantener el bus tomado por un tiempo entre 1 y 15µs y soltarlo por un tiempo mayor a 100µs.

Como el microcontrolador está conectado a la base de un transistor que trabaja en corte-saturación, cabe destacar que la señal inyectada será opuesta a la obtenida, es decir, cuando se ponga un nivel alto en la salida del microcontrolador, en el bus del sensor (conectado al colector) se verá un nivel bajo, y viceversa. Por este motivo las señales que se deben inyectar desde el microcontrolador serían las indicadas en la figura 17, de acuerdo a los ensayos en el laboratorio por los tiempos del microcontrolador (son tiempos muy pequeños para un micro de 8-bits).

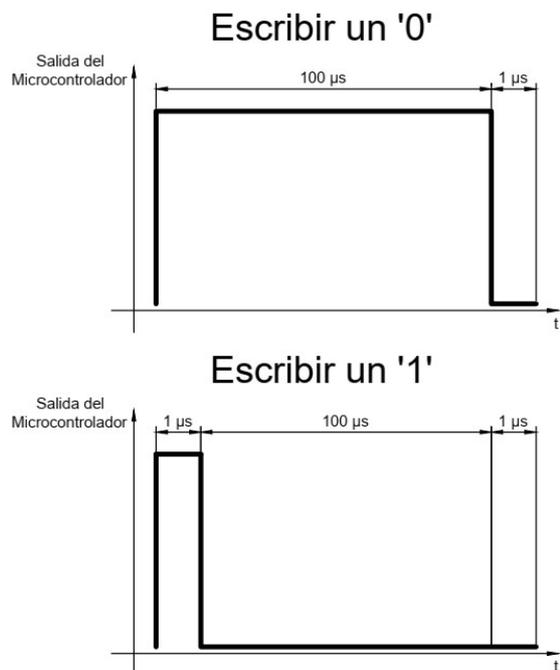


Fig. 17. Señales de salida del Microcontrolador para escritura.

Para la lectura, el protocolo requiere primero que el microcontrolador tome el bus por un período de 1µs para indicar que está listo para recibir la información, luego debe soltar el bus y tiene que esperar 2µs a que el sensor aplique

un valor acorde a la respuesta, y tiene $15\mu\text{s}$ desde que soltó el bus para leer el valor del bus. Si el bus está en alto, el valor leído es un '1', si el bus está bajo, el valor leído es un '0', tal como se indica en la figura 18.

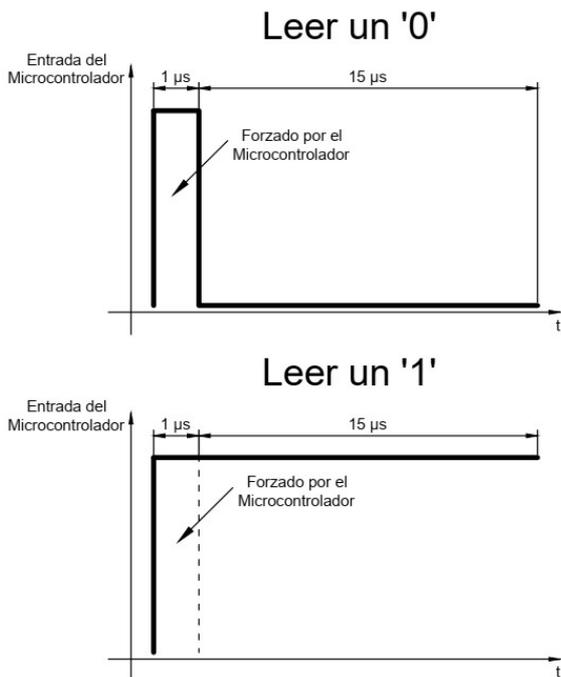


Fig. 18. Señales de entrada al Microcontrolador para lectura.

Para la utilización del sensor se deben aplicar los comandos que brinda el fabricante en la hoja de datos. En primer lugar se debe enviar un pulso de inicialización de $500\mu\text{s}$, y durante los siguientes $500\mu\text{s}$ el sensor responderá indicando que está activo. Luego se utiliza el comando "SKIP ROM", enviando un CC_{h} . Seguido a esto se utiliza el comando "CONVERT T" enviando un 44_{h} ; este comando indica que debe iniciar la conversión de la temperatura. Por defecto el sensor viene en modo de 12-bits de resolución, lo que es conveniente porque es la máxima que ofrece y la que se utilizará en el proyecto. Esta resolución requiere un tiempo de muestreo de 750ms , durante los que el microcontrolador deberá esperar a que se realice sin enviar ni recibir datos hacia y desde el sensor. Luego se vuelve a enviar el pulso de inicialización y el "SKIP ROM" como ya se explicó, y se utiliza el comando "READ SCRATCHPAD", enviando un BE_{h} . A continuación los primeros 16-bits que se leen son los correspondientes a los valores de temperatura medidos.

Durante toda la comunicación se debe enviar y leer primero el bit menos significativo del byte menos significativo, y proceder hacia el bit más significativo del byte más significativo en último lugar. El peso de cada bit para la conversión a un valor decimal se toma desde 2^{-4} para el bit 0, aumentando un orden de potencia por cada bit hasta en el bit 10 llegar a una potencia de 2^6 . Los bits siguientes indican el signo, siendo '0' para positivo y '1' para negativo.

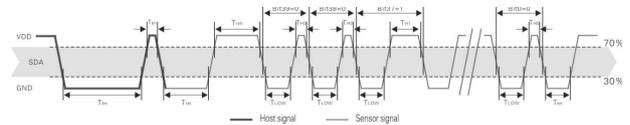
PROTOCOLO "SDA" (SERIAL DATA ACQUISITION)

El sensor de temperatura + humedad ambiente DHT22 utiliza un protocolo de comunicación que hace uso de un solo hilo de comunicación de la misma forma de lo expuesto en el punto anterior del informe, pero con un tramado distinto. Por este motivo se optó por utilizar la misma solución para conexionado del hardware, indicada en la figura 16.

El tramado de este sensor utiliza un ancho de pulso bajo fijo, y un ancho de pulso alto de duración variable para indicar si es un nivel lógico alto o bajo. Para iniciar la comunicación

solamente requiere de tomar el bus (ponerlo en un estado bajo) durante un tiempo de $800\mu\text{s}$. Luego de una espera de $250\mu\text{s}$, el sensor comienza a devolver la trama con la temperatura y la humedad medidas. Para esto se aprovechó el módulo de interrupción por teclado del microcontrolador, que al detectar un flanco descendente inicializa la cuenta del timer interno. Al detectar el próximo evento de teclado, detiene el timer, y en base al tiempo medido evalúa si se trata de un '0' o de un '1' lógico. Inmediatamente reinicia el timer en 0, y lo habilita para que comience a contar. La trama cuenta con 40-bits, por lo que el microcontrolador realizará esta tarea hasta recibir la trama completa.

La trama del protocolo cuenta con 5 bytes: 1 byte de parte alta de temperatura, 1 byte de parte baja de temperatura, 1 byte de parte alta de humedad, 1 byte de parte baja de humedad, y 1 byte de control de paridad. El bit más significativo de la temperatura indica si es un valor negativo (para '1') o positivo (para '0'). Los tiempos de alto y bajo en la trama para los niveles lógicos se pueden apreciar en la figura 19.



Symbol	Parameter	min	typ	max	Unit
T_{be}	Host the start signal down time	0.8	1	20	mS
T_{go}	Bus master has released time	20	30	200	μs
T_{rel}	Response to low time	75	80	85	μs
T_{reh}	In response to high time	75	80	85	μs
T_{LOW}	Signal "0", "1" low time	48	50	55	μs
T_{H0}	Signal "0" high time	22	26	30	μs
T_{H1}	Signal "1" high time	68	70	75	μs
T_{en}	Sensor to release the bus time	45	50	55	μs

Fig. 19. Tiempos de señales de protocolo SDA.

El valor obtenido en la trama se da desde el bit más significativo al menos significativo, del byte más significativo al menos significativo. El orden es humedad, luego temperatura, luego paridad. La paridad se obtiene sumando los otros 4 bytes, e ignorando el acarreo debería ser igual al byte de paridad.

PROTOCOLO I2C (INTER-INTEGRATED CIRCUIT)

El protocolo I^2C fue diseñado para comunicar mayormente un controlador (en este caso el microcontrolador) con sus periféricos (en este caso el luxómetro). En el proyecto el luxómetro BH1750 hace uso de él.

Cuenta con 2 hilos de comunicación: en uno se transmite un tren de pulsos de clock para sincronismo, y en el otro hilo, que es bidireccional, se transmite y recibe la información entre maestro y esclavo. El microcontrolador utilizado tiene un módulo interno de I^2C que facilita la configuración del clock, y la identificación del tramado en variables. La secuencia especificada en la hoja de datos del fabricante del sensor para una correcta comunicación, el maestro debe primero enviar la dirección del esclavo en 7-bits, con un último bit concatenado indicando si es una lectura o una escritura (para este caso una escritura, es decir, que envía información el microcontrolador). Luego de recibir el "ACK" (acknowledge o "recibido") del sensor, se debe transmitir el código para las diferentes funciones. Luego se recibe el "ACK" nuevamente y se termina la comunicación. La secuencia de códigos debería ser

“POWER ON” para encender el sensor; luego “RESET” para asegurar que el valor de luz medido no sea un residual; luego “ONE TIME H-RESOLUTION MODE” para que lea el valor, y se debe esperar un tiempo de al menos 120ms para que termine la conversión; luego un ciclo de lectura, y reiniciar el ciclo. Cada código requiere de un ciclo de envío por separado, teniendo que iniciar la comunicación en cada caso y finalizándola.

Para la lectura el maestro inicia la comunicación enviando la dirección del sensor en 7-bits, con el bit concatenado en ‘1’ para realizar una lectura. A continuación el sensor envía un “ACK” seguido de 1 byte de información, que contiene la parte alta de la lectura. El microcontrolador envía un “ACK” y el sensor procede a enviar la parte baja del valor de luz medido en otro byte. Para finalizar la comunicación el maestro debe enviar un “NO ACK” (“ACK” negado) y el pulso de fin de comunicación.

Los bytes de información se suman tomando en cuenta el peso de cada bit, desde 2^{14} para el más significativo, hasta 2^0 para el menos significativo. Luego este valor se divide por 1,2 y se obtiene la magnitud medida en lux.

La frecuencia de clock utilizada fue seleccionada empíricamente con el sensor ensayado en laboratorio.

SEÑAL PROPORCIONAL ANALÓGICA (A/D CONVERTER)

El sonómetro utilizado entrega una señal de salida lineal y analógica de 0,6V para un valor de 30dBA, y de 2,6V para un valor de presión sonora de 130dBA. Para tener un mejor aprovechamiento del alcance total del ADC (convertor analógico/digital) del microcontrolador, y además compensar el largo del cable de conexión, se optó por utilizar un amplificador operacional en la configuración de no-inversor haciendo que cuando la salida del sensor sea de 2,6V, en la entrada analógica del microcontrolador haya 5V.

La resolución del ADC fue configurada en 12 bits, por lo que las cuentas van desde 0 hasta 4095 para 0V y 5V respectivamente. Los valores de cálculo para convertir el valor del registro a un valor de presión sonora se detallan en la sección de la memoria de cálculo.

PROTOCOLO MODBUS ASCII Y TRAMA PROPIA

El protocolo MODBUS ASCII es un protocolo ampliamente difundido en la electrónica industrial, y es el vínculo de comunicación para el proyecto entre la HMI y el microcontrolador. Consta de una comunicación serie, bidireccional (con un hilo para transmisión y otro hilo para recepción), con encabezado, fin de trama y control de redundancia longitudinal (LRC).

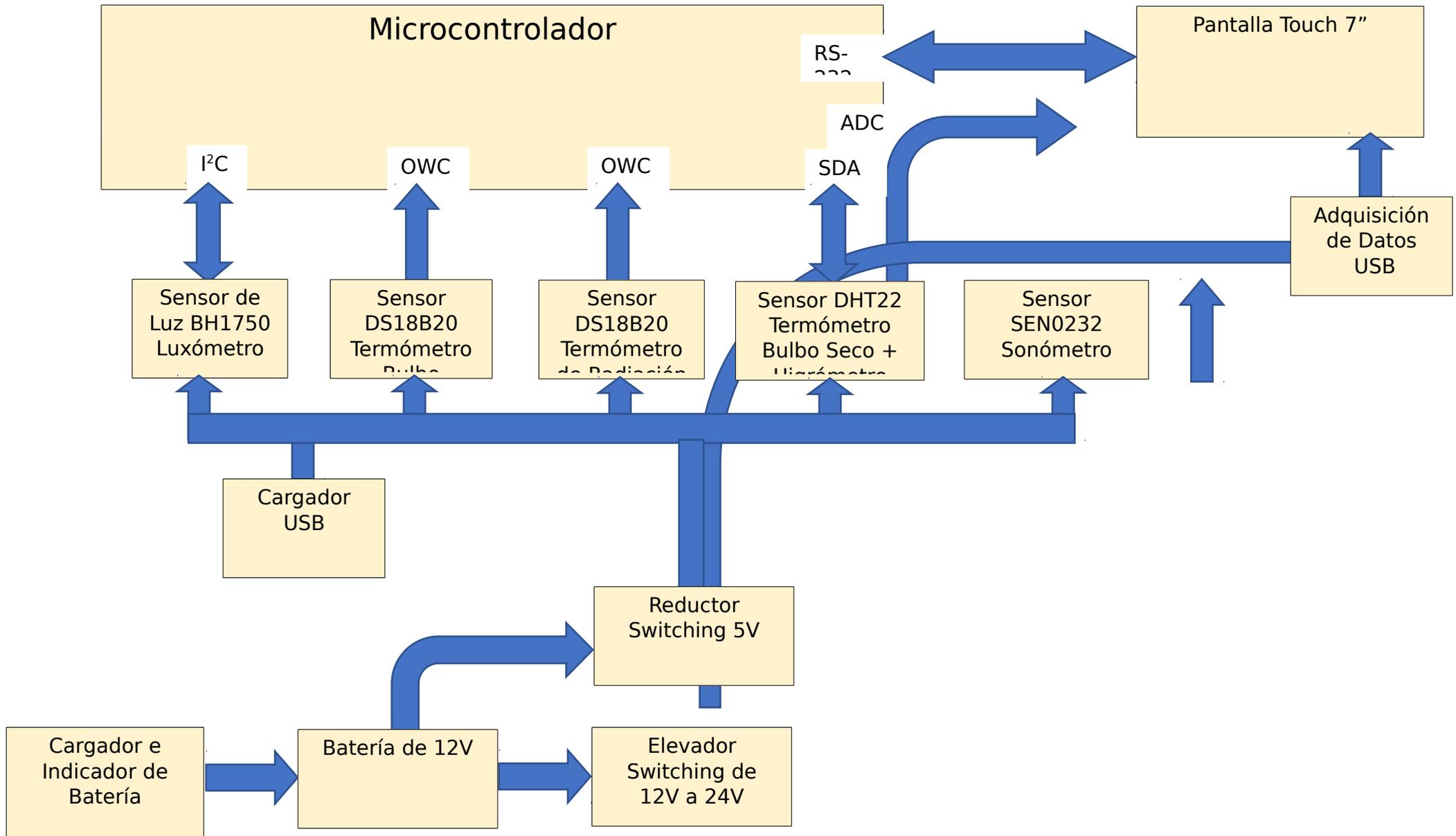
Para el encabezado se utiliza el carácter ASCII ‘:’; luego viene la información a transmitir; luego un byte con el valor del LRC de la trama; y para finalizar se utiliza un retorno de carro (CR) y salto de línea (LF).

Para el proyecto, se configuró al HMI como maestro y al microcontrolador como esclavo. La comunicación la inicia el HMI entonces enviando por RS-232 la trama “:0203000C0007E8”. El primer byte ‘02’ indica la dirección del HMI (se configura dentro de la programación de la misma). Luego el byte ‘03’ indica el código de función, que en este caso es lecto-escritura. Luego ‘0C’ que son la cantidad de caracteres enviados (en este caso 12). Luego el byte ‘07’ indica la cantidad de bytes que se esperan. Luego ‘E8’ que sería el LRC. El microcontrolador recibe por la UART (por medio de un circuito integrado MAX232) este tramado y si es el correcto envía una respuesta codificada en una trama nuestra que será analizada y convertida por el HMI.

La trama que responde el microcontrolador consta de en primer lugar el encabezado ‘:’. Luego 4 caracteres que corresponden a la temperatura de radiación multiplicada por 10. Luego 4 caracteres que corresponden a la temperatura de bulbo húmedo multiplicada por 10. Luego 4 caracteres que corresponden a la temperatura de bulbo seco multiplicado por 10. Luego un ‘0’ de relleno. Luego 3 caracteres que corresponden a la humedad ambiente multiplicada por 10. Luego 4 caracteres que corresponden al valor de presión sonora multiplicada por 10. Luego 1 carácter que corresponde al dígito más significativo del valor de luz, seguido de 2 caracteres que corresponden a los signos de la temperatura de radiación y de bulbo húmedo respectivamente, y un ‘0’. Luego los otros 4 dígitos menos significativos del valor de luz. Luego el LRC. Y finalmente la finalización de trama requerida por el protocolo con el retorno de carro y el salto de línea.

KIT DE SEGURIDAD E HIGIENE - DIAGRAMA EN BLOQUES

Di Iorio Gerardo - Schwarz Miguel - Vinchi Ezequiel



ANEXO X: Memoria de Calculo

Fuentes de alimentación

Circuito impreso realizado en Proteus de las dos fuentes del equipo:

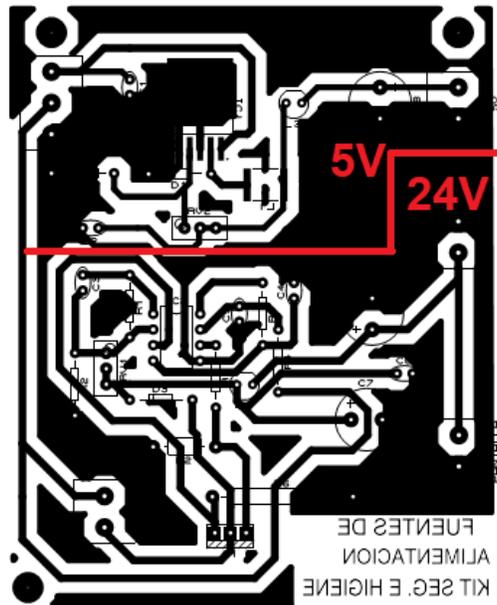


Fig.1.PCB de las Fuentes de alimentación

Circuito esquemático fuente boost 24V

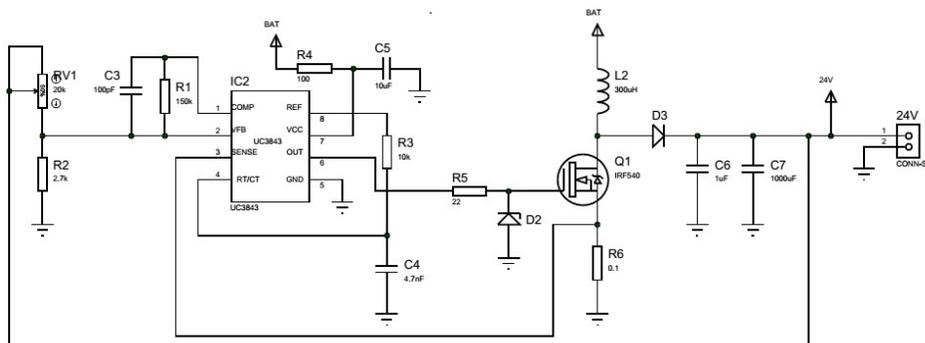


Fig.2.Esquematico de Fuentes de alimentacion

Especificaciones de la fuente de 24v requerida para el equipo

$V_i = 10$ a 18 VCC

$V_o = 24$ vcc

$I_o \text{ max} = 0.5$ A

$R_L = 48$ a 100 ohm

NOTA: $P_{o \text{ max}} = 12$ W

Calculo de los componentes del circuito

Adoptaremos una frecuencia de conmutación de 38 KHz

De la hoja de datos del UC3843 obtenemos la siguiente formula para el calculo de f.

$$f = \frac{1.8}{Ct * Rt} = \frac{1.8}{10k * Ct}$$

De la formula anterior obtenemos Ct=4.7nF

Calculo del divisor de tensión de la para VFB

Por medio del cálculo de un divisor de tensión colocado en la pata 2 del integrado obtenemos la tensión de referencia necesaria para que opere el uc3843.

Para una tensión de 24v de salida colocamos el siguiente divisor

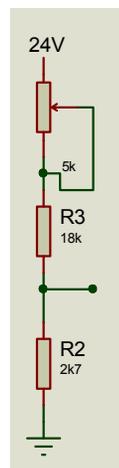


Fig.3.Divisor de realimentacion

En R2 caerán 2.5V aproximadamente y gracias a un preset de 5k podemos ajustar esa tensión.

Calculo de la resistencia de Sensado (i Sense)

La resistencia en el source del mosfet es la encargada del corte por sobre corriente.

Por lo que de la hoja de datos obtenemos la siguiente ecuación.

Para una corriente máxima de 0.8A (tomando un margen de 0.2^a para estar seguros)

$$R6 = \frac{1v}{0.8a} = 1.25 ohm$$

Calculo del inductor

Para la construcción del inductor se sacó un núcleo (amarillo) de un toroide de una fuente switching comercial de PC



Fig.4.Núcleo del inductor

Obtenido el núcleo del toroide se le hizo un ensayo con 26 vueltas de alambre de cobre esmaltado de 1mm de diámetro.

Fabricado este inductor de prueba se le midió la inductancia a la frecuencia de trabajo de 38khz con un LCR HP 4274^a

La medición arrojó un valor de $L=48.48\mu\text{Hy}$ con $N=26$

Lo que reemplazado en la formula $n = \sqrt{\frac{L}{AL}}$ nos da el $Al=0.07168 \mu\text{Hy}/n^2$

Ahora calculamos el valor mínimo del inductor (L_{min})

$$d = 1 - \frac{v_o}{v_i} = 1 - \frac{24}{50} = 0.52$$

$$L_{min} \geq \frac{d * (1-d)^2}{2 * f} = \frac{0.52 * (1-0.52)^2}{2 * 38 \text{ khz}} = 200 \mu\text{Hy}$$

Para nuestro inductor adoptaremos un valor de $300\mu\text{Hy}$.

Ahora podemos calcular la cantidad de vueltas del toroide con la siguiente formula

$$N = 1000 \sqrt{\frac{L}{Al}} = 53 \text{ vueltas}$$

Fotos de la placa prototipo bajo ensayo.

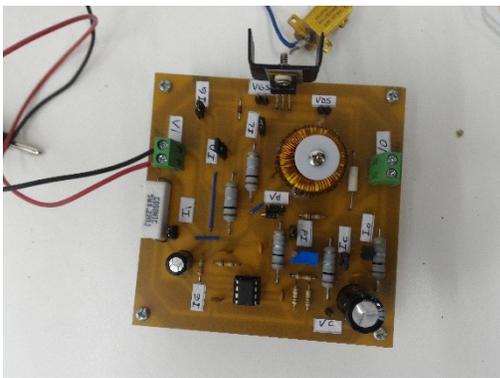


Fig.5. Placa bajo ensayo



Fig.5 Resistencias de carga para el ensayo

Capturas de las diferentes mediciones.

Tensión de entrada 10V, $R_L=48\Omega$

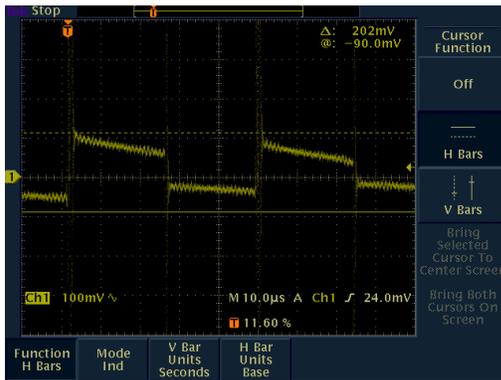


Fig.6.Riple de la tensión sobre la carga

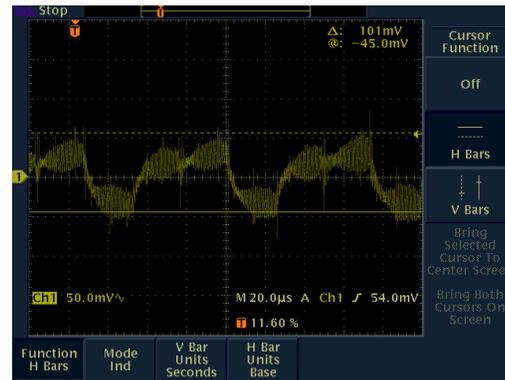


Fig.7.Riple en la corriente sobre la carga

En función de los ensayos obtenidos en el laboratorio decidimos que este tipo de configuración es óptima para el proyecto y se procede a la construcción del PCB final

Circuito esquemático fuente BUCK 5V

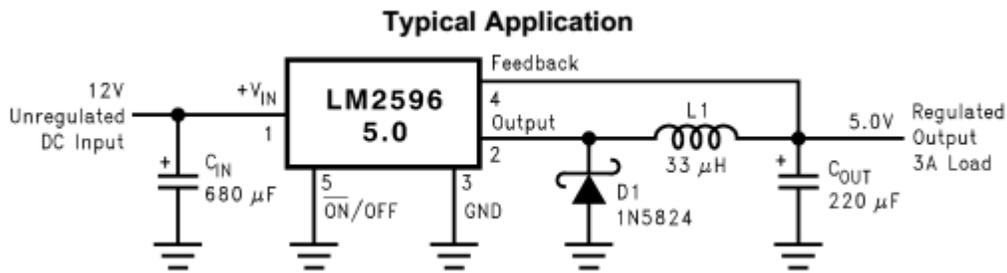


Fig.8.Circuito esquemático fuente Buck 5V

Por medio del circuito proporcionado por el fabricante obtenemos una salida regulada de 5Vdc a partir de una entrada no regulada de 12Vdc, lo cual es exactamente lo que necesitamos.

Como este integrado posee una salida de potencia no fue necesario agregarle un transistor de potencia para hacer la conmutación.

Cargador e indicador de batería

Circuito esquemático realizado en Proteus

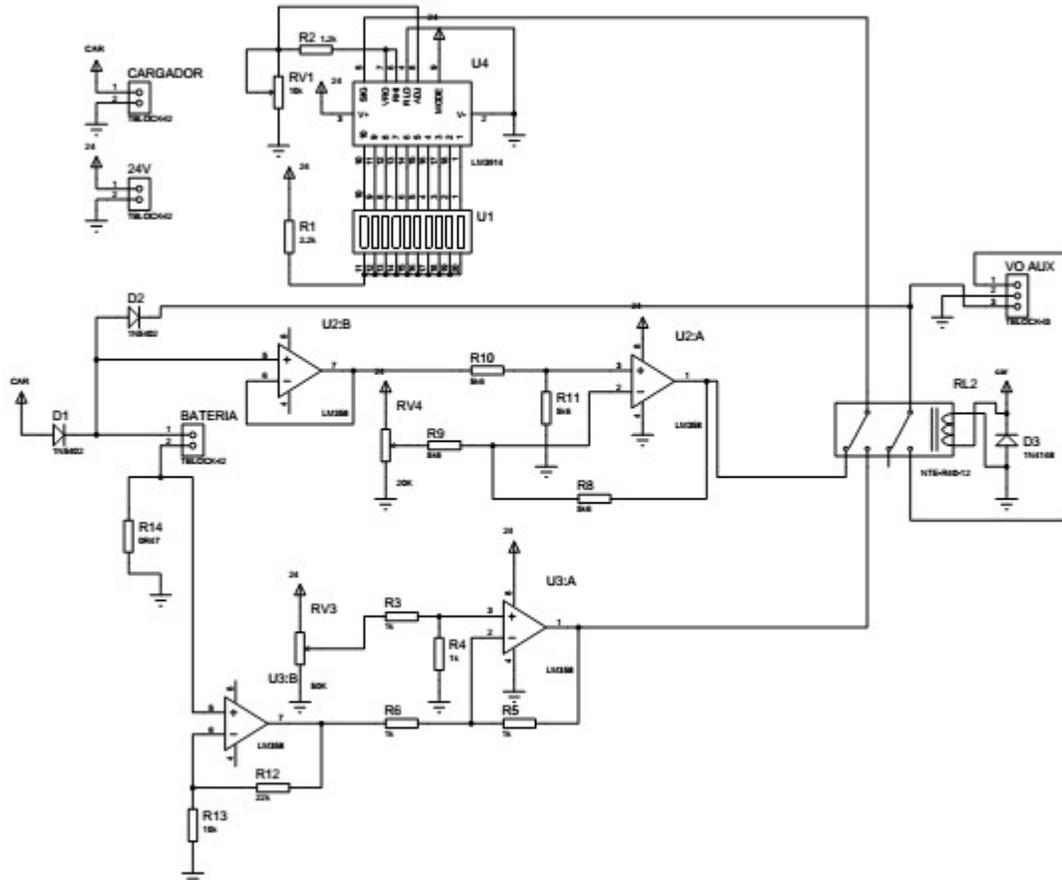


Fig.10. Esquemático del Cargador indicador

La tensión del cargador se conecta al borne CAR la cual hace conmutar al relé de salida RL2 para que los circuitos se alimenten del cargador y no de la batería, misma comienza a cargarse. También entra el circuito de indicación de carga formado por U3B y U3A los cuales son encargados de adaptar la impedancia para no cargar la resistencia de sensado de corriente R7 y amplificar la caída que se generó en ella respectivamente. Esta parte del circuito Sensa la corriente de la batería, genera una caída de tensión en la resistencia de sensado hace el complemento de esa tensión y gracias a eso tenemos una medición proporcional a la tensión de la batería.

Al momento de desconectar el cargador externo, el Relé conmuta la batería y entra el circuito formado por U2b y U2a los cuales poseen un seguidor y un restador para obtener el complemento y así obtenemos una tensión proporcional para entregarle al indicador con LM3915(U4).

Circuito impreso realizado en Proteus

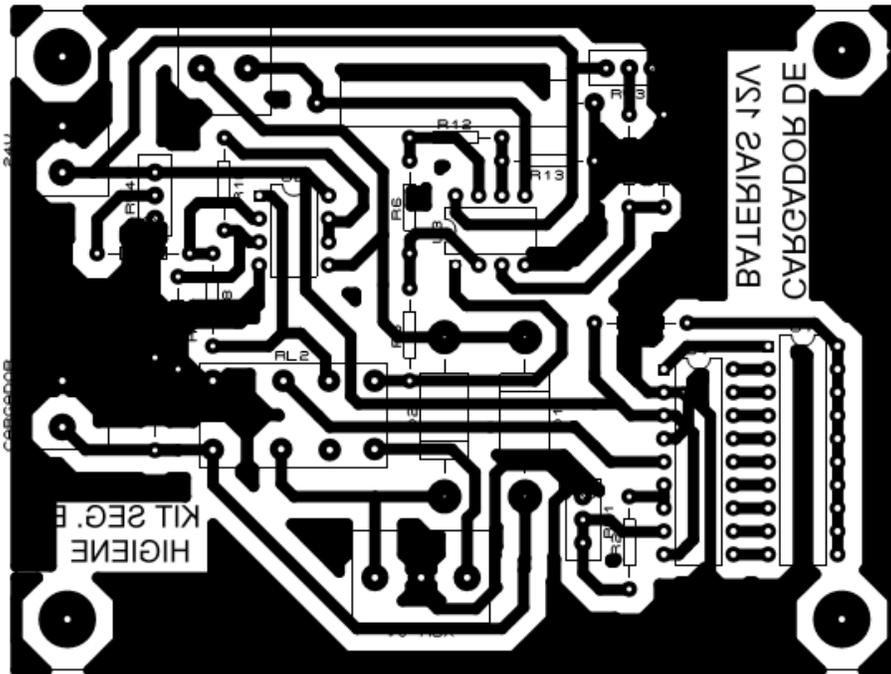


Fig.11.Cargador de baterias

MANUAL USUARIO Y CONEXIONADO

MALETIN SEGURIDAD E HIGIENE

SENSOTRON



El maletín de seguridad e higiene es una herramienta pensada para facilitar el trabajo de campo del profesional, por lo tanto, el equipo podrá ser manejado fácilmente gracias a la interface gráfica táctil, permitiendo un intuitivo y rápido relevamiento del estado del sistema, selección de ensayo o chequeo de normas con solo una mirada.

Funcionamiento del sistema:

El manejo del sistema fue diseñado de tal manera que todas las acciones que permite el equipo sean manejadas por una serie de pantallas de la HMI.

PANTALLA INICIAL



En esta pantalla el usuario podrá seleccionar cual sensor desea interrogar. Este equipo permite relevar tres sensores de temperatura, un sonómetro, un sensor de humedad y un luxómetro.



A cada sensor en pantalla le corresponde un color inequívoco con el color de su respectivo cable de conexión.

Pulsando sobre el botón temperaturas se accede a la pantalla de selección de selección de temperaturas

Pulsando sobre el botón sonómetro se accede a la pantalla de visualización del sensor sonómetro.

Pulsando sobre el botón humedad se accede a la pantalla de visualización del sensor humedad.

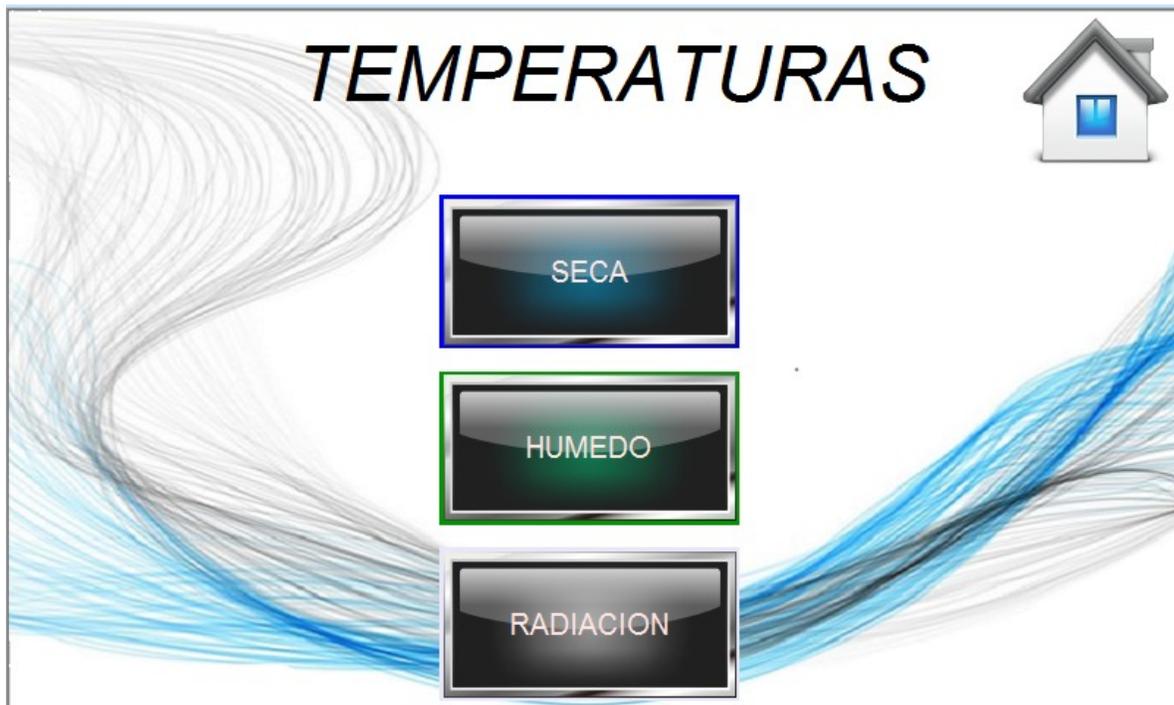
Pulsando sobre el botón luxómetro se accede a la pantalla de visualización del sensor luxómetro.

La pantalla posee también almacenadas las leyes y resoluciones más utilizadas al realizar las mediciones en campo. Pulsando sobre el botón Leyes y resoluciones se accede a la pantalla de visualización de Leyes, resoluciones y decretos.

Pulsando sobre el botón sensores se accede a la pantalla de visualización de los valores actuales de todos los sensores y sus curvas.

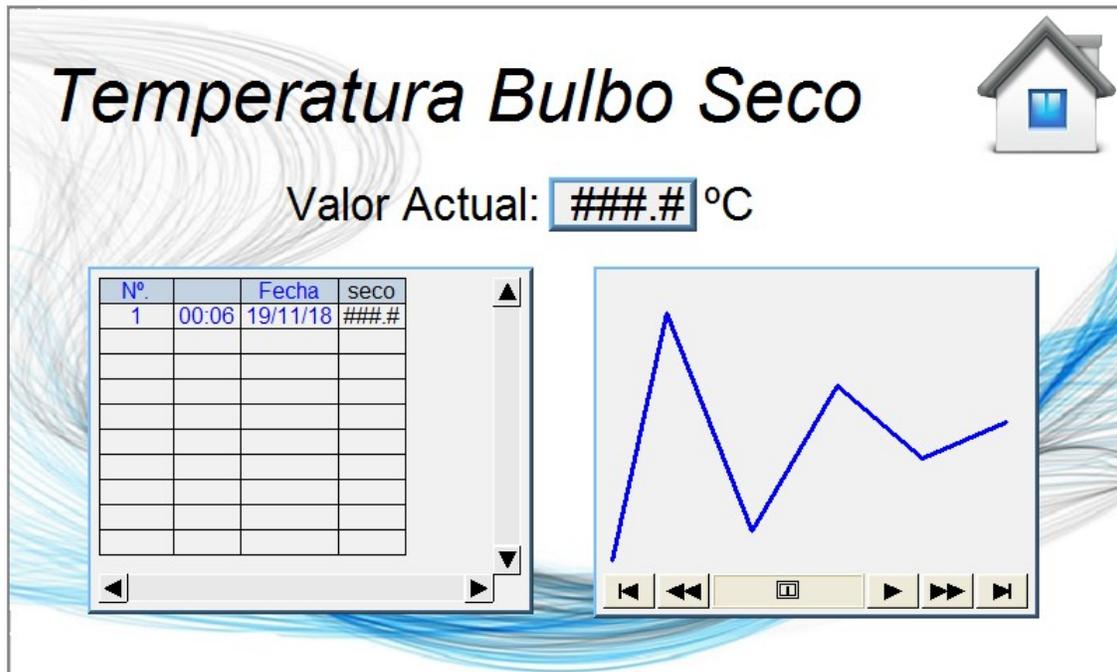
Pulsando sobre el ícono de SENSOTRON® se accede a la pantalla de información y visualización de integrantes y detalles del proyecto.

PANTALLA TEMPERATURAS



En esta pantalla se podrá seleccionar que sensor de temperatura se desea interrogar. Pulsando el botón “SECA”, se accede a la pantalla de temperatura de bulbo seco. Pulsando “HUMEDO”, se accede a la pantalla de temperatura de bulbo húmedo. Pulsando “RADIACION” se accede a la pantalla de temperatura de radiación.

PANTALLA TEMPERATURA DE BULBO SECO



En esta pantalla se ve el valor actual la tabla de valores históricos y la curva de tendencia del sensor.

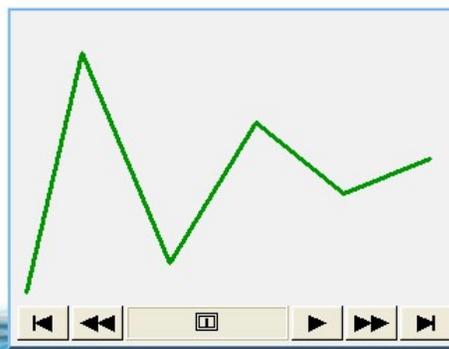
PANTALLA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO

Temperatura Bulbo Humedo



Valor Actual: ###.# °C

N°	Fecha	Temp. HUMEDO
1	00:07 19/11/18	####.#



En esta pantalla se ve el valor actual la tabla de valores históricos y la curva de tendencia del sensor.

PANTALLA TEMPERATURA DE RADIACION

Temperatura Radiacion



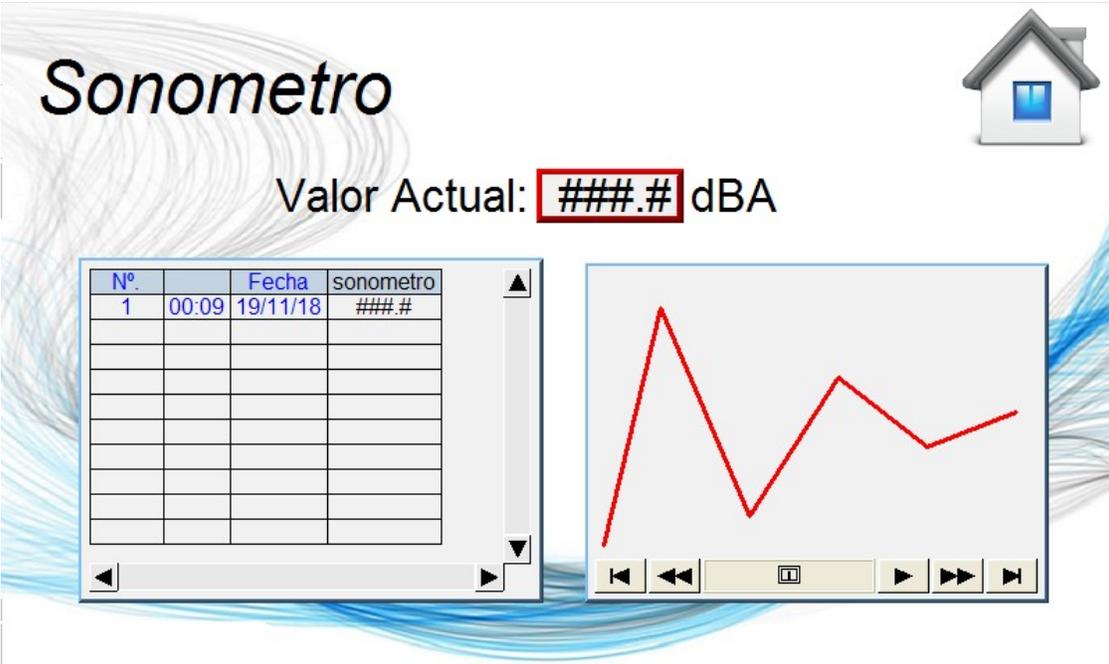
Valor Actual: ###.# °C

N°	Fecha	Temp. Radiacion
1	19/11/18 00:08	####.#

En esta pantalla se ve el valor actual la tabla de valores históricos y la curva de tendencia del sensor.

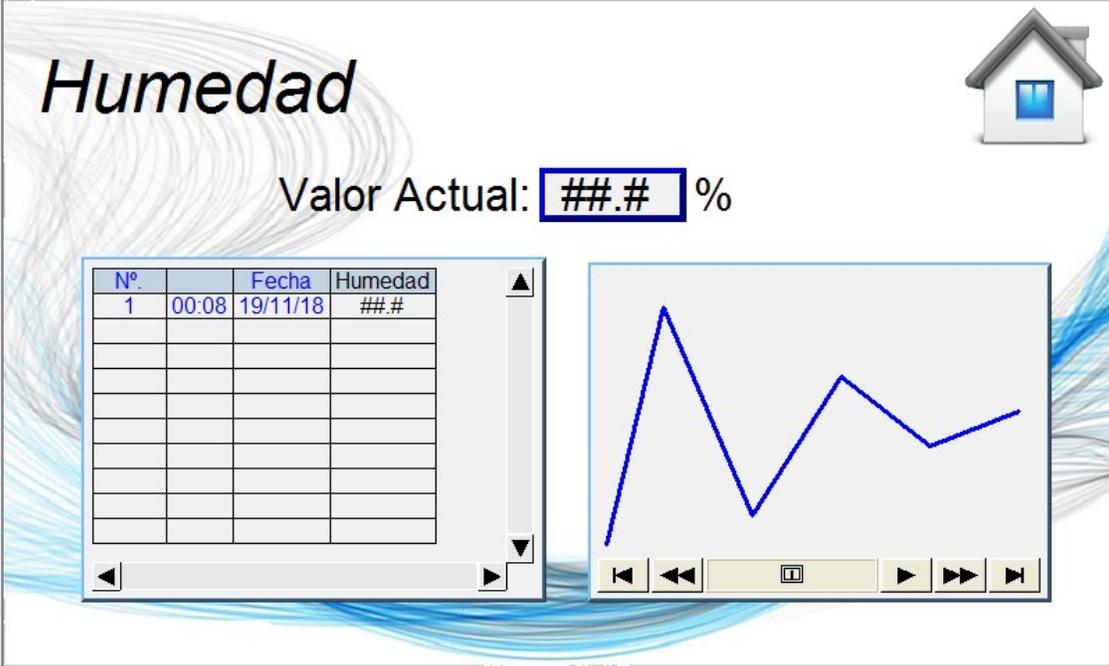
PANTALLA SENSOR SONOMETRO





En esta pantalla se ve el valor actual la tabla de valores históricos y la curva de tendencia del sensor.

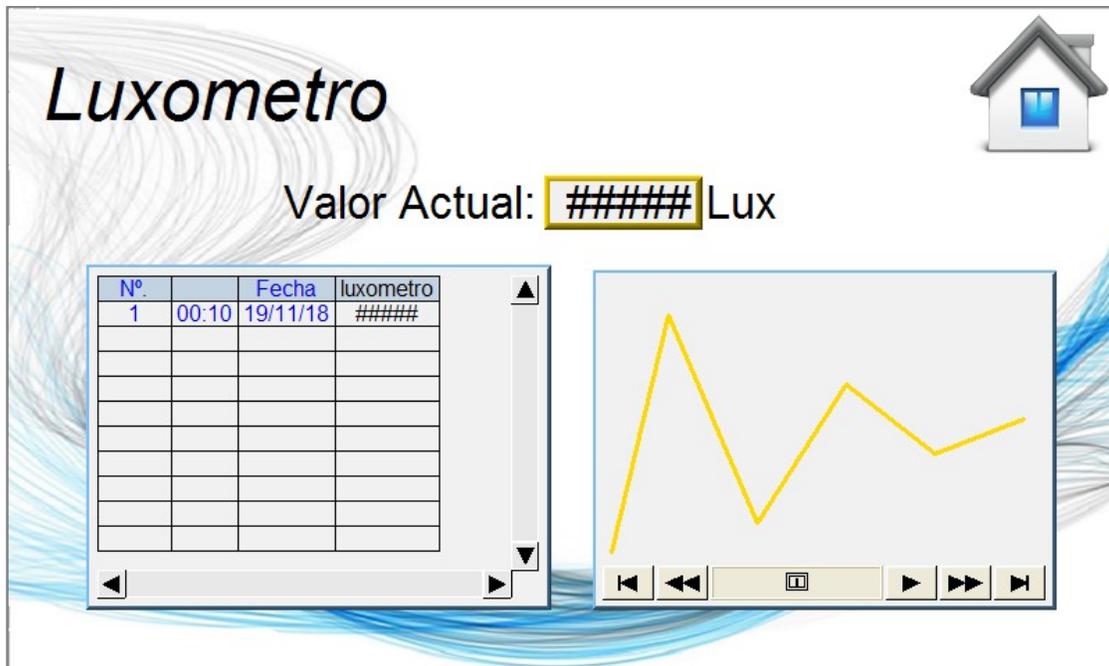
PANTALLA SENSOR DE HUMEDAD



En esta pantalla se ve el valor actual la tabla de valores históricos y la curva de tendencia del sensor.

PANTALLA SENSOR LUXÓMETRO





En esta pantalla se ve el valor actual la tabla de valores históricos y la curva de tendencia del sensor.

PANTALLA LEYES Y RESOLUCIONES



En esta pantalla se puede acceder con el botón “LEYES” a las leyes almacenadas en la pantalla. Con el Botón “RESOLUCIONES” se accede a la pantalla de

resoluciones almacenadas en la pantalla. Con el botón “DECRETOS” se accede a la pantalla de decretos almacenados en la pantalla.

NOTA: Se pueden cargar datos particulares de leyes, resoluciones o decretos específicos bajo pedido del cliente.

PANTALLA LEYES

LEYES



Ley (Decreto Ley) 19.587/1972 de Higiene y Seguridad en el Trabajo (B.O. 28/04/1972)

Ley 24.557 de Riesgos del Trabajo. (B.O. 13/09/1995)

Ley 26.773: Régimen de ordenamiento de la reparación de los daños derivados de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. (B.O. 26/10/2012)

Ley 26.940: Promoción del Trabajo Registrado y Prevención del Fraude Laboral. (B.O. 02/06/2014)

Ley 26.941: Sustitúyese el artículo 5° de Capítulo 2 del Anexo II “Régimen General de Sanciones por Infracciones Laborales” al Pacto Federal del Trabajo, ratificado por la ley 25.212. (B.O. 02/06/2014)

Ley 26.941: Marco legal de la actividad actoral. Artículo 15: Aplicación del régimen previsto por la Ley sobre Riesgos del Trabajo 24.557, sus modificatorias y complementarias. (B.O. 26/11/2015)

PANTALLA RESOLUCIONES

RESOLUCIONES



Res. 239/1996 SRT: Apruébanse los requisitos para las constancias de las visitas a los establecimientos que realicen las ARTs, de acuerdo al Decreto 170/96. (B.O. 08/01/1997)

Res. 10/1997 SRT: Procedimiento para la comprobación y juzgamiento de los incumplimientos a la LRT por parte de las ARTs y empleadores autoasegurados. (B.O. 18/02/1997)

Res. 25/1997 SRT: Procedimiento para la comprobación y juzgamiento de los incumplimientos por parte de los empleadores a la LRT y normas de higiene y seguridad. (B.O. 11/04/1997)

Res. 47/1997 SRT: Defínense los conceptos de Gastos de Prevención a los efectos del cálculo de Índice de Gastos de Prevención (IP) art. 5° Res. SSN 25.174/97. (B.O. 14/07/1997)

Res. 62/2002 SRT: Apruébase el texto para el afiche previsto en Res. 70/97. (B.O. 07/03/2002)

Res. 113/2002 SRT: Adhiérese a la declaración del día 28 de abril, como el “Día Nacional en Memoria de los Trabajadores Fallecidos y Heridos en Ocasión del Trabajo”. (B.O. 06/05/2002)

PANTALLA DECRETOS



DECRETOS



Decreto 506/1995: Facúltase al Ente Nacional Regulador Nuclear (ENRN) a dictar normas en materia de seguridad radiológica y nuclear. El ENRN asumirá todas las atribuciones y funciones asignadas a la CNEA por Dec. 842/58, Art. 79 del Dec. 5423/57 y Art. 62 de la Reglamentación de la Ley 19.587 aprobado por

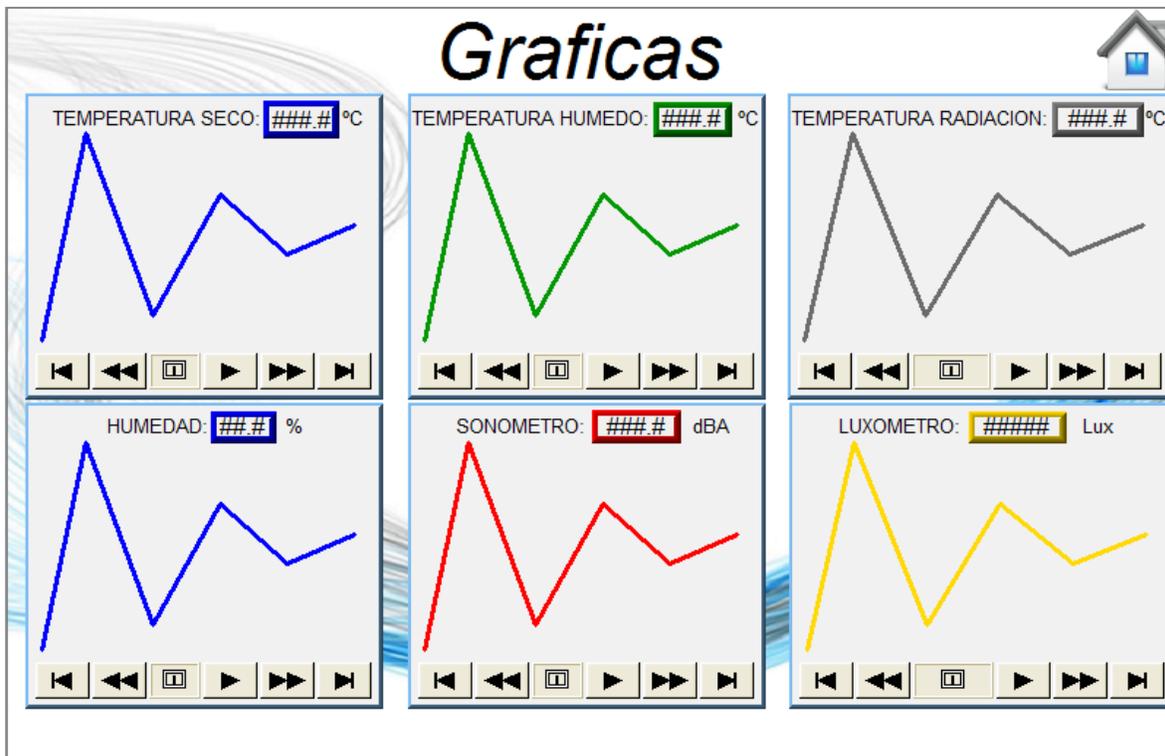
Dec. 351/79, sin perjuicio de la vigencia de las resoluciones adoptadas por la CNEA. (B.O. 17/04/1995)

Decreto 170/1996: Reglamentación de Ley 24.557 de Riesgos del Trabajo. Obligaciones de los actores sociales en materia de Prevención. (B.O. 26/2/1996)

Decreto 708/1996: Establécese que podrán acceder al régimen de autoseguro los empleadores que califiquen en el segundo nivel de cumplimiento de la normativa de higiene y seguridad, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 8° del Decreto N° 170/96. (B.O. 05/08/1996)

Decreto 491/1997: Incorporáanse al ámbito de aplicación y al sistema creado por la Ley N° 24.557 a los trabajadores domésticos, a los vinculados por relaciones no laborales y a los trabajadores autónomos. Modificación de los Decretos 334/96, 717/96 y 1338/96. (B.O. 04/06/1997)

PANTALLA SENSORES



Esta pantalla permite la visualización de todos estados actuales de los sensores del equipo, junto con sus graficas de tendencias.

En esta pantalla es notable que cada sensor está vinculado al color inequívoco, correspondiente al cable físico de cada sensor. Normalizado por SENSOTRON®.

PANTALLA LOGO SENSOTRON®

PROYECTO FINAL 2018

INTEGRANTES:
DI IORIO GERARDO
SCHWARZ MIGUEL
VINCHI EZEQUIEL

www.sensotron.com.ar



MALETIN INTEGRADO DE SENSORES PARA SEGURIDAD E HIGIENE.
ESTE SISTEMA INTEGRADO DE SENSORES INTEGRADOS ES UNA SOLUCION PARA
RECABAR LAS MEDICIONES DE UNA MANERA RAPIDA EFECTIVA Y CONFIABLE
GENERA UN INFORME DEL ENSAYO Y UN HISTORICO DE DATOS DE LAS MEDICIONES DEL EQUIPO

PANTALLA INFORME GENERAL

INFORME

Seleccione magnitudes a sensar en el informe



- TEMPERATURA BULBO SECO
- HUMEDAD
- TEMPERATURA BULBO HUMEDO
- LUXOMETRO
- TEMPERATURA DE RADIACION
- SONOMETRO

INFORMEHISTORICOSIMPRIMIR



En esta pantalla se podrá seleccionar sensores se quieren relevar en el informe que se imprimirá (en este modelo la impresión será en un pendrive impresión.bmp)

Para seleccionar el sensor se debe pulsar sobre el botón redondo a la izquierda de cada sensor y al pulsar nuevamente se deselecciona.

Desde esta pantalla se accede mediante el botón "INFORME" al ajuste del informe

Presionando el botón "IMPRIMIR" se imprime el archivo en formato digital. (Se podrá seleccionar el modelo que acepta impresora térmica vía USB).

Presionando el botón "HISTORICOS", se podrán descargar los históricos en un pendrive, en un archivo mediciones.csv (valores separado por comas) que se pueden correr con cualquier programa de planillas de cálculos. Se debe colocar el pendrive con anterioridad en el slot del maletín indicado con el cartel "Adquisición de datos". Esperar que desaparezca el menú pop up y presionar el botón "HISTORICOS" (Se vende por separado la plantilla para la visualización de tendencias gráficas para su PC).

NOTA BOTON HOME

volverá



Siempre que se pulse el botón "HOME" se a la pantalla anterior.

PANTALLA

INFORME GENERAL AJUSTE DE IMPRESIÓN

	CLIENTE: PROYECTO FINAL	CONTACTO: DINDIO
	DIRECCION: 2018	FECHA: 1/1/2018
# Serie	TEMPERATURA BULBO SECO	<input type="text" value="0.0"/> °C
SE433		
SEE98	TEMPERATURA BULBO HUMEDO	NO Solicitado
R45-T	TEMPERATURA RADIACION	<input type="text" value="0.0"/> °C
DSE7	HUMEDAD	<input type="text" value="0.0"/> %
SAW49	SONOMETRO	<input type="text" value="0.0"/> dBA
ASD89	LUXOMETRO	NO Solicitado
NOTAS: N/A		
RESPONSABLE: SENSOTRON		FIRMA:



Esta pantalla permite introducir fácilmente, mediante un teclado alfanumérico pop up, los campos del cliente, dirección, contacto en planta, fecha del ensayo, notas y responsable del informe.

También permite ingresar el número de serie del sensor utilizado para verificar la calibración del mismo.

En este caso en particular se ve que los sensores seleccionados para el ensayo fueron: TEMPERATURA DE BULBO SECO / TEMPERATURA DE RADIACION / HUMEDAD / SONOMETRO. Estas magnitudes serán impresas con sus respectivas unidades. Los sensores disponibles por el equipo, pero no seleccionados en la prueba, serán correspondientemente indicados con la marquesina “NO Solicitado”.

NOTA: En la impresión no saldrá el botón de home de la pantalla impresión.

CONEXIONADO

SENSORES

El conexionado del equipo se ha diseñado para que sea extremadamente simple e intuitivo.

Cada sensor posee un cable conector UTP RJ-45 de un color particular. El cual se deberá conectar en la parte posterior del maletín, al color correspondiente. Para mayor facilidad en la conexión, no solo tiene la calcomanía indicando el color, sino que cada ficha hembra en el maletín posee un led del color del cable que se debe conectar, lo cual es útil además en ambientes oscuros.

NOTA: Los cables RJ-45 de los sensores fueron crimpados por SENSOTRON® de tal manera que si llegare a ocurrir un error en el conexionado. El sensor no funcione, evitando daños en el equipo por mal conexionado.





NORMALIZACION DE COLORES:

BLANCO	TEMPERATURA DE RADIACION
VERDE	TEMPERATURA BULBO HUMEDO
ROJO	SONOMETRO
AMARILLO	LUXOMETRO
AZUL	TEMPERATURA BULBO SECO + HUMEDAD

CARGADOR DE BATERIA:



El lateral del maletín posee el conector del cargador de batería del equipo. Este se podrá utilizar enchufado mientras se carga la batería o solo modo a batería.



El estado de la carga de la batería se indica mediante el indicador de 10 barras led ubicado junto al conector del cargador de batería. Siendo todos los leds prendidos totalmente cargado y todos los leds apagados batería agotada.

NOTA: La batería es un módulo sellado que solo reemplaza en el taller calificado de SENOTRON®.

