



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E SCIENTIA HOMINIS SALUS "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA PARA LA
ADMINISTRACION DE LA CANTIDAD DE MATERIA PRIMA DE LA
ZONA DE PASTAS EN PINTURAS CÓNDROR S. A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

**ABAD GUAMAN SARA ADELA
(sariadelabad@hotmail.com)
NARVAEZ CHICAIZA FERNANDA LUCIA
(ferangiara@hotmail.com)**

**DIRECTOR: Dr. LUIS CORRALES
(luis.corrales@epn.edu.ec)**

Quito, Agosto del 2010

DECLARACIÓN

Nosotras, Abad Guamán Sara Adela, Narváez Chicaiza Fernanda Lucía, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Abad Guamán Sara Adela

Narváez Chicaiza Fernanda Lucía

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Abad Guamán Sara Adela y Narváez Chicaiza Fernanda Lucía, bajo mi supervisión.

(Dr. Luis Corrales)
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Todo lo que he conseguido se ha debido a personas que me han ayudado sin esperar nada a cambio en las diferentes etapas de mi vida, es por eso que agradezco a mis pilares fundamentales que son mis hermanos Patricio, Rodrigo y Fernando, mis padres, mi tía Margarita, mi tío Norberto al cual siempre he considerado como mi segundo padre y a mis abuelitos que me han enseñado y me han dado su ejemplo.

Adicionalmente quiero agradecer a mis amigos y familiares por darme su confianza y creer en mí.

SARA

AGRADECIMIENTO

La lucha para conseguir nuestros sueños es ardua y continua; sin embargo, siempre estarán a tu lado personas que te apoyan y te ayudan a cumplir tus objetivos. Por eso tengo que agradecer a mis padres y hermanos, quienes con mucho sacrificio siempre estuvieron brindándome su ayuda. Además, quisiera agradecer a Dios por brindarme la fuerza para continuar con mis metas sin desfallecer.

Adicionalmente quiero agradecer a mis amigos y familiares por darme su confianza y creer en mí.

FERNANDA

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a cualquier persona de mente abierta que desee conocer sobre aplicaciones de microcontroladores en la industria, ya que muchas personas piensan que siempre deben instalarse PLC's.

SARA

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a todos aquellos luchadores que siempre buscan cumplir sus sueños sin importar las adversidades. Dedicaré de manera especial a aquella persona que siempre estuvo a mi lado esperando que mi sueño se cumpla como si fuera el suyo propio y esta persona es Carlos Imbaquingo.

FERNANDA

Contenido

RESUMEN	<i>i</i>
PRESENTACIÓN	<i>ii</i>
CAPÍTULO 1	<i>1</i>
MARCO TEÓRICO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO	<i>1</i>
1.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA	<i>1</i>
1.1.1 MATERIAS PRIMAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO.....	<i>5</i>
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	<i>7</i>
1.3 MARCO TEÓRICO	<i>7</i>
1.3.1 DESCRIPCIÓN BALANZA ELECTRÓNICA	<i>7</i>
1.3.2 NORMATIVA RELATIVA A PROTECCIÓN MECÁNICA	<i>13</i>
1.3.3 SEGURIDAD INTRÍNSECA	<i>17</i>
1.3.4 DESCRIPCIÓN DEL Baan ERP	<i>19</i>
1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS	<i>19</i>
1.4.1 PRIMERA PROPUESTA.....	<i>20</i>
1.4.2 SEGUNDA PROPUESTA	<i>20</i>
1.5 ANALISIS DE LAS PROPUESTAS	<i>20</i>
CAPITULO 2	<i>22</i>
DISEÑO DEL HARDWARE	<i>22</i>
2.1 INTRODUCCIÓN	<i>22</i>
2.2 DISEÑO DE LA UNIDAD REMOTA	<i>24</i>
2.2.1 RECOPIACIÓN DE DATOS	<i>24</i>
2.2.2 DISEÑO DE LA UNIDAD REMOTA	<i>32</i>
2.3 TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN DEL SISTEMA SCADA	<i>48</i>
2.3.1 MEDIO DE COMUNICACIÓN PC - UNIDAD REMOTA	<i>48</i>
2.3 DISEÑO DE LA ETIQUETA	<i>54</i>
CAPITULO 3	<i>57</i>
DESARROLLO DE LA HMI	<i>57</i>
3.1 INTRODUCCIÓN	<i>57</i>
3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES UTILIZADAS [19]	<i>58</i>
3.2.1 COMUNICACIÓN SERIAL.....	<i>58</i>
3.2.2 GENERACIÓN DE REPORTES	<i>60</i>
3.2.3 GENERAR ARCHIVO TXT	<i>63</i>
3.2.4 ACCEDER AL USUARIO BALANZA DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN	<i>64</i>
3.3 ESQUEMA DE DESARROLLO DEL PROGRAMA	<i>64</i>
3.3.1 MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y MANEJO DE DATOS.....	<i>66</i>
3.3.2 MÓDULO DEL ADMINISTRADOR.....	<i>73</i>
CAPITULO 4	<i>79</i>
DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL ATMEGA64	<i>79</i>
4.1 INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN BASCOM-AVR	<i>79</i>
4.1.1 GRAPHIC CONVERTER.....	<i>80</i>

4.1.2	DESARROLLO DE FUENTES	81
4.1.3	PUERTOS DE COMUNICACIÓN	85
4.2	ARQUITECTURA DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL ATMEGA64.....	86
4.2.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE CONTROL	87
4.2.2	MANEJO DE PERIFÉRICOS	91
CAPÍTULO 5		99
PRUEBAS REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS		99
5.1	PRUEBA DEL MODULO EN AMBIENTE INDUSTRIAL	99
5.1.1	FUNCIONAMIENTO LCD GRÁFICO	100
5.1.2	COMUNICACIÓN MÓDULO REMOTO – TERMINAL HAWK.....	101
5.1.3	COMUNICACIÓN PC- UNIDAD REMOTA.....	102
5.1.4	PRUEBA IMPRESIÓN DE LA ETIQUETA	102
5.2	PRUEBA SUBIDA ARCHIVOS PLANOS	103
5.2.1	CARPETAS DE ARCHIVOS.....	103
5.3	PRUEBA USUARIO–MODULO REMOTO.....	104
5.4	PRIMERA PRUEBA GLOBAL DEL SISTEMA.....	105
5.5	SEGUNDA PRUEBA GLOBAL DEL SISTEMA	106
CAPÍTULO 6		108
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		108
6.1	CONCLUSIONES	108
6.2	RECOMENDACIONES	110
ANEXOS.....		I
ANEXO A.....		I
ANEXO B.....		V
ANEXO C.....		VIII
ANEXO D		XIII
ANEXO E.....		XIX
ANEXO F.....		XXIII
ANEXO G		XXVIII

RESUMEN

En este trabajo se diseña e implementar un sistema que permite a Pinturas Condor registrar la producción de sustancias controladas por el CONSEP como: metil etil cetona, xileno, tolueno, acetato de etilo e isobutanol; y generar los documentos que respaldan el destino que tuvieron dichas sustancias como: facturas de compra / venta, órdenes de Fabricación, guías de transporte, etc.

Con este objetivo se diseñó un sistema de adquisición de datos para las cuatro balanzas que intervienen en el manejo de las referidas sustancias. Con esto se resolvió el desfase que existía en el ingreso de los datos al sistema de inventarios global de la empresa, BaanERP, desfase causante del problema. Además, se diseñó un módulo, denominado Unidad Remota, capaz de recopilar los datos de peso de cada balanza y otros ingresados por el operador.

Una vez implementado el sistema, los tiempos de actualización del inventario disminuyeron de 48 horas a 2 horas al sistema BaanERP y se comprobó mediante pruebas que los datos subidos están más acordes a la realidad.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo principal diseñar e implementar un sistema SCADA para facilitar la administración de la cantidad de materia prima que se emplea en la zona de Pastas en “Pinturas Cóndor”.

Para cumplir con este objetivo, en los capítulos del presente proyecto se detallan aspectos importantes tomados en cuenta para su realización.

En el primer capítulo, se describen las características de los equipos existentes en la zona de Pastas de Pinturas Cóndor S.A. y los cuales serán utilizados; se analizará los principales problemas y posibles soluciones propuestas.

El segundo capítulo, describe el diseño de la unidad remota y la selección de tecnologías de comunicación a utilizarse. Además, se hace referencia al sistema de cableado y tubería utilizado.

En el tercer capítulo, se desarrolla la programación de la interfaz realizada en LabVIEW y encargada de la interacción con el sistema BaanERP.

El cuarto capítulo, detalla el desarrollo del programa del microcontrolador AVR y los diferentes dispositivos manejados con el mismo.

En el quinto capítulo, se describe las pruebas realizadas y las correcciones que se hicieron para cumplir con los objetivos propuestos.

El sexto capítulo contiene las conclusiones y recomendaciones obtenidas de las pruebas realizadas.

Por último en los anexos se incluyen las hojas de datos de los principales elementos utilizados.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

La planta de Pinturas Cóndor S.A. se ubica en el complejo industrial de Quito: Cusubamba OE1-365 y Manglaralto (sector Guajaló), su actividad comercial es la producción de pinturas y resinas.

El presente proyecto se enfoca en el departamento de Bodega de Materias Primas donde se encargan del pesaje de las correspondientes a la zona de Pastas. Estas materias primas pesadas son utilizadas por el área de producción.

El objetivo global del proyecto es facilitar la administración de la cantidad de materia prima que se emplea en la zona de Pastas en “Pinturas Cóndor”..

1.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA

El proceso de producción comienza en el área de Planificación donde la Orden de Fabricación del producto que se va a elaborar es generada en el sistema interno de la empresa. Luego, en el Departamento Técnico se revisan las fórmulas correspondientes a la Orden, y se especifica la cantidad y el tipo de materias primas a utilizarse en la producción. En esta etapa, el sistema interno cambia la Orden a status LISTADA y en el área de Bodega de Materias Primas se realizan los siguientes pasos:

1. En el sistema interno se busca la Orden de Fabricación y su estatus cambia a LANZADA.
2. Se imprime la Orden de Fabricación completa: solventes, resinas, pigmentos y otras materias primas.
3. Para iniciar la entrega de stock se genera la “Sugerencia Outbound”, la cual asigna el lote a consumir. Este proceso sigue la metodología FIFO, primero en entrar, primero en salir. Por lo tanto, el primer lote de materia prima recibido del proveedor, es el primero en ser consumido.

4. Con el fin de facilitar el trabajo a los operadores se imprime una Orden de Fabricación llamada "Picking List". Esta es una lista que contiene los códigos de materias primas con sus respectivos pesos, los cuales son sugeridos por el sistema interno. En ella no constan las materias primas bombeadas, como algunos solventes y resinas, ya que tiene un método diferente de pesado.
5. El operador recibe el Picking List con los siguientes datos:
 - a. Número de Orden de Fabricación
 - b. Código de Producto Terminado
 - c. Posición: se organiza en espacios de múltiplos de diez, con el objetivo de usar los números intermedios en el caso de existir reemplazo de la materia prima sugerida.
 - d. Número de lote: código numérico de quince dígitos, constituido por código interno de proveedor, fecha de pedido y fecha de recepción
 - e. Materia prima: posee dos códigos: uno alfanumérico de seis dígitos utilizado por los operadores, el segundo es un código numérico de diez dígitos asignado por el sistema interno de producción.
 - f. Cantidad de materia prima a ser pesada.
 - g. Grado de peligrosidad para el ser humano con el objetivo de que el operador tome las debidas precauciones.
6. Basándose en el "Picking List" el operador pesa las materias primas, y aquí es donde aparece un problema, no toma en cuenta el número de lote sugerido sino el que le sea más cercano; además, el peso tomado no es exactamente el dado por la sugerencia "Outbound". Pero, al llenar la etiqueta de identificación de las materias primas pesadas, mostrada en la Figura 1.1, la misma que será adherida al tanque contenedor de la materia prima, el operador la completa con datos correspondientes a la sugerencia, por lo que los mismos difieren de los reales.

MP	_____
PESO	_____
CODIGO PT	_____
O. F. No.	_____
MQ	_____ RESP. _____
CODIGO "S"	_____

Figura 1.1. Etiqueta de identificación de Materia Prima

7. Al finalizar su jornada, el operador retorna las sugerencias de Outbound cuyas materias primas ya han sido pesadas y están listas para ser utilizadas en el área de producción.
8. Al retornar las Órdenes al Área de Bodega de Materias Primas, se cambia su status a ACTIVA, pero los datos de consumo descargados al sistema interno no son reales, produciéndose una pérdida de trazabilidad de los lotes de materias primas adquiridos.
9. Si el área de producción requiere realizar aumentos en la Orden, el Departamento Técnico es el encargado de autorizar dichos cambios, y las cantidades nuevas de materias primas siguen el mismo proceso de una Orden de Fabricación.

Para el pesaje, el operador dispone de cuatro balanzas: la primera está ubicada en el galpón 1B de Bodega de Materias Primas en la que sólo se pesa Nitrocelulosa, como se muestra en la Figura 1.2. La segunda está ubicada en el galpón 1C utilizada para pesar secativos (Figura 1.3). Las dos balanzas restantes están juntas, en el área de productos a base de solventes, tal como se ve en la Figura 1.4.



Figura 1.2. Balanza para Nitrocelulosa



Figura 1.3. Balanza para Secativos



Figura1.4. Balanzas para Solventes

1.1.1 MATERIAS PRIMAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO

1.1.1.1 Nitrocelulosa

Es un sólido inflamable que se encuentra en forma de cubos granulados, humedecidos en etanol, isopropanol y agua. Esto con el objetivo de facilitar su transporte y sobre todo reducir la sensibilidad al impacto y a la fricción.

Este componente, por su característica de secado rápido, es utilizado en la producción de pinturas, barnices, esmaltes, entre otros productos manufacturados en Pinturas Cóndor S.A. Se muestra un tanque de nitrocelulosa en la Figura 1.5.



Figura 1.5 Tanque Nitrocelulosa Pinturas Cónдор S.A.

1.1.1.2 Secativos

Los secativos son mezclas utilizadas para acelerar el secado del aceite contenido en algunos tipos de pinturas o de barnices. Lo realiza activando la oxidación. Consisten generalmente en mezclas de distintos productos secantes (borato de plomo, naftenato u oleato de zinc, dióxido de manganeso, resinato de cobalto, etc.) con una carga inerte, por ejemplo, yeso (secativos sólidos), o en disoluciones concentradas de diversos productos.

1.1.1.3 Solventes

Pinturas Cónдор, para la elaboración de las pinturas, usa sustancias controladas por el CONSEP (Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas) cuya actividad primordial es el control de las sustancias sujetas a fiscalización en los lugares de producción, venta, almacenamiento, utilización y transporte, con el objetivo de precautelar el buen uso y evitar el desvío para fines de elaboración ilícita de estupefacientes y psicotrópicas, mediante la verificación y auditoría de ingresos, egresos y saldos de las sustancias. Con este fin los inspectores del CONSEP realizan el balance respaldado con documentos, verifican las facturas de compra / venta, ordenes de fabricación, de bodega, importaciones, exportaciones, guías de transporte; además de todos los documentos que respalden las transferencias, préstamos, devoluciones, mermas sobrantes y otros.

En el área de productos a base de solventes Pinturas Cónдор S.A. se usa las siguientes sustancias controladas:

- Metil etil cetona
- Xileno
- Tolueno
- Acetato de etilo
- Isobutanol

Puesto que, según lo descrito, no se lleva un registro fidedigno de estas materias primas, se han generado inconvenientes con el organismo de Control.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Identificado el problema se establecieron los siguientes objetivos:

- Diseñar un sistema de comunicación para las cuatro balanzas antes mencionadas, con el objeto de centralizar la información sobre las materias primas en una base de datos.
- Diseñar una interfaz Operador – Sistema Interno que permita ingresar los datos como: número de lote, tipo materia prima, etc. desde su lugar de trabajo.
- Encontrar un método de verificación de los datos ingresados, debido a la comunicación en un solo sentido con el Sistema Interno.
- Crear un archivo plano, compatible con el Sistema Interno, para actualizar el inventario.

Para entender mejor las soluciones es necesario aclarar los siguientes conceptos:

1.3 MARCO TEÓRICO

1.3.1 DESCRIPCIÓN BALANZA ELECTRÓNICA

Actualmente, las balanzas electrónicas llegan a ser sofisticados elementos de pesaje con el software y hardware necesarios para la obtención y procesamiento de datos durante la operación de pesado. Muchas de ellas, además de servir como un simple indicador, cuentan con puertos de comunicación, e incluso un software que permite ingresar y guardar datos a conveniencia del usuario.

Los puertos de comunicación en muchos casos pueden ser utilizados para el envío de las diferentes masas: tara, neta y gross.

Tara.- es la masa del recipiente que contiene al material pesado.

Neta.- es la masa del material contenido en el recipiente

Gross.- es la suma aritmética de la tara y la neta.

Para comprender de mejor manera la descripción de cada una de las balanzas presentes en Pinturas Cóndor S.A es necesario conocer el siguiente término.

Terminales.- es un término utilizado en el mercado para los dispositivos que reciben la señal de las células de carga y con la cual trabajan, entre otras aplicaciones, para la visualización del pesaje.

1.3.1.1 Balanza Nitrocelulosa

La balanza usada en el pesaje de nitrocelulosa consta de un bloque de 4 células de carga y su respectivo indicador digital. A continuación se procederá a describir el indicador digital “HAWK Terminal” utilizado en esta zona.

1.3.1.1.1 Indicador Digital “Hawk Terminal”

El Terminal HAWK es un dispositivo simple utilizado en aplicaciones de pesaje sencillo. Sostiene hasta cuatro células de carga de 350 ohm, por lo que puede usarse con bases de pesaje de una sola o varias células de carga [1].

Además, puede operarse con corriente alterna o baterías, lo cual permite tener uso portátil.

La pantalla es de 6 dígitos con caracteres de 25 mm de alto. Cuenta con un puerto de comunicación con el estándar RS-232 para enviar datos a una computadora, impresora u otro dispositivo en serie.

El Terminal HAWK cuenta además con un modo de programación en el cual se podrá ingresar diferentes características de funcionamiento. Se menciona a continuación los datos básicos de programación:

Unidades de calibración.- Dentro de este equipo se tiene tres unidades: las libras, los kilogramos y los gramos.

Ajuste de Gravedad.- Con este menú de programación se puede ajustar la calibración dependiendo del área geográfica de ubicación. Se hace con códigos que son ingresados de acuerdo al manual.

En cuanto a calibración, se tiene:

Velocidad de transmisión: Dentro de este modo de programación se podrá variar la velocidad de comunicación con la balanza. Las velocidades de transmisión válidas son: 1200, 2400, 4800 ó 9600.

Bit de datos: Los datos se pueden enviar en dos longitudes de 7 bytes o de 8 bytes.

Bit de stop: se puede determinar dos tipos de bits de paradas de 1 bit y de 2 bits.

Paridad: Se tiene: sin paridad, paridad par, paridad impar.

Formato de salida de datos: Determina cuantos pesos contendrá la trama de comunicación enviada desde la balanza; es decir, si se envía gross, tara y neto.

Dentro de los parámetros de programación no existe la posibilidad de ingresar o guardar datos diferentes al peso dado por las celdas de carga.

Para enviar datos hacia la balanza se tiene comandos definidos, fuera de ellos la balanza no procesará ninguno. Los comandos que se pueden enviar se los puede observar en la Tabla 1.1:

Comando	Función	Descripción
C	Clear	Limpiar el valor de la tara
T	Tare	Establecer un rango de tara para calibrar.
P	Print	Programar en modo de transmisión continua.
S	Print	Programar en modo de transmisión continua.
Z	Zero	Para habilitar o no la escala de la tara.

Tabla 1.1 Comandos reconocidos por el terminal Hawk

1.3.1.2 Balanzas Solventes

En el pesaje de solventes se utilizan 8 celdas de carga distribuidas en el fondo de dos tanques de un volumen de 3,5 m³ aproximadamente. Para la visualización se utiliza dos terminales M8141.

1.3.1.2.1 Terminal M8141

El terminal 8141 ha sido diseñado para aplicaciones de pesaje en áreas peligrosas, está aprobado por Factory Mutual, un organismo internacional para el control de desarrollo de productos para áreas peligrosas [2].

Consta de las siguientes características básicas:

- Soporta hasta 4 celdas de carga de 350 ohmios.
- La calibración se lo hace mediante el teclado.
- Puede usarse de manera portátil debido a su diseño. Éste, le permite trabajar a batería o con una fuente de alimentación de 120VAC, siempre que esté diseñada con una salida intrínsecamente segura.
- Tiene un LCD para 6 dígitos con un 1" de alto por 0,5" de ancho.
- Contiene un puerto de comunicación serial, sin embargo el medio de comunicación utilizado es de fibra de vidrio.

Es importante mencionar, que la tecnología del terminal M8141 es bastante antigua. Además, el puerto de comunicación necesita un equipo adicional para el acoplamiento a la fibra óptica. Sin embargo, éste no fue instalado con el terminal M8141.

Actualmente, este terminal fue retirado del mercado, junto con sus equipos complementarios, por lo que es necesario hacer una adaptación, para la utilización del puerto serial.

Por esta razón no se dará mayor detalle de este modelo de terminal.

1.3.1.3 Balanzas de Secativos

En cuanto al pesaje de secativos se utiliza celdas de carga digitales y el terminal 8530 para la visualización.

A continuación se describirá con mayor detalle al terminal 8530 y se aclarará el concepto de celdas de carga digital.

1.3.1.3.1 Terminal 8530

El terminal 8530 es un indicador industrial para el uso con células de carga digitales. La célula de carga digital mide la fuerza por deformación. La célula de

carga digital contiene una celda de carga analógica, su salida es analizada y al determinar la magnitud del peso, este es transmitido por comunicación serial al terminal 8530 [3].

Dentro de las características del 8530 se encuentra:

- Acumulador de registros.
- Un código de identificación en el momento de comunicación con otros equipos.
- Puede generar la hora y la fecha.
- Se puede hacer un ajuste de cero automático.
- Monitorea la comunicación con la celda de carga digital.

El terminal 8530 actualiza el peso visualizado siempre que exista una nueva transmisión proveniente de la célula de carga digital. Esta transmisión ocurre 4 veces por segundo cuando se usa una sola célula de carga digital y 16 veces por segundo para un mayor número de células.

Existen también funciones específicas que pueden ser usadas por el operador durante una operación normal.

- A diferencia del modelo 8141 y Hawk que necesitan entrar al modo de calibración, éste puede cambiar las unidades de libras a kilogramos y viceversa.
- Se puede variar la visualización del peso neto a peso gross. Para el peso neto se trabaja con la última tara ingresada.
- La fecha y hora puede ser visualizada, ingresada y cambiada por el operador.
- Se puede tomar una tara con sólo que el operador presione la tecla de tara.
- Los pesos pueden ser guardados en una memoria.

En cuanto a la comunicación el terminal 8530 consta de dos puertos:

a) *Puerto JN*

Este puerto está configurado para 7 bits de tipo ASCII. Se puede seleccionar la paridad sea ésta par o impar. Además, se puede elegir entre 1 ó 2 bits de parada.

Las velocidades de transmisión estándares para este terminal son: 300, 1200, 2400, 4800 y 9600 baudios.

La salida de este puerto puede ser configurado tanto para comunicación RS-232 ó una salida de lazo de corriente de 20mA.

b) Puerto JW – Opcional

Contiene todas las características presentes en el puerto de JN.

Es importante mencionar que, al igual que los anteriores terminales descritos, el terminal 8530 no tiene la capacidad de ingresar o guardar datos diferentes y adicionales a los del peso.

Las características eléctricas de los terminales HAWK, 8141 y 8530 se encontraran en los anexos A, B y C respectivamente.

1.3.1.4 TERMINALES DE TECNOLOGÍA ACTUAL

Existen terminales simples y fáciles de usar para aplicaciones de pesaje sencillas, también pueden encontrarse instrumentos avanzados que pueden acumular datos, controlar sistemas, accionar equipos periféricos, comunicarse con ordenadores, controlar básculas.

Cuentan además con características que permiten su uso en entornos con riesgos o áreas peligrosas.

Se mostrarán las características de dos terminales avanzados cuya información fue proporcionada por Metter Toledo.

1.3.1.4.1 *IND560*

La IND560 que se muestra en la Figura 1.6 es una terminal fácil de usar para procesos y aplicaciones de pesaje. Fuerte y versátil, está disponible para ambientes adversos [4].



Figura 1.6 Terminal IND560 para ambientes adversos

El software de configuración de este terminal permite su configuración desde una PC que puede ser empleada para interface con la IND560 para actualizar instrucciones del fabricante y descargar parámetros de terminales a través de puerto serial o Ethernet. Configura en línea o fuera de línea parámetros de la báscula, almacenar tablas y plantillas de impresión.

1.3.1.4.2 IN780

La IND780 de la Figura 1.7 es una terminal flexible que funciona con aplicaciones de pesaje y control que van de simples a complejas y de autónomas a integradas [5].

Existe un amplio rango de interfaces de comunicaciones disponibles, incluyendo: serial, Ethernet, USB.



Figura 1.7 IND780 para ambientes adversos

La herramienta de software de PC sirve para actualizar el programa de instrucciones del fabricante, configurar parámetros de báscula, almacenar tablas de objetivos y tara, y configurar plantillas de impresión.

1.3.2 NORMATIVA RELATIVA A PROTECCIÓN MECÁNICA

Es la calificación del nivel de protección de un envolvente mecánico para alojamiento de equipos electrónicos. Se mide contra partículas sólidas y líquidos.

1.3.2.1 Definiciones

Para un mejor entendimiento de estas normativas se darán las siguientes definiciones:

1.3.2.1.1 Envolvente

Es el elemento que proporciona la protección del material contra las influencias externas, la protección contra los contactos directos.

Las envolventes proporcionan también la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas y la protección del material contra los efectos nocivos de los impactos mecánicos. Se considerará parte de dicha envolvente, todo accesorio o tapa que sea solidario con o forme parte de ella y que impida o limite la penetración de objetos en la envolvente, salvo que sea posible quitar las tapas sin la ayuda de una herramienta o llave [6].

1.3.2.1.2 Grado de Protección

Es el nivel de protección proporcionado por una envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua o contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.

Existen dos tipos de grados de protección y cada uno de ellos, tienen un sistema de codificación diferente, el Código IP y el Código IK.

Cada uno de estos códigos se encuentran descritos en una norma como son:

- Código IP: UNE 20324, que es equivalente a la norma europea EN 60529
- Código IK: UNE-EN 50102

1.3.2.2 Código IP

Es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños y contra la penetración de agua. Este código IP está formado por dos números, situados inmediatamente después de las letras "IP" y que son independientes uno del otro.

La primera cifra característica está graduada desde 0 hasta 6 y a medida que va aumentando el valor de dicha cifra, éste indica que el cuerpo sólido que la envolvente deja penetrar es menor.

En la Tabla 1.2 se muestra los grados de protección indicados por la primera cifra característica.

Cifra	Grado de Protección	
	Descripción abreviada	Tipo de protección proporcionada por la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50 mm
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm.
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm.
4	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 1mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 1mm.
5	Protegida contra la penetración de polvo.	No se impide totalmente la entrada de polvo, pero sin que el polvo entre en cantidad suficiente que llegue a perjudicar el funcionamiento satisfactorio del equipo.
6	Totalmente estanco al polvo.	Ninguna entrada de polvo.

Tabla 1.2 Grados de Protección IP dado por la primera cifra característica [6]

El número que va en segundo lugar, normalmente denominado como “segunda cifra característica”, indica la protección del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua.

La segunda cifra característica está graduada de forma similar a la primera, desde 0 hasta 8. A medida que va aumentando su valor, la cantidad de agua que intenta

penetrar en el interior de la envolvente es mayor y también se proyecta en más direcciones.

En la Tabla 1.3 se muestra los grados de protección indicados por la segunda cifra característica.

Cifra	Grado de Protección	
	Descripción abreviada	Tipo de protección proporcionada por la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales.
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Las caídas verticales de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales cuando la envolvente está inclinada hasta 15° con respecto a la horizontal.
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada).	El agua pulverizada de lluvia que cae en una dirección que forma un ángulo de hasta 60° con la vertical, no deberá tener efectos perjudiciales.
4	Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en todas las direcciones sobre la envolvente no deberá tener efectos perjudiciales.
5	Protegida contra los chorros de agua.	El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales.
6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Bajo los efectos de fuertes chorros o con mar gruesa, el agua no deberá penetrar en la envolvente en cantidades perjudiciales.

7	Protegida contra los efectos de la inmersión.	Cuando se sumerge la envolvente en agua en unas condiciones de presión y con una duración determinada, no deberá ser posible la penetración de agua en el interior de la envolvente en cantidades perjudiciales.
8	Protegida contra la inmersión prolongada.	El equipo es adecuado para la inmersión prolongada en agua bajo las condiciones específicas por el fabricante.

Tabla 1.3 Grados de Protección IP dado por la segunda cifra característica

1.3.3 SEGURIDAD INTRÍNSECA

La Seguridad Intrínseca es un método de protección contra explosiones basado en el criterio de “Prevención”. El empleo de este método previene la ignición del medio inflamable gracias a que los instrumentos colocados en el área peligrosa son incapaces de generar o almacenar suficiente energía, a la vez que se limita, mediante el empleo de dispositivos conocidos como Barreras de Seguridad Intrínseca, la energía que le es suministrada al instrumento desde el área segura.

El objetivo de Seguridad Intrínseca es evitar que ocurra la explosión, a diferencia del método de “Contención” (Explosion-Proof o Flame-Proof), el cual sólo persigue evitar que la explosión se propague. El método de “Contención”, consiste en colocar los componentes eléctricos/electrónicos en el interior de cajas o carcazas antideflagrantes, construidas de manera tal que puedan resistir la sobrepresión interna y las altas temperaturas resultantes de una eventual explosión que ocurra dentro de la misma. Por lo tanto, este método no impide que se produzca la ignición de la atmósfera explosiva que eventualmente quede atrapada dentro de la caja, por lo que la ocurrencia de un evento de ese tipo produce un daño irreparable a los componentes que se encuentren alojados dentro de ella [7].

1.3.3.1 Clasificación de Áreas Peligrosas por Clases

Áreas peligrosas se consideran a aquéllas donde el peligro de fuego o explosión pueda existir, debido a la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables o fibras volátiles inflamables [7].

1.3.3.1.1 Áreas Clase I.

Son áreas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables [7].

1.3.3.1.2 Áreas Clase II.

Son áreas que son peligrosas debido a la presencia de polvos combustibles [7].

1.3.3.1.3 Áreas Clase III.

Son áreas que son peligrosas por la presencia de fibras o partículas volátiles fácilmente inflamables, pero en las cuales es poco probable que dichas fibras o partículas estén suspendidas en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables [7].

1.3.3.2 Clasificación de áreas Peligrosas por División

1.3.3.2.1 División 1

En esta división se encuentran aquellas áreas donde bajo condiciones normales de operación o debido a labores frecuentes de reparación y mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables. Se considera área de división I, también a las que debido a rotura u funcionamiento anormal del equipo de proceso puedan liberarse gases o vapores en concentraciones inflamables y simultáneamente pueda ocurrir una falla en el equipo eléctrico [7].

1.3.3.2.2 División 2

Son consideradas en esta división, aquellas áreas donde se manejan, procesan o almacenan productos inflamables, pero en la que normalmente no existen concentraciones peligrosas, los productos se encuentran en recipientes o sistemas cerrados de los cuales solo pueden escapar en caso de rotura o

funcionamiento anormal de los equipos de proceso, así como también, donde las concentraciones inflamables de gases o vapores son impedidas, mediante sistemas de ventilación positiva y; por lo tanto, únicamente la falla de dichos sistemas puede dar lugar a la presencia de una atmósfera inflamable, contiguas a lugares clase I, división I, a las que puedan llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que tal comunicación sea evitada por sistemas de ventilación adecuados y se hayan previsto dispositivos para evitar la falla de dichos sistemas. En consecuencia, las áreas donde se cumplan las condiciones descritas anteriormente se clasifican como División II [7].

1.3.4 DESCRIPCIÓN DEL Baan ERP

Baan ERP (Planificador de Recursos Empresariales) es un software tremendamente útil para empresas de fabricación. Permite hacer desde valoraciones de costos de fabricación, rutas, estructuras, etc.

Baan ERP es una solución avanzada que soporta los complejos requerimientos de compañías de fabricación de equipos industriales y maquinaria, electrónica de alta tecnología, fabricación de componentes, construcción de astilleros y otras [8].

Teniendo claro los objetivos y conceptos se pudo desarrollar las siguientes soluciones al problema:

1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS

Para establecer la comunicación entre la interfaz del operador y el Sistema Interno Baan ERP, se requiere un dispositivo intermedio para concentrar todos los datos provenientes de las cuatro balanzas, además de crear un archivo plano con estos datos.

El número de terminales y la distancia máxima entre las balanzas y la ubicación del computador son razones por las cuales se deberá utilizar para la comunicación el estándar Rs-485.

Las propuestas para la interfaz operador – Sistema Interno Baan ERP son:

1.4.1 PRIMERA PROPUESTA

Además de la masa de la Materia Prima, el operador deberá ingresar los datos requeridos por el Sistema BaanERP. Para ello se ha propuesto que el terminal sea remplazado por uno avanzado como el IND560 ó el IN780, los cuales tienen la capacidad de almacenar datos ingresados desde el teclado y poder enviarlos hacia el computador. Además, sus puertos de comunicación son los adecuados para poder implementar la comunicación RS-485, también cuenta con una pantalla gráfica en donde se podrá visualizar la etiqueta antes mencionada.

Para que este sistema pueda implementarse se requiere el terminal avanzado IND560 ó el IN780, dos convertidores de interface serial para cambiar de RS-232 a RS-485 y viceversa.

1.4.2 SEGUNDA PROPUESTA

Los terminales que dispone actualmente Pinturas Cóndor S.A. cuentan con un puerto de comunicación serial; sin embargo, al no tener la capacidad de ingresar y guardar datos, se propone incorporar un sistema formado por un microprocesador, el cual será programado para recolectar los datos requeridos en las Ordenes de Fabricación, recibir la masa desde el terminal vía comunicación serial y transmitir todos los datos una vez ingresados mediante comunicación RS-485.

Este sistema requerirá de los siguientes elementos: una tarjeta con el microprocesador y sus periféricos, además de un convertidor de interfaz serial para cambiar de RS-232 a RS-485.

1.5 ANALISIS DE LAS PROPUESTAS

En la primera propuesta se pretende facilitar y agilizar la implementación del sistema, gracias a que el terminal ya cuenta con el software y hardware necesario para el ingreso de los datos requeridos por el Sistema Interno (Baan ERP), además de características apropiadas para ser instalada en un área con clasificación.

Sin embargo, los costos para la implementación son elevados tanto para la adquisición del terminal avanzado como de los convertidores de RS-232 a RS-485.

En la segunda propuesta los costos se reducen considerablemente, sin embargo se deberá programar al microprocesador y diseñar una tarjeta que cumpla con las condiciones para áreas con clasificación.

Con estas consideraciones y tomando en cuenta el bajo presupuesto disponible para el presente proyecto, la segunda propuesta resultó ser la más viable para la implementación en una de las balanzas (nitrocelulosa).

Aclarados los conceptos relacionados con la resolución del problema, en el Capítulo 2 se procede a detallar la propuesta escogida.

CAPITULO 2

DISEÑO DEL HARDWARE

2.1 INTRODUCCIÓN

SCADA es un acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Adquisición de Datos y Control Supervisorio). Los sistemas SCADA utilizan un computador y tecnologías de comunicación para el monitoreo y control de procesos industriales. Estos sistemas pueden recoger la información de una gran cantidad de fuentes muy rápidamente y la presentan a un operador en una forma amigable [9].

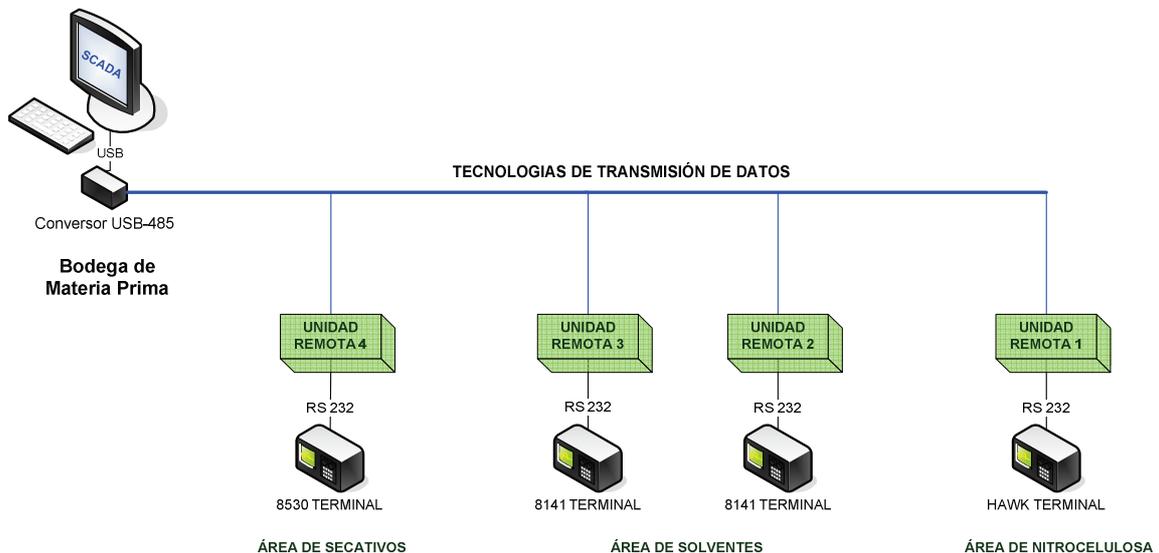


Figura 2.1. Esquema del Sistema SCADA a Implementarse

Los componentes de un sistema SCADA típico son:

Estación Maestra o Unidad Central

Unidad o Estación Remota

Tecnología de comunicación

La Unidad Terminal Remota se conecta a los equipos y sensores. Está encargada de controlar y recolectar los datos de los sitios alejados del Centro de

Control. Están conectados entre sí por medio de algún canal de comunicación [9].

La Unidad Central se refiere a los servidores y el software responsable para comunicarse con el equipo del campo. En estos se encuentra el software HMI corriendo en las estaciones de trabajo en el cuarto de control. En un sistema SCADA pequeño, la estación maestra puede estar en un solo computador. Está encargada principalmente de: gestionar las comunicaciones, recopilar los datos de todas las Unidades Remotas, enviar la información y comunicarse con los operadores [9]. Éste será detallado en el Capítulo 3.

Las Tecnologías de comunicación se refieren a que los sistemas SCADA pueden comunicarse vía serial, red, servicios de tecnologías tipo WAN y hasta enlaces telefónicos o satelitales. Para realizar el intercambio de datos entre los dispositivos de campo y la estación central de control y gestión, se requiere un medio de comunicación. Existen diversos medios que pueden ser cableados o no cableados [9].

En este capítulo se detalla la Tecnología de Comunicación del Sistema SCADA y el diseño del Hardware de la Unidad Remota implementada para facilitar la administración de la cantidad de materia prima que se emplea en la zona de Pastas de Pinturas Cóndor S.A.

En el diseño de las unidades remotas se considera las protecciones, acondicionamiento de las señales de entrada, encapsulado, comunicación y la fuente de alimentación; para lo cual se tomará en cuenta el origen de los datos que se desea recolectar y el área donde van a ser ubicadas las unidades.

Debido a que el puerto USB 2.0 provee una fuente de +5V que puede alimentar una carga de hasta 100mA, se decidió conectar la computadora a través de este puerto a la red de comunicación. Esta decisión obligó a emplear un conversor RS-485 a USB que usa la fuente alimentación de este puerto.

El diseño del encapsulado de la unidad remota y el cableado se basa en Código Eléctrico Ecuatoriano y el National Electrical Code.

Una vez descritas de forma general los temas a tratar en el presente capítulo, a continuación se los analiza detalladamente.

2.2 DISEÑO DE LA UNIDAD REMOTA.

2.2.1 RECOPIACIÓN DE DATOS

Los datos que debe enviar la unidad remota a la PC para la descarga de materia prima consumida son: número de Orden de Fabricación, código de producto terminado, posición, código de materia prima, número de lote, masa neta y nombre del operador; además, se debe imprimir una etiqueta que será adherida al contenedor del producto. En la Figura 2.2 se muestra el diagrama de bloques de la unidad remota.

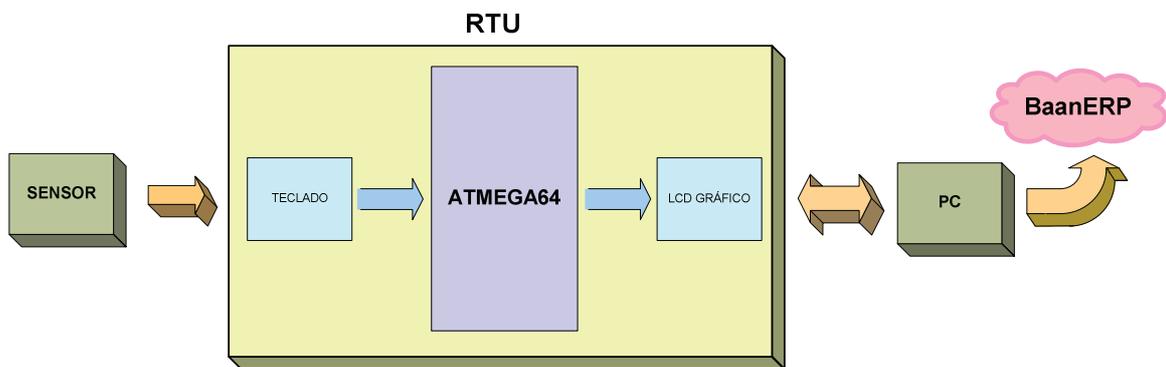


Figura 2.2. Diagrama de bloques de la unidad remota

A continuación se detalla la recopilación de cada uno de los datos requeridos:

2.2.1.1 Masa Neta

La masa neta está formado por el número de tanques completos multiplicado por su masa de fábrica, más la masa pico o restante que se obtiene por medio de la balanza, ubicada en la planta, cuyo terminal se describe a continuación:

2.2.1.1.1 Hawk Terminal

Terminal de masa de aplicación para ambientes industriales que en su diseño original no debe estar expuesto a agua o sustancias corrosivas. Debido al almacenamiento y manejo de polvos y pastas en su área de instalación su

cubierta fue remplazada por otra cuya característica principal es que cumple con las normas NEMA 4; sus características principales se resumen en la Tabla 2.1.

	CARACTERÍSTICAS DEL TERMINAL
Resolución	Más de 10,000d
Alimentación	10.2VDC/0.15 ^a
Temp. ambiente	-10 a 40°C con 10-95% de humedad relativa
Salida de datos	ASCII, estándar RS-232
Unidades de masa	Libras, kilogramos y gramos
Celdas de carga	Máx. 6 celdas de carga de 350Ω cada una

Tabla 2.1. Características eléctricas del terminal [1]

El terminal posee un puerto bi-direccional que cumple con el estándar RS-232. Este puerto puede ser usado para enviar o recibir comandos desde una computadora, impresora o un dispositivo serial. La longitud máxima del cable para la comunicación RS-232 es de 15m. La tasa de baudios puede ser de 1200, 2400, 4800 o 9600 baudios; 7 ó 8 bits de datos; 1 ó 2 bits de parada; paridad: par, impar o ninguna; y además posee dos formatos de entrega de datos [1]:

- *Entrega continua:* es utilizada en aplicaciones donde es necesario conocer la masa en tiempo real. La máxima velocidad de actualización de la masa es 7 veces por segundo [1].

- *Entrega por demanda:* la demanda se produce cuando el operador presiona la tecla PRINT del teclado del Terminal. Si la masa es mayor a la masa máxima de la escala del terminal o no ha variado ni una décima de un kilogramo la demanda es ignorada [1]. Los formatos de entrega por demanda son:

- *Línea simple:* sólo envía la masa neta [1].
- *Línea simple, gross, tare y neta:* muestra la masa total, masa del contenedor o tara y masa neta en una sola línea [1].

- *Tres líneas, gross, tare y neta*: muestra la masa gross, tare y neta en tres líneas diferentes [1].

El formato utilizado es de entrega por demanda - línea simple ya que envía la masa neta que es el dato requerido.

2.2.1.1.1.1 Comunicación terminal – Unidad Remota

La transmisión de datos se basa en el estándar RS-232, ya que el terminal posee un puerto serial y la longitud del cable es de 1 metro. El ATMEGA64 maneja niveles TTL de voltaje, por tanto se utilizó el MAX-232 para la comunicación, ya que por medio de un arreglo de capacitores externos permite obtener los niveles de voltaje del EIA-232 a partir de una fuente de alimentación de 5V. La Figura 2.3 muestra la distribución de pines del MAX-232, en la Figura 2.4 se muestra la conexión del MAX-232 y en la Tabla 2.2 se resume sus características eléctricas.

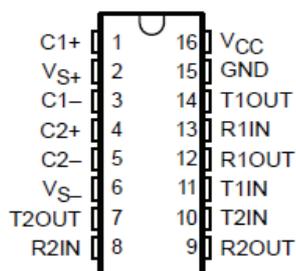


Figura 2.3. Distribución de pines del MAX232 [10]

PARÁMETRO	SIMB.	MIN.	NOM.	MÁX.
Voltaje de alimentación	V _{CC}	4.5V	5V	5.5V
Voltaje de entrada en alto (T1IN,T2IN)	V _{IH}	2V	-	-
Voltaje de entrada en bajo (T1IN,T2IN)	V _{IL}	-	-	0.8V
Voltaje de entrada (R1IN,R2IN)	V _{R1IN}	-	-	±30V
Temperatura de trabajo	T _A	0°C	-	70°C
Corriente de alimentación	I _{CC}	-	8mA	10mA
Voltaje de salida en alto (T1OUT,T2OUT)	V _{OH}	5V	7V	-
Voltaje de salida en bajo (T1OUT,T2OUT)	V _{OL}	-	-7V	-5V

Tabla 2.2. Características eléctricas MAX232 [10]

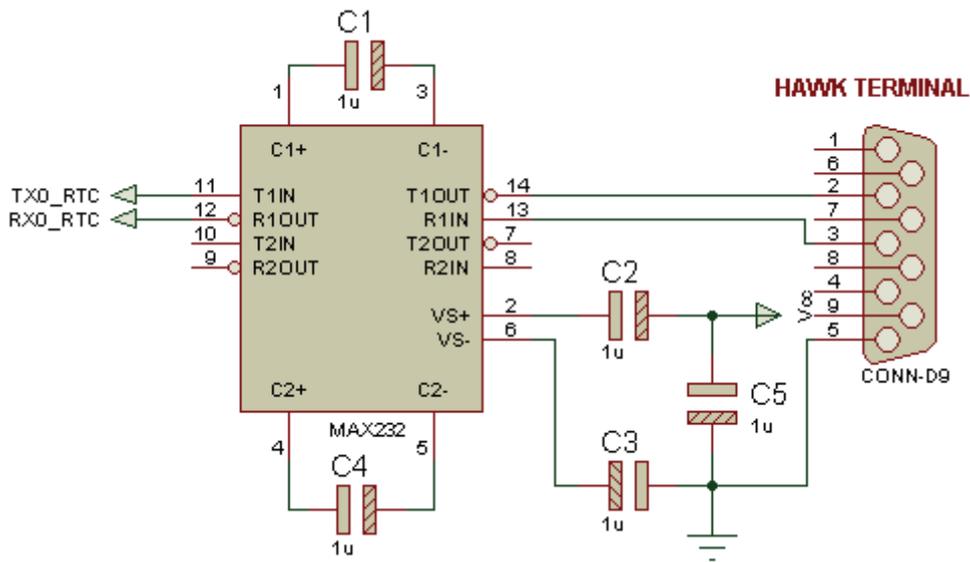


Figura 2.4. Comunicación Terminal-Unidad Remota

El circuito y los valores de C1, C2, C3, C4 y C5 son los recomendados en la hoja técnica (Anexo D) del MAX232L, por tanto $C1=C2=C3=C4=C5=1\mu\text{f}$.

El número de tanques utilizados y su masa de fábrica van a ser ingresados por el operador por medio de un teclado matricial, el cual será descrito más adelante.

2.2.1.2 Ingresos desde la Unidad Remota

Al igual que el número de tanques y masa de fábrica de cada tanque completo, el número de Orden de Fabricación, número de lote, código de producto terminado, código de materia prima, posición y nombre del operador serán ingresados por medio del teclado matricial que se describe a continuación:

2.2.1.2.1 Teclado matricial:

Se implementó un teclado matricial tipo membrana con toque de burbuja, caracterizado por ser a prueba de polvo y suciedad. En la Figura 2.5 se observa que el teclado está constituido por láminas (membranas) plásticas delgadas que contienen circuitos impresos flexibles realizados con tinta conductora de electricidad. El panel frontal es una membrana de policarbonato o poliéster donde está impreso el “screen” del teclado, la membrana metálica es fabricada de acero inoxidable. La capa es una lámina espaciadora con orificios que al presionar una

tecla la membrana superior es empujada a través del orificio haciendo contacto con la membrana inferior o circuito flexible y completa el circuito. El adhesivo fijador de gran potencia permite una instalación sencilla, ya que sólo se retira la protección del adhesivo y se lo adhiere a una superficie plana que servirá como soporte.

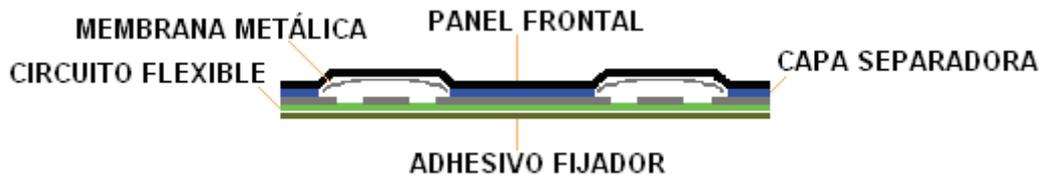


Figura 2.5. Teclado de membrana

El toque del teclado es tipo burbuja debido al resalto con perfil de casquete esférico formado en la lámina superior plástica; ofrece una agradable sensación táctil. Es económico cuando el teclado contiene una buena cantidad de teclas y la sensación de relieve permite una fácil ubicación del lugar para el usuario. La Figura 2.6 muestra la representación de una tecla con toque de burbuja.



Figura 2.6. Tecla con toque de tipo burbuja

Para facilitar el ingreso de datos se escogió uno de 20 teclas; la función de cada tecla se describe a continuación.

- **Teclas alfanuméricas:** se usa para ingresar datos como: clave de usuario, código de materia prima, código de producto terminado, número de Orden de Fabricación, número de lote, número de lote, posición y masa de la materia prima dada por el fabricante.
- **PRINT:** una vez verificados todos los datos ingresados, esta tecla se habilita y al ser presionada, inicia el envío de datos desde la unidad remota hacia el computador.

- **CLEAR:** permite borrar números o letras en el caso de haber ingresado un dato erróneo.
- **CANCEL:** el módulo regresa a la penúltima pantalla mostrada.
- **ENTER:** su función depende del dato en proceso, por ejemplo: en el ingreso de códigos o claves indica que está completo el dato y se debe pedir el siguiente código, pero si está requiriendo la masa enviada por el terminal de la balanza permite escoger la opción de esperar o no este valor.
- **FIN:** permite cerrar la sesión de trabajo del operador en el sistema microprocesado, ya que en el registro del administrador se incluye el nombre del operador.
- **MP- / TF-:** los códigos de las materias primas son alfanuméricos con un guión alto que separa su parte numérica de las letras, pero en su mayoría comienzan con MP y TF. En el área de implementación sólo se maneja NITROCELULOSA cuyos códigos son MP-373, MP-375, MP-376 y MP-377. El operador, al presionar esta tecla, observa en LCD la leyenda "MP-" por tanto sólo digita la parte numérica facilitando su tarea.
- **- :** es utilizado para ingresar el número de lote y el código de materia prima cuando sus letras iniciales son diferentes de MP-.
- **⇐ ⇨ :** permiten adelantar o regresar un dígito de un dato mostrado en la pantalla.
- **.** : el objetivo del uso de esta tecla es el ingreso del valor decimal correspondiente a la tara o masa del tanque o recipiente utilizado.

El teclado consta de cinco columnas y cuatro filas conectadas a nueve pines del microcontrolador por medio de un arreglo de capacitores y resistencias pull-up para eliminar rebotes.

Se utilizó la técnica de barrido de teclado, en la cual las filas(X) son salidas y las columnas(Y) entradas, por tanto se escribe las filas y se lee las columnas. Esta técnica consiste en poner en cero lógico la fila que se desea rastrear mientras las restantes continúan en uno lógico. Se debe leer las entradas de forma simultánea, ya que al presionar una tecla, el bit correspondiente a su columna estará en cero. Una vez conocida la columna y la fila se puede identificar la tecla presionada. Para rastrear la siguiente fila se la coloca en cero lógico y las demás en uno lógico y se sigue el mismo procedimiento de la primera hasta barrer todas las filas. Como se puede deducir éste método se basa en rastrear las filas y leer en ese instante las columnas periódicamente.

Al utilizar un pulsante se produce una oscilación que es recibida por el microcontrolador como si se hubiera presionado consecutivamente la tecla. Para eliminar el rebote mecánico que se produce aproximadamente durante los primeros 20ms luego de haber cerrado o abierto los contactos, se añadió un retardo de tiempo al circuito por medio de una red RC [11]. En la Figura 2.7 se muestra el comportamiento de un pulsante.

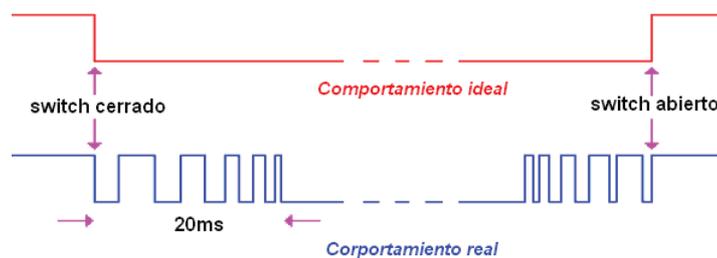


Figura 2.7. Comportamiento mecánico del pulsante [11]

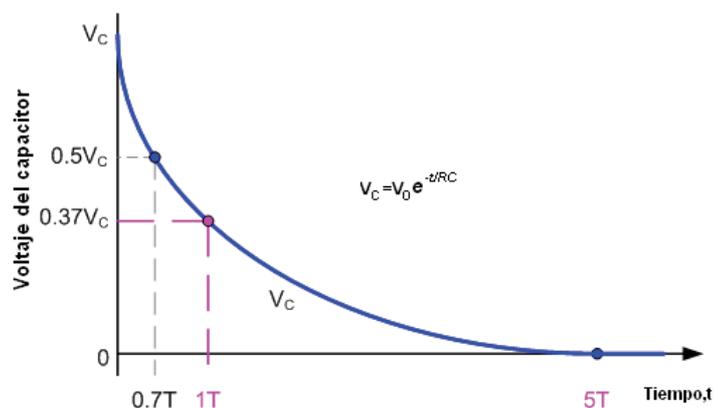


Figura 2.8. Curva de descarga del capacitor.

Despejando C de la ecuación de descarga de voltaje del capacitor mostrada en la Figura 2.8 se obtiene:

$$C = \frac{-t}{R \ln \frac{V_C}{V_{CC}}}$$

Donde:

$$t = 20ms(1.2) = 24ms$$

$$V_C = 0.2V_{CC}$$

$$R = 100K\Omega$$

Por tanto:

$$C = \frac{-24ms}{100K\Omega \ln \frac{0.2V_{CC}}{V_{CC}}} = 0.1491\mu F$$

En consecuencia, la capacitancia será de $220nF$ y la conexión del teclado hacia la unidad remota se muestra en la Figura 2.9.

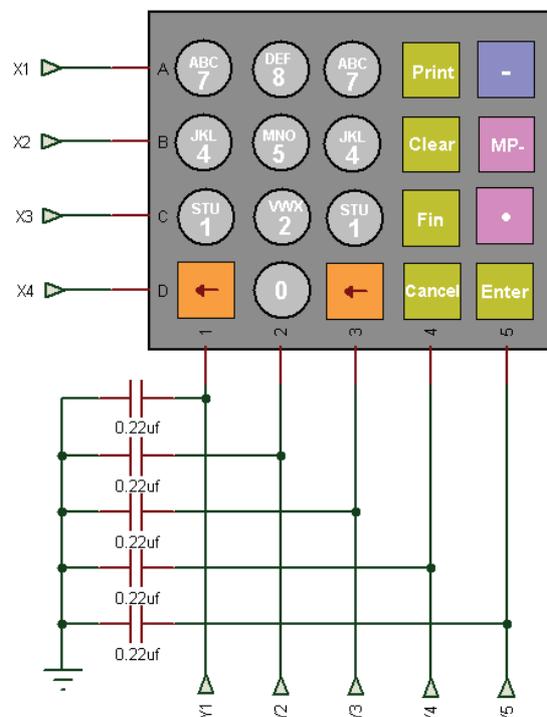


Figura 2.9. Conexión del teclado

2.2.2 DISEÑO DE LA UNIDAD REMOTA

La unidad remota está constituida por:

Microcontrolador ATMEGA64

LCD Gráfico

Teclado matricial

Dispositivo elevador de voltaje Max232

Conversor RS232 - RS485

Para conectarse a la red DH 485 se diseñó un circuito con dos MAX485 que permiten convertir de RS-232 a RS-485. Debido a que el operador necesita observar los datos que está ingresando, se diseñó una unidad remota con un dispositivo de visualización LCD gráfico de 240x128 píxeles capaz de mostrar hasta 15 caracteres en una sola línea, que es la longitud máxima de los datos a ingresar. El tamaño de la letra es lo suficientemente grande para permitir distinguir las letras a pesar del polvo que existe en el ambiente.

2.2.2.1 Microcontrolador del ATMEGA 64

Microcontrolador ATMEGA64 es de montaje superficial, su arquitectura es AVR RISC mejorada, lo cual permite optimizar el consumo de energía en función de la velocidad de procesamiento. AVR combina un conjunto de instrucciones con 32 registros de propósito general que están conectados directamente a la unidad aritmética lógica (ALU), permitiendo acceder a dos registros independientes con una sola instrucción en un ciclo de tiempo. Su capacidad de operación es de hasta 1 MIPS(mega-instrucciones por segundo) permitiéndole ser hasta 10 veces más rápido que los microcontroladores CISC convencionales. La Figura 2.13 muestra la distribución de pines del ATMEGA64 y la Tabla 2.6 resume las características principales del microcontrolador [12].

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
Fuente de voltaje	2.7V <V _{CC} < 5.5V	
Entrada baja de voltaje	-0.5 V<V _{IL} <0.2V _{CC}	Excepto el pin XTAL1
XTAL1 V _{IL}	-0.5 V<V _{IL} <0.1V _{CC}	
Entrada alta de voltaje	0.6V _{CC} <V _{IH} <V _{CC} +0.5V	Excepto el pin XTAL1 y RESET
XTAL1 V _{IH}	0.7V _{CC} <V _{IH} <V _{CC} +0.5v	
RESET V _{IH}	0.85V _{CC} <V _{IH} <V _{CC} +0.5 v	
Salida baja de voltaje	V _{OL} < 0.7V	V _{CC} =5V
	V _{OL} < 0.5V	V _{CC} =3V
Salida alta de voltaje	V _{OH} > 4V	V _{CC} =5V
	V _{OH} > 2.2V	V _{CC} =3V
Resistencia pull-up R _{PU}	20KΩ<R _{PU} <100 KΩ	Pines de entrada/salida
Resistencia pull-up R _{RST}	30KΩ<R _{RST} <100 KΩ	Pin RESET
Resistencia pull-up R _{PEN}	25KΩ<R _{PEN} <100 KΩ	Pin PEN
MEMORIA		
Flash	64Kbytes	10 000 operaciones de lectura/escritura
EEPROM	2Kbytes	100 000 operaciones de lectura/escritura
SRAM	4Kbytes	Interna
ESPECIFICACIONES		
Frecuencia del oscilador		0-16 MHz
Pines I/O	53	
Registros	32	Registros de propósito general
Fuentes de interrupción	35	
Interrupciones externas	8	PD0,...,PD3 y PE4,...,PE7.
Real time counter	1	Oscilador independiente.
Timer/counter (8-bits)	2	Prescaler independientes y modo comparación
Timer/counter (16-bits)	2	Modo de comparación y captura, prescaler independientes.
Canales PWM	8	<ul style="list-style-type: none"> • 2 de 8 bits de resolución

		<ul style="list-style-type: none"> • 6 de resolución programable de 1 a 16 bits.
Canales conversor ADC	8	<ul style="list-style-type: none"> • 6 canales de 10 bits • 2 canales diferenciales con ganancia programable.
PUERTOS DE COMUNICACIÓN		
Puertos USART	2	
I ² C	1	Permite conectar hasta 128 dispositivos
SPI	1	
MODOS DE PROGRAMACIÓN		
Programación paralela	-	11.5 V < RESET < 12.5V
Programación SPI	-	2.7V < AVCC < 5.5V necesariamente.
Prog. Via interfaz JTAG	-	El control del RESET y el reloj no es necesario.

Tabla 2.3. Características principales del ATMEGA64 [12].

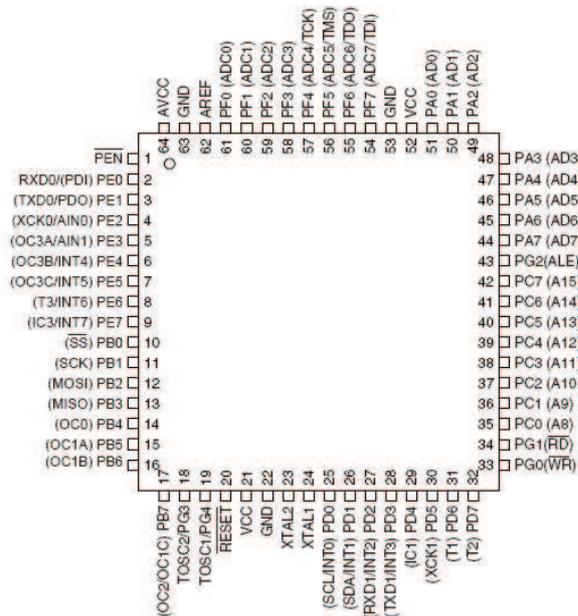


Figura 2.10. Distribución de pines del ATMEGA64 [12]

Los recursos del ATMEGA64 utilizados para el diseño de la Unidad Remota se resumen en la Tabla 2.7.

PERIFÉRICO	PINES	DESCRIPCIÓN
LCD Gráfico	PB5 (OC1A)	Canal PWM para manejo del backlight
	PA2(AD2)	Escritura, WR
	PA3(AD3)	Lectura, RD
	PA4(AD4)	Señal de habilitación, CE
	PA5(AD5)	Dato de comando: instrucción/dato,CD
	PA6(AD6)	Reset, RST
	PA7(AD7)	Selección de fuente, FS
	PC0, ...,PC7	Bus de datos para GLCD
Comunicación con Terminal	PE0(PDI)RXD0	Recepción de datos
	PE1(PDO)TXD0	Transmisión de datos
Comunicación con PC	PD2(RXD1)	Recepción de datos
	PD3(TXD1)	Transmisión de datos
Teclado matricial	PF0	Fila 3
	PF1	Fila 2
	PF2	Columna 1
	PF3	Columna 2
	PF4	Columna 3
	PF5	Columna 4
	PF6	Columna 5
	PF7	Fila 1
	PA0	Fila 4
Programador	PE0(PDI)RXD0	Entrada de datos
	PE1(PDO)TXD0	Salida de datos
	PB1(SCK)	Reloj
	RESET	

Tabla 2.4. Recursos del ATMEGA64 utilizados.

2.2.2.1.1 USART

El Receptor y transmisor universal serial síncrono o asíncrono es un dispositivo de comunicación altamente flexible, sus principales características son [12]:

- Operación Full Duplex
- Operación síncrona o asíncrona
- Operación Maestro esclavo con sincronización de reloj
- 5, 6, 7, 8 y 9 bits de datos
- 1 ó 2 bits de parada
- Paridad par o impar
- Filtrado de ruido que incluye falsa detección de bit de inicio y filtro digital pasa bajos.
- Tres interrupciones separadas: transmisión completa, recepción completa y registro de transmisión de datos vacío.

La transmisión es realizada mediante un buffer de escritura, un registro de cambio, un generador de paridad y un controlador lógico para manejar las diferentes formatos de tramas seriales. El buffer de escritura permite una continua transferencia de datos sin tiempos de espera entre tramas. La recepción es más compleja debido a sus unidades de reloj y recuperación de datos que son utilizadas en la recepción de datos asíncrona. La recepción soporta los mismos formatos de tramas de la transmisión, además incluye chequeo de paridad, controlador lógico y registro de cambio, puede detectar error en la trama, desborde y errores de paridad [12].

ATMEGA64 posee 2 USART los cuales poseen registros de entrada salida separados. Para la comunicación con el computador se utiliza el USART1 [12].

La transmisión se habilita seteando el bit TXEN1 en el registro UCSR1B, y la recepción se habilita seteando el bit RXEN de este mismo registro. La Figura 2.11 muestra la conexión entre el microcontrolador y los conversores RS232/RS485 [12].

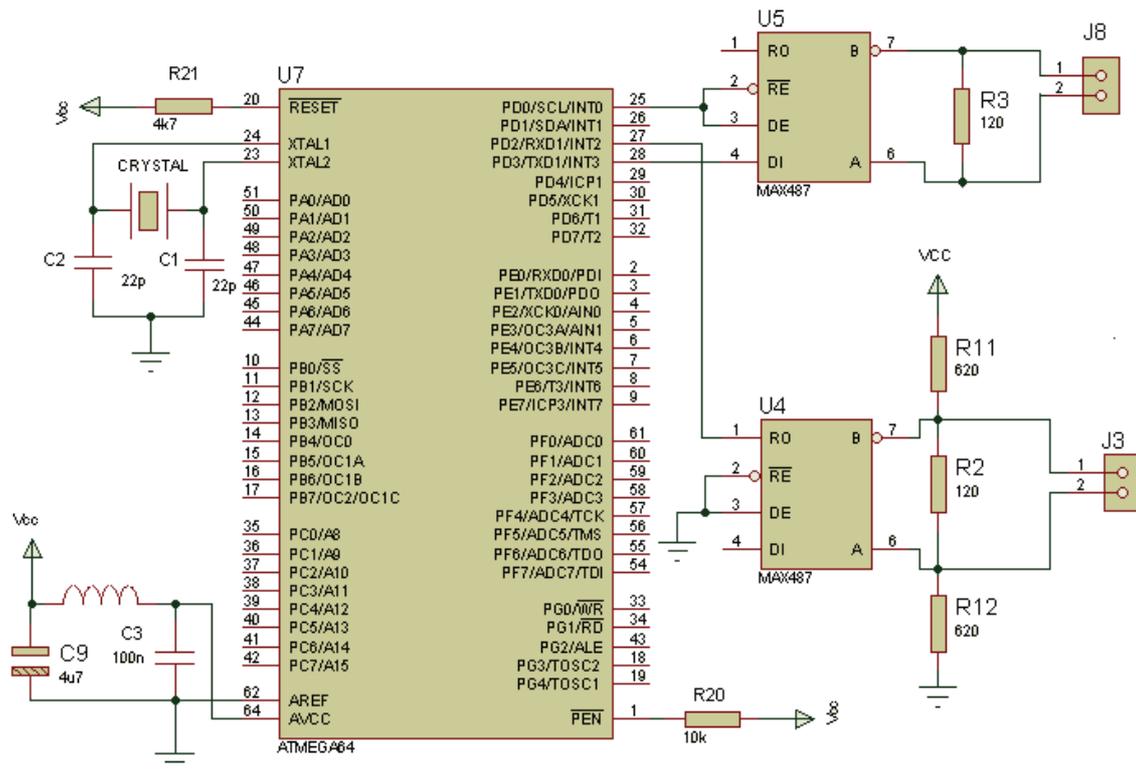


Figura 2.11. ATMEGA64-Convertor RS232-RS485

EL valor de R_3 y R_2 debe ser igual a la impedancia del cable. Si existe desacoplamiento de impedancias se produce pérdida de la señal y es más propenso al jittering. La impedancia del cable es de 120Ω [13], por tanto $R_3=R_2=120\Omega$.

Las resistencias R_{11} y R_{12} tienen el propósito de mantener las entradas del receiver alrededor del mínimo valor de entrada en condición normal y mantenerlas en un estado lógico conocido en condiciones de falla; el valor recomendado por la norma TIA/EIA – 485 es $R_{11} = R_{12} = 620\Omega$ [14].

Los valores de $R_{21}=4.7k\Omega$, $R_{20}=10k\Omega$, $C_9=4.7\mu F$, $C_1=C_2=22pF$ y $C_3=100nF$ son los recomendados por el fabricante [15].

2.2.2.1.2 Interrupciones ATMEGA64

Este dispositivo posee en total 35 fuentes de interrupción, la tabla de vectores de interrupción se ubica cerca del inicio (0X0002), la prioridad se define por la posición de su vector, es decir, mientras más baja es la dirección de programa del

vector más alta es la prioridad de la interrupción. El bit I del registro de estado (*Status Register*) debe ser seteado para la habilitación global de las interrupciones, este bit puede ser seteado o encendido por software mediante las instrucciones SEI y CLI [12].

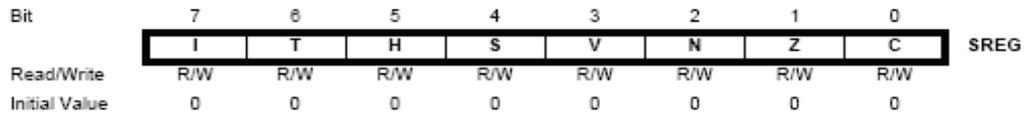


Figura 2.12. Registro de Estado [12]

En el presente proyecto se usa una sola fuente de interrupción:

2.2.2.1.2.1 Interrupción USART0, recepción completa

Su vector de interrupción tiene la dirección de programa 0X0024. Se habilita seteando el bit <7>:RXCIE del registro B de control y estado del USART0 (USART Control and Status Register B – UCSRB) [12].

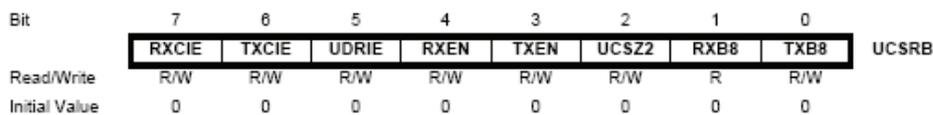


Figura 2.13. Registro B de control y estado del USART [12]

Se genera interrupción cuando la bandera de recepción, *RXC*, ubicada en el Registro A de control y estado del USART0 – UCSRA esta seteada; es decir, existe un dato en el buffer de entrada que aún no ha sido leído. La Figura 2.14 muestra la conexión entre el ATMEGA64 y el HAWK terminal [12].

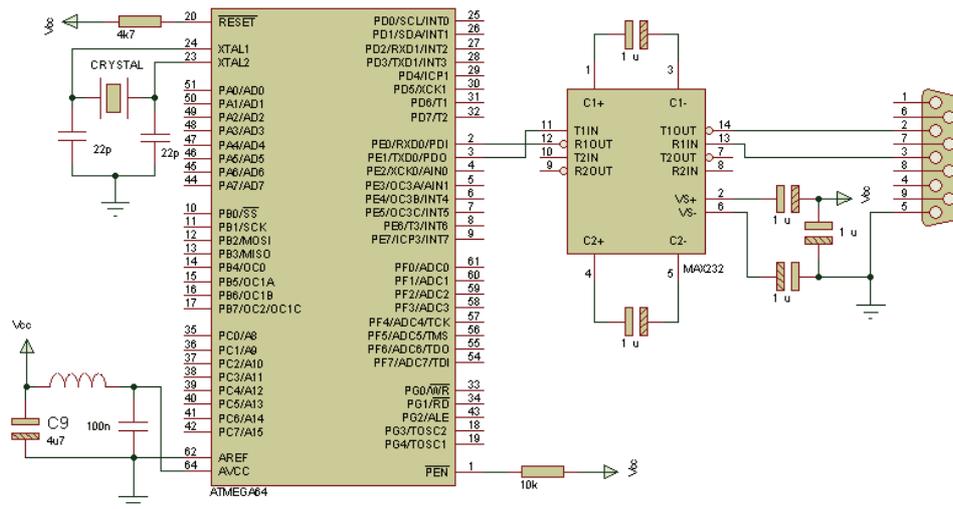


Figura 2.14. Conexión ATMEGA64 – Hawk Terminal

Los elementos de la Figura 2.14 fueron dimensionados en el numeral anterior y en el 2.2.1.1.1.1 *Comunicación Terminal – Unidad Remota*.

2.2.2.1.3 PWM/GLCD240X128

El doble registro de salida comparada (Output Compare Register – OCR1A/B/C) es comparado con el valor del Timer/Counter todo el tiempo. El resultado de la comparación puede ser usado por el generador de señales para generar un PWM o una salida de frecuencia variable en el pin de salida de comparación (Output Compare pin-OC1A/B/C) [12].

La PWM conectada al backlight permite controlar la iluminación del LCD gráfico; por tanto, puede ser apagado completamente o parcialmente dependiendo de las necesidades.

Para conocer el funcionamiento del LCD gráfico, a continuación se describen sus características.

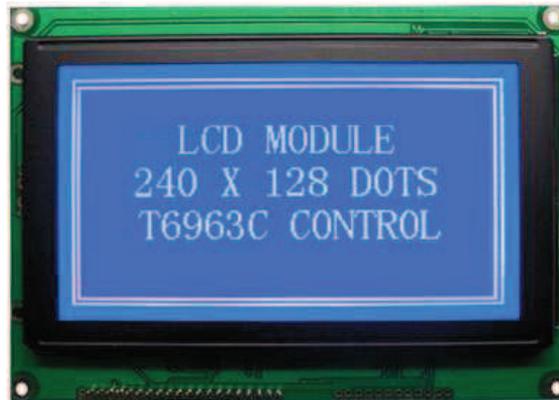


Figura 2.15. Pantalla LCD gráfica 240x128

El controlador del Liquid Cristal Display gráfico es el Toshiba 6963C. El tamaño de la pantalla es de 240x128 pixeles. Permite graficar diversos estilos y tamaños de letra y gráficos. Esta característica permite presentarle una vista previa al operador de la etiqueta a imprimir. En el caso de existir algún dato equivocado podrá ser detectado y corregido. Las características del LCD en base a las siguientes condiciones $VDD=+5V\pm 10\%$, $VSS=0V$ y $Ta=25^{\circ}C$ se describen en la Tabla 2.3.

PARÁMETRO		MIN	TYP	MAX
Voltaje de alimentación		4.5V	5V	5.5V
Corriente de alimentación		-	16mA	-
Corriente del Backlight		4mA	5mA	6mA
Voltaje de operación VDD-VO	0°C	17V	18V	19V
	25°C	16.5V	17.5V	18.5V
	50°C	15.9V	16.9V	17.9V

Tabla 2.5. Características eléctricas [16]

El LCD posee 22 pines: 1 sin conexión, 8 de datos, 6 de control, 2 de alimentación, 2 de contraste, 1 del ánodo del backlight y el último del cátodo del backlight [16]. En la Tabla 2.4 se detallan la función de los pines del LCD

#PIN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SEÑAL
1	FG	Frame ground	GND

2	VSS	Tierra	GND
3	VDD	Fuente de voltaje	+5V
4	VO	Voltaje de entrada para el LCD	-
5	WR	Escritura	I/O
6	RD	Lectura	I/O
7	CE	Señal de habilitación	I/O
8	C/D	Instrucción /Dato	I/O
9	RST	Reset	I/O
10	DB0	Bit de dato 0	I/O
11	DB1	Bit de dato 1	I/O
12	DB2	Bit de dato 2	I/O
13	DB3	Bit de dato 3	I/O
14	DB4	Bit de dato 4	I/O
15	DB5	Bit de dato 5	I/O
16	DB6	Bit de dato 6	I/O
17	DB7	Bit de dato 7	I/O
18	FS	Selección de fuente	I/O
19	VOOUT	Voltaje de salida para el LCD	-
20	BLA	Fuente de voltaje para el led	+5V
21	BLK	Tierra	GND
22	NC	-	-

Tabla 2.6. Descripción de pines del LCD [16]

La Figura 2.16 muestra la conexión entre el ATMEGA64 y el GLCD.

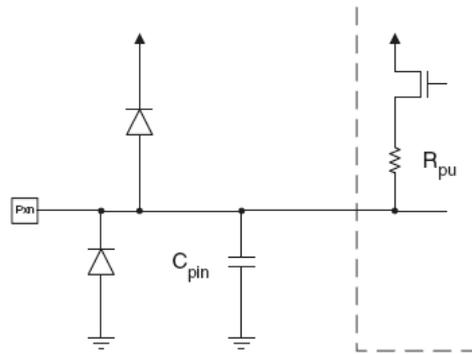


Figura 2.16. Esquema equivalente de un pin de entrada/salida [12]

El presente proyecto utiliza la característica de las resistencias de pull-up internas que poseen los pines de entrada/salida para el manejo del teclado. La Figura 2.20 muestra el diagrama de conexión.

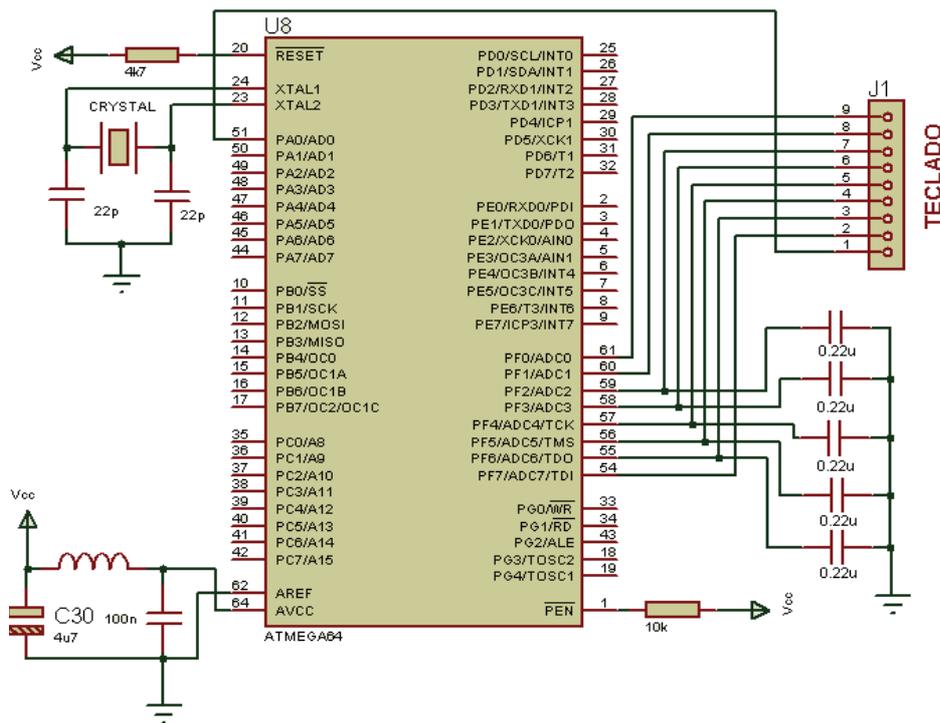


Figura 2.17. Conexión ATMEGA64 – Teclado

Los valores de los elementos están justificados en los numerales 2.2.2.3.1 *USART* y 2.2.1.2.1 *Teclado Matricial*.

2.2.2.2 Consumo de corriente y dimensionamiento de la fuente de alimentación

Para escoger la fuente de alimentación adecuada para la unidad remota es necesario conocer el lugar de instalación, el consumo de corriente y el voltaje de alimentación de sus elementos activos correspondientes.

2.2.2.2.1 Consumo de corriente

La corriente total consumida es igual a la suma de las corrientes utilizadas por cada uno de los elementos de la unidad remota. Tomando como base las hojas técnicas de los dispositivos se elaboró la Tabla 2.8.

DISPOSITIVO	CONSUMO DE CORRIENTE (mA)	
	TÍPICA	MÁXIMA
MAX485 – receptor	7	-
MAX485-transmisor	35	-
MAX232	8	10
ATMEGA64	-	20
78S05	5	8
LCD Gráfico 240x128	16	-
Backlight LCD Gráfico	5	6
TOTAL (mA)	96	102

Tabla 2.7. Consumo de corriente de la unidad remota

2.2.2.2.2 Clasificación del área de instalación de la unidad remota

Cabe mencionar que el galpón 1A de la Bodega de Materia Prima es usado para pesar la NITROCELULOSA, además de almacenar diversas materias primas. En su mayoría son pastas contenidas en recipientes plásticos herméticos y las restantes son polvos. Las principales se mencionan a continuación:

- Nitrocelulosa: fibra combustible elaborada a partir del algodón.
- Pastas: pigmentos usados en la elaboración de pintura, no es combustible.

- Carbonato de Calcio: pigmento no combustible.

Tomando como referencia el NEC (National Electric Code) y considerando las características de las sustancias manipuladas y almacenadas, se clasifica esta área como Clase III, división 2 debido al almacenamiento y manipulación de la Nitrocelulosa.

Por tanto se necesita una fuente para lugares Clase III división 2 a prueba de polvo, voltaje de salida nominal +5V, corriente nominal alrededor de 102mA, intrínsecamente segura. Al funcionar en toda su capacidad la temperatura de su superficie no debe ser capaz de deshidratar o carbonizar parcialmente las acumulaciones de fibra, para evitar que sea susceptible de ignición espontánea.

2.2.2.2.1 Fuente de alimentación para áreas peligrosas

La fuente de alimentación comprada para la unidad remota se caracteriza por: ser hermética, a prueba de polvo; carece de componentes que generen suficiente calor para aumentar significativamente la temperatura de la superficie con respecto a la temperatura ambiental; necesita conexión a una fuente de alterna, por medio de un sello vertical, de 120V 60hz; la caja cumple con las normas NEMA 9 y está hecha de hierro con blindaje de zinc; la longitud máxima del cable de salida es de 3.81 metros; su corriente nominal de 92 mA; provee 11.78V_{DC} a 13V_{DC} de salida en circuito abierto y finalmente la salida de la fuente de alimentación está aprobada como intrínsecamente segura por el estándar Factory Mutual número 3610 [17].

La corriente nominal es de 92 mA, en consecuencia, para disminuir el consumo de corriente de la unidad remota se aprovechó sus características de funcionamiento; es decir, cuando se transmite datos entre la computadora y la unidad remota, no es necesario tener el backlight del LCD gráfico encendido y viceversa. Además cuando está en reposo el backlight y la transmisión está desactivada se puede disminuir todavía más el consumo; por tanto, la nueva tabla de consumo de corriente es:

DISPOSITIVO	CONSUMO DE CORRIENTE (Backlight ON; Max485 transmisor)		CONSUMO DE CORRIENTE (Backlight ON; Max485 receptor)		CONSUMO DE CORRIENTE (reposo)	
	mA		mA		mA	
	TÍPICA	MÁX.	TÍPICA	MÁX.	TÍPICA	MÁX.
MAX485 – receptor	7	-	7	-	7	-
MAX485-transmisor	7	-	35	-	7	-
MAX232	8	10	8	10	8	10
ATMEGA64	-	20	-	20	-	20
78S05	5	8	5	8	5	8
GLCD 240x128	16	-	16	-	16	-
Backlight GLCD	5	6	-	-	-	-
TOTAL (mA)	68	74	91	96	63	68

Tabla 2.8. Consumo de Corriente de la unidad remota modificada

2.2.2.3 Instalación eléctrica de la unidad remota

Una vez clasificada el área de trabajo según el NEC, se siguió las recomendaciones de esta norma para el cableado de la zona, es así que la caja de la unidad remota cumple con la norma IP66, estándar utilizado en la Unión Europea cuyo equivalente más conocido es la Nema 4X: la caja es hermética al polvo y al agua.

Se instalará en el área peligrosa tubería rígida metálica de ½”, en el área no peligrosa tubería metálica de ½” y canaleta plástica blanca en la oficina de producto terminado con el fin de proteger el cable de comunicación BELDEN 3107A, aconsejado para redes industriales que cumplen con el estándar 485. Posee dos pares de cables 22AWG trenzados y blindados, sus principales características eléctricas se describen en la Tabla 2.10.

CARACTERÍSTICA	MAGNITUD	UNIDADES
Impedancia	120	Ω
Capacitancia entre cables	11	pF/ft

Voltaje de operación máxima	300	V _{RMS}
Corriente máxima recomendada a 25°C	2.7	A

Tabla 2.9. Características principales del cable BELDEN 3107A[13]

Se instalará tubería rígida metálica de ¾" fue instalada para la conexión de la fuente de alimentación a los 120V de alterna, los detalles se especifican a continuación:

2.2.2.3.1 Conexión de la fuente de alimentación a 120v de alterna

La conexión se realizará en la caja de unión de la fuente de alimentación, el cableado deberá seguir las siguientes indicaciones:

- Conectar el cable rojo a la fase.
- Conectar el cable amarillo o blanco al neutro.
- Conectar el cable verde a tierra.

La tubería rígida conduit y los sellos verticales deberán ser conectados como se muestra en la Figura 2.21.

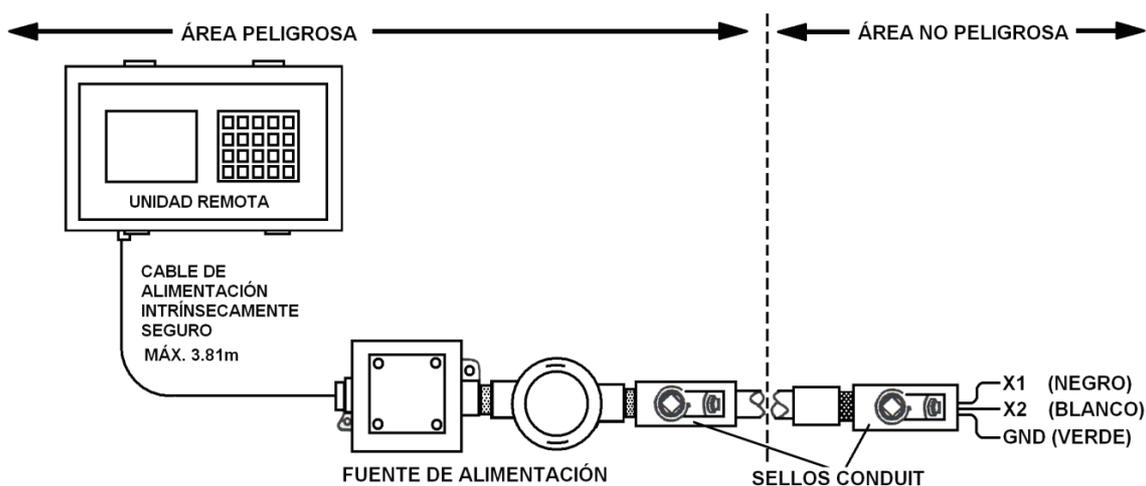


Figura 2.18. Diagrama de conexión de la fuente en áreas peligrosas [18]

2.3 TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN DEL SISTEMA SCADA

2.3.1 MEDIO DE COMUNICACIÓN PC - UNIDAD REMOTA

El sistema SCADA se comunicará vía Red DH 485 por medio del cable BELDEN 3107A; sus características fueron detalladas en el numeral 2.2.2.3. *Instalación eléctrica de la Unidad Remota*. La Red DH 485 ha sido diseñada para usuarios con necesidades menos sofisticadas, aplicaciones donde el costo del PLC y las redes grandes es prohibitivo; además de no necesitar de su capacidad.

Adicionalmente, este tipo de red permite la transferencia de datos entre varios dispositivos en una planta. Soporta programas de aplicación para la adquisición y monitoreo de datos. Se caracteriza principalmente por:

- Permite la interconexión de hasta 32 dispositivos.
- Posibilita añadir o remover nodos en la red sin romperla.
- Longitud máxima de 4000 pies o 1219 metros.
- Capacidad multimaster

El protocolo de comunicación soporta dos clases de dispositivos: iniciadores de comunicación y dispositivos de respuesta. En el presente proyecto sólo existirá un dispositivo iniciador de comunicación que es la PC, mientras que las Unidades Remotas serán los dispositivos de respuesta.

Cada dispositivo tendrá un driver y un receiver ya que se implementará el modo de comunicación full duplex con el fin de obtener una conversión RS 232 – 485 más transparente. Los receivers de las Estaciones Remotas deberán estar conectados al driver del computador y viceversa. En la Figura 2.20 se muestra la conexión de los dispositivos al bus.

La topología implementada será tipo bus, por tanto, al no existir un nodo central los nodos quedarán unidos linealmente entre sí y no existirá cable acumulado alrededor del nodo central.

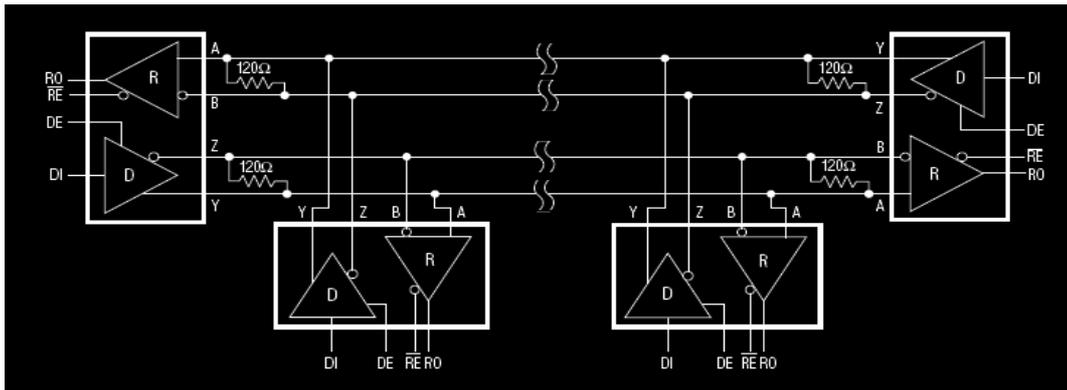


Figura 2.19. Conexión de la Unidad Central y las Unidades Remotas.

2.3.1.1 Conversor USB – RS-485

La comunicación entre la PC y la Red DH 485 será por medio del USB debido a que provee una fuente de 5 voltios/500 mA, lo cual nos permitirá alimentar los receivers y drivers que irán conectados. Además, evita inconvenientes relacionados con la disponibilidad de un puerto serial. Este dispositivo está formado por un conversor USB – RS-232 y un conversor RS-232 – RS-485.

El dimensionamiento de resistencias y capacitores mostrados en la Figura 2.21 se explica a continuación:

- La resistencia de los leds se dimensionan de acuerdo a la corriente máxima que soportan.

$$I_{MÁX} = 20\text{mA}$$

$$V_{CC} = 5\text{V}$$

$$R_{MIN} = V_{CC} / I_{MÁX} = 5\text{V} / 20\text{mA} = 250 \Omega$$

Por tanto:

$$R_3 = R_4 = 330 \Omega$$

- Los valores de C_1 , C_2 , C_3 y C_4 son dados por el fabricante.
- En el apartado 2.2.2.1.1 *USART*, se dimensionaron el valor de las resistencias $R_1 = R_2 = 120 \Omega$ y $R_5 = R_6 = 620 \Omega$.

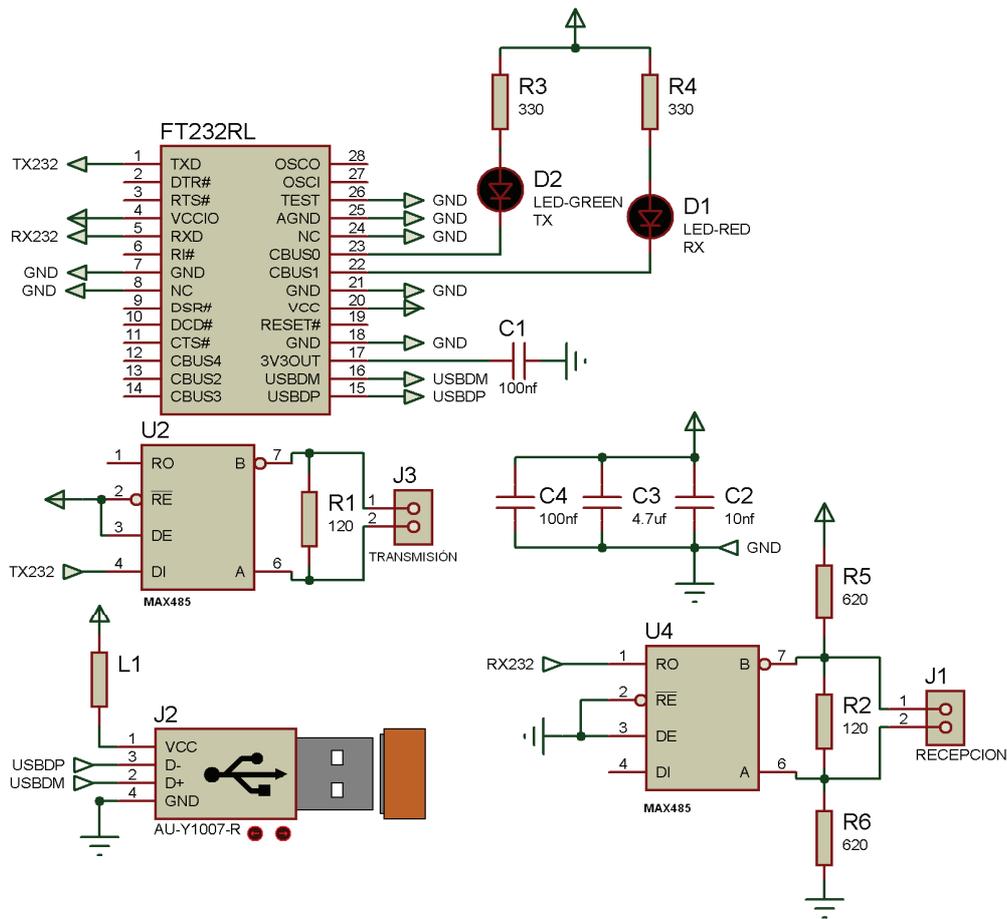


Figura 2.20. Circuito Conversor USB – 485

El conversor USB – RS-232 se basa en el integrado FT232RL. Se caracteriza por no necesitar ningún tipo de programación y sólo se debe conectar el hardware especificado en su hoja técnica, la cual se encuentra en el Anexo F. La descripción de pines se muestra en la Tabla 2.10. Sus características principales son:

- Maneja niveles TTL de voltaje.
- Soporta de 7 a 8 bits de datos.
- 1 ó 2 bits de parada.
- Velocidad de transferencia de 300 baudios a 3 Megabaudios.
- No necesita crystal externo.

- Los drivers pueden ser descargados de la página web de FTDI.
- Buffer de recepción de 128 bytes.
- Buffer de transmisión de 256 bytes.
- Método de estructuración de datos FIFO.

#PIN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SEÑAL
1	TXD	Pin de transmisión de datos	O
2	DTR#	Terminal de datos preparada	O
3	RTS#	Pin de solicitud para enviar	O
4	VCCIO	Fuente de alimentación para la interface UART	+5V
5	RXD	Pin de recepción de datos	I
6	RI#	Indicador de llamada	I
7	GND	Conexión a tierra	GND
8	NC	-	-
9	DSR#	Conjunto de datos listos	I
10	DCD#	Detección de portadora de datos	I
11	CTS#	Pin listo para enviar	I
12	CBUS4	Pin CBUS configurable	O
13	CBUS2	Pin CBUS configurable	I/O
14	CBUS3	Pin CBUS configurable	I/O
15	USBDP	Señal de datos USB +	I/O
16	USBDM	Señal de datos USB -	I/O
17	3V3OUT	Salida de voltaje de 3.3V	O
18	GND	Conexión a tierra	GND
19	RESET#	Permite el reseteo externo del dispositivo	I
20	VCC	Conexión a fuente de voltaje de alimentación	+5V
21	GND	Conexión a tierra	GND
22	CBUS1	Led de recepción	I/O
23	CBUS0	Led de transmisión	I/O
24	NC	-	-

25	AGND	Conexión a tierra	GND
26	TEST	Válido solo para modo de prueba	GND
27	OSCI	Oscillador opcional de 12 MHz	I
28	OSCO	Oscillador opcional de 12 MHz	O

Tabla 2.10. Descripción de pines del FTD232RL[18]

PARÁMETRO	MIN	TYP	MAX
Voltaje de alimentación	4V	-	5.25V
Consumo de Corriente (funcionamiento normal)	-	15 mA	24mA
Uno lógico	3.2V	4.1V	4.9V
Cero Lógico	0.3V	0.4V	0.6V
Impedancia de salida	26 Ω	29 Ω	44 Ω

Tabla 2.11. Características eléctricas del FTD232RL [18]

Para convertir de RS-232 a RS-485 se utilizará el MAX-485. Puesto que la configuración implementada es RS-485 en modo full duplex, en consecuencia se necesitará dos dispositivos por cada conversor. La Tabla 2.12 describe los pines, y la Tabla 2.13 muestra las características eléctricas de este dispositivo.

#PIN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SEÑAL
1	RO	Salida del receptor	O
2	RE	Habilitar salida del receptor	O
3	DE	Habilitar salida del driver	O
4	DI	Entrada del driver	+5V
5	GND	Tierra	GND
6	A	Entrada no invertida del receptor/salida no invertida del driver	I
7	B	Entrada invertida del receptor/salida invertida del driver	I
8	VCC	$4.75V \leq V_{cc} \leq 5.25V$	-

Tabla 2.12. Descripción de pines del MAX485 []

PARÁMETRO		MIN	TYP	MAX
Voltaje de alimentación		4.75V	5V	5.25V
Corriente Icc	DE=0V	-	300 uA	500 uA
	DE=5V	-	500 uA	900 uA
Corriente en modo recepción		7 mA	-	-
Corriente en modo transmisión	Vo en alto	35 mA	-	-
	Vo en bajo	35 mA	-	-
Voltaje diferencial (recepción)		-0.2V	-	0.2V
1 L entrada del receptor		3.5V	-	-
0 L entrada del receptor		-	-	0.4V

Tabla 2.13. Características eléctricas del MAX485

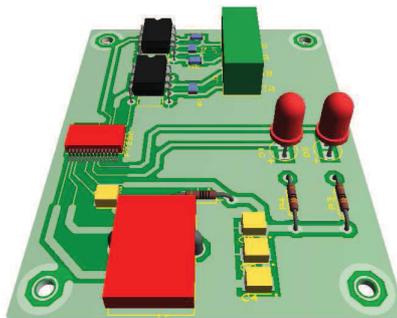


Figura 2.21. Bosquejo de la Placa del Conversor USB-485

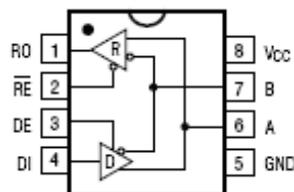


Figura 2.22. Distribución de pines del MAX485

2.3.1.2 Consumo de corriente

El puerto USB provee una fuente de 5 voltios y 500 mA; por tanto, se debe asegurar que el consumo de corriente del conversor USB/485 sea menor a 500mA.

Como se puede apreciar en las hojas de datos anexos, los dispositivos necesitan una fuente de voltaje de +5V y su consumo de corriente se analiza en la Tabla 2.15.

DISPOSITIVO	CONSUMO DE CORRIENTE [mA]	
	TÍPICA	MÁX.
MAX485 – receptor	7	-
MAX485 - transmisor	35	-
FT 232RL	15	24
TOTAL(mA)	57	61

Tabla 2.14. Consumo de corriente del conversor RS-485 a USB

Con los resultados obtenidos se puede asegurar que la fuente de alimentación del puerto USB es suficiente para alimentar el conversor.

2.3 DISEÑO DE LA ETIQUETA

Debido a la falta de comunicación de ida y vuelta con la red interna de Pinturas Cóndor, se presentará una vista preliminar de la etiqueta al operador antes de enviar los datos al computador, esto permitirá la verificación de los datos ingresados y la corrección de errores.

Los datos contenidos en la etiqueta son:

- Número de Orden de Fabricación
- Código de Materia Prima
- Código de Producto terminado
- Masa
- Posición

- Número de lote
- Fecha
- Nombre del operador

Por pedido del Gerente del Área Técnica de la empresa, la impresora estará ubicada en la oficina del supervisor de Bodega de Materia Prima; en consecuencia, por cada materia prima pesada el operador deberá ir a retirar la etiqueta de la oficina.



Figura 2.23. Etiqueta

La impresora utilizada es la Zebra Z4M Plus, sus características principales son:

ESPECIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
Voltaje de alimentación	90V -265V de corriente alterna @ 48Hz -62Hz
Temperatura de funcionamiento	-40°C a 60°C
Interfaces de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • USB 2.0 • En paralelo bidireccional • SERIE <ul style="list-style-type: none"> ○ RS-232C conector DB9F ○ Velocidad de transmisión configurable (300

	KB – 115 200 KBaudios), bits de paridad y datos, bits de para 1 ó 2.
Memoria	<ul style="list-style-type: none"> • Memoria Flash de 8MB (2MB disponibles) • Memoria DRAM de 16MB(12MB disponibles)
Resolución de impresión	300 puntos/pulgada
Ancho máximo de impresión	10.4 cm
Ancho mínimo de impresión	Una fila de puntos
Espacio intermedio entre etiquetas	<ul style="list-style-type: none"> – Mínimo 2 mm – Máximo 4 mm
Longitud de la etiqueta (corte manual)	<ul style="list-style-type: none"> – Mínimo 1.3 cm – Máximo 50.8 cm
Ancho de la etiqueta	<ul style="list-style-type: none"> – Mínimo 2.5 cm – Máximo 17.8 cm
Espesor total	<ul style="list-style-type: none"> – Mínimo 0.058 mm – Máximo 0.25 mm
Diámetro interno del rollo de cinta	2.54 cm
Tamaño máximo del rollo de cinta	8.13 cm

Tabla 2.15. Características principales de la Impresora de Etiquetas Zebra Z4M Plus

Una vez descrito el diseño del hardware del sistema SCADA, en los siguientes capítulos se detallará la programación del HMI y del ATMEGA64.

CAPITULO 3

DESARROLLO DE LA HMI

3.1 INTRODUCCIÓN

La interfaz es la parte de la aplicación con la cual los usuarios interactúan y pueden observar el desarrollo de determinados procesos. Es un conjunto de componentes empleados para facilitar la comunicación del operador con el proceso. El usuario dirige el funcionamiento de la máquina mediante instrucciones o entradas que se introducen por medio de dispositivos como: teclado, Mouse, etc.; éstas se convierten en señales electrónicas que pueden ser procesadas por la computadora. Una vez ejecutadas las instrucciones indicadas por el usuario se puede comunicar los resultados a los dispositivos de salida como una impresora o un monitor.

Si la interfaz es diseñada específicamente para las personas que la van a manipular les resultará fácil de aprender y utilizar. Esto garantiza su uso y posibles ampliaciones en el futuro. En las pantallas de las HMI (Interfaz Hombre-Máquina) se utiliza medios que se encuentran normalmente en una planta industrial como pulsantes, indicadores, gráficas de los datos que intervienen en el proceso, menús etc.

En el presente proyecto, la interfaz es una herramienta importante para el procesamiento de datos, manejo de históricos, archivos, control de desempeño de los operadores y de inventario.

Para el diseño se utilizó el entorno de programación gráfica LabView 8.6.1 ya que permite separar por módulos y secciones el programa. Además posee el panel frontal que recoge todas las entradas provenientes del usuario y el diagrama de bloques que constituye el código fuente; la combinación de ambos permite presentar una interfaz amigable para el operador.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES UTILIZADAS [19]

3.2.1 COMUNICACIÓN SERIAL

Es un medio muy utilizado para transmitir datos entre una computadora y un instrumento programable o un periférico. Este medio de comunicación llegó a ser popular debido a que todas las computadoras solían traer al menos un puerto serial.

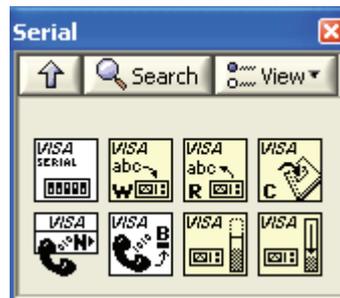


Figura 3.1. Paleta de funciones VISA para la comunicación serial

Los VIs empleados para la comunicación serial se describen a continuación:

3.2.1.1 Visa configure serial port VI

“Visa Configure Serial Port VI” será utilizado dentro del proyecto como medio de comunicación con la unidad Remota. Cuyo estándar a utilizar es el RS-485, en modo maestro. Este SubVI permite configurar el Puerto serial descrito en el *VISA resource name*; para lo cual se debe establecer los valores de velocidad de transmisión (baud rate), bits de datos (data bits), paridad (parity), bits de parada (stop bits), etc.

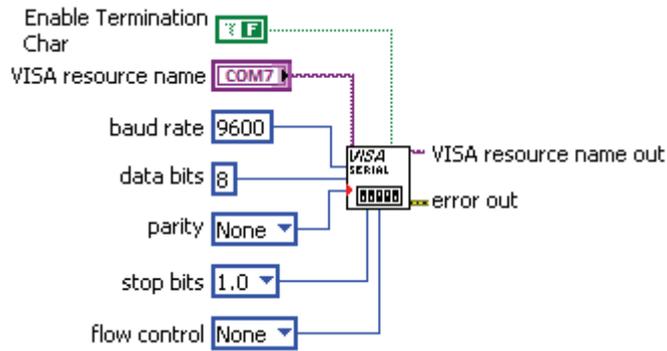


Figura 3.2. Configuración del Visa configure serial port VI

Visa resource name es COM7 ya que es el nombre del puerto al que está conectado el dispositivo con el que se desea comunicar.

La velocidad de transmisión de datos es de 9600 baudios debido a que mediante pruebas se determinó como una velocidad óptima para este proyecto.

Con el objetivo de no disminuir la velocidad real de transmisión de datos, se configuró el puerto con 1 bit de parada, deshabilitar el Carácter de fin y no tener paridad. La velocidad real de transmisión de datos está definida por el número de bits de la trama; en este caso está formada por 1 bit de inicio, 8 bits de datos, 1 bit de parada, por tanto su valor es:

$$velocidad \text{ real} = 9600 \frac{bits}{seg.} * \frac{1byte}{10bits} = 960 \frac{bytes}{seg.}$$

Además, no se utiliza el flujo de control ya que implica mayor número de cables de transmisión.

3.2.1.2 Visa Write

Función cuyo objetivo es escribir un dato tipo string al puerto serial indicado por el *VISA resource name*.

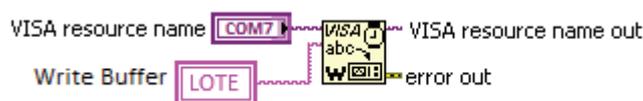


Figura 3.3. Configuración del Visa Write

Write buffer es el dato tipo string que se desea transmitir.

Visa resource name es el nombre del puerto al que esta conectado el dispositivo.

Al utilizar en el proyecto un estándar RS-485 en modo maestro-esclavo es necesario que el maestro envíe información a todas las unidades remotas que se encuentran conectadas al bus de datos, para establecer una comunicación. Con este fin, se requiere del Visa Write. Uno de los datos enviados a las unidades remotas con este SubVI es la dirección de los esclavos.

3.2.1.3 Visa Read

Función que permite leer un número específico de caracteres del puerto serial. Se debe indicar el nombre del puerto y la cantidad de bytes que se desea leer.

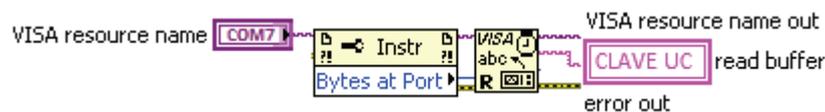


Figura 3.4. Configuración del Visa Read

Visa resource name es el nombre del puerto y se hace uso de un nodo de propiedad para saber cuántos bytes existen en el puerto para ser leídos. Siempre se lee todos los datos para evitar la saturación del buffer de entrada.

En la salida *Read Buffer* se encuentra los bytes leídos del puerto.

Uno de los objetivos principales del proyecto es la generación de archivos planos con los datos ingresados desde la unidad remota. Por lo tanto, "*Visa read VI*" será utilizado para recibir por medio del puerto serial todos los datos que serán ingresados en la unidad remota

3.2.2 GENERACIÓN DE REPORTE

Permite imprimir o guardar en formato HTML reportes que contienen datos resultantes de un VI.

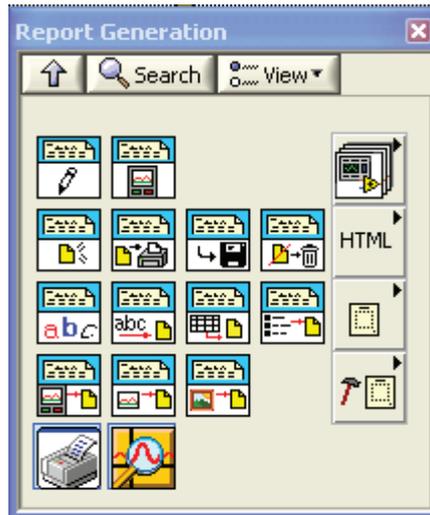


Figura 3.5. Paleta para la generación de reportes

Los subVIs utilizados para imprimir la etiqueta son:

3.2.2.1 New report VI

Dentro de las funciones del proyecto está la generación de reportes en archivos Excel, donde se pueda tener una tabla que contenga los datos, pesos, fecha y hora. El cual será utilizado por el personal administrativo de Bodega de Materias Primas. Además, este permitirá la impresión de la etiqueta.

SubVI que permite crear y escoger si se requiere un reporte de formato HTML, Word, Excel o estándar. Adicionalmente, tiene una variable de salida que sirve de referencia para las otras funciones utilizadas para la generación de reportes.

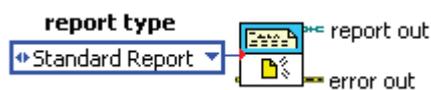


Figura 3.6. Configuración del New report VI.

Para imprimir reportes sólo se necesita configurar el tipo de reporte como *Standard Report* tal como se muestra en la Figura 3.6.

Report out es la referencia del reporte cuya apariencia, datos e impresión se desea controlar.

3.2.2.2 Set Report Font VI

Para la impresión de la etiqueta se requerirá poner tamaño y estilos de fuentes determinados; por lo tanto, se utilizará el “*Set Report Font VI*”, cuyo objetivo es definir la fuente que va a ser utilizada en el reporte; esto incluye color, tipo y tamaño de la letra.

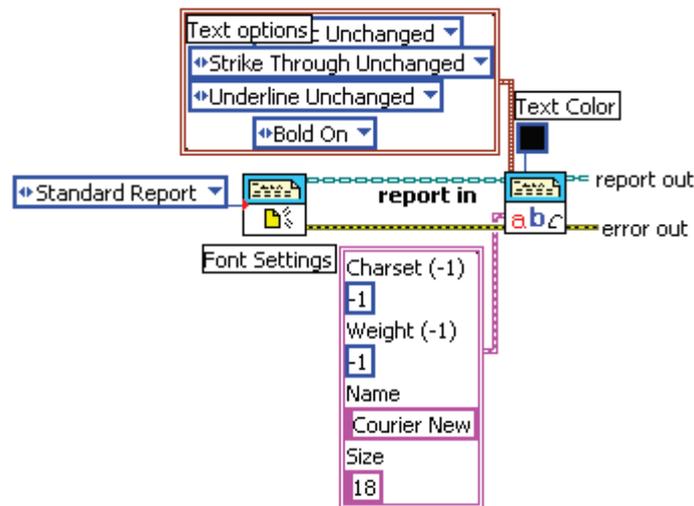


Figura 3.7. Configuración del Set Report Font VI.

Este SubVI está precedido por un *New Report VI* ya que *report in* es la referencia del reporte que se desea controlar.

Text options define como el texto va a ser desplegado en el reporte, es decir si la letra será cursiva, subrayada, negrilla, etc.

Font settings indica el tipo de fuente que va a ser utilizado en el reporte, permite establecer el nombre, tamaño, ancho, etc.

El tamaño de la etiqueta en la que se debe imprimir todos los datos es de 5x8 cm, por tanto, la información que debe estar resaltada tiene una fuente de tamaño 23 y negrilla, mientras que la restante es sólo de tamaño 18.

3.2.2.3 Print Report VI:

La impresión de la etiqueta también requerirá una programación dentro del LabView, para ello se utilizará el “*SubVI Print Report VI*”; el cual imprime un reporte por medio de una impresora designada o la configurada por defecto.

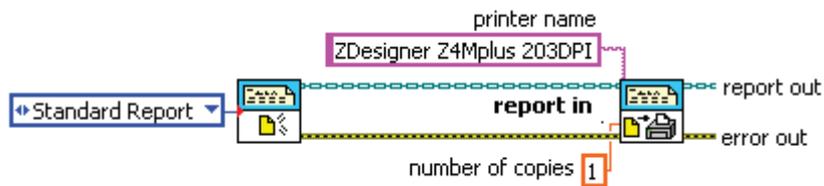


Figura 3.8. Configuración del Print Report VI.

La entrada *printer name* contiene el nombre de la impresora a utilizar. En el presente proyecto se utilizó la impresora de etiquetas ZDesigner Z4Mplus 203DPI.

Number of copies indica cuántas copias se desea imprimir.

Report in es la referencia del reporte; se puede obtener de un *New Report VI* o cualquiera de los SubVI utilizados para generar reportes antes mencionados.

3.2.2.4 Dispose Report VI

Es el último VI utilizado en la generación de reportes ya que permite cerrarlos. En el caso de ser impresos este SubVI tiene la opción predeterminada de esperar hasta que termine la impresión para dar por concluida la generación del reporte. En el caso de los reportes de tipo HTML, Word o Excel esta opción es ignorada.



Figura 3.9. Configuración del Dispose Report VI.

3.2.3 GENERAR ARCHIVO TXT

El sistema interno de administración de datos permite subir datos sólo por medio de archivos planos de tipo .txt, con este objetivo se utilizó la siguiente herramienta.

3.2.3.1. Write to Text file:

Escribe caracteres o array de strings en un archivo de texto. Si el archivo existe reemplaza el contenido anterior por la nueva información ingresada. En el caso de no existir el archivo crea uno nuevo.



Figura 3.10. Configuración de la función Write to Text File.

File en el presente proyecto siempre se crea un nuevo archivo, en consecuencia, ésta entrada contiene la dirección y el tipo del documento donde se lo desea almacenar.

Text es la información que se desea cargar en el archivo creado.

3.2.4 ACCEDER AL USUARIO BALANZA DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN

Para subir los datos al Sistema Interno BaanERP se creó una nueva sesión de usuario llamado *balanza*. Para actualizar el inventario se debe iniciar la sesión cada vez que se genere un archivo .txt; con este fin se utilizó el siguiente SubVI.

3.2.4.1 Open URL in Default Browser (Path):

Su uso está orientado a mostrar archivos HTML en un navegador predeterminado por medio de su URL o su dirección dentro de la PC. Aprovechando estas características se lo utilizará para acceder automáticamente a la sesión de usuario *balanza* dentro del sistema interno BaanERP.



Figura 3.11. Configuración del Open URL in Default Browser VI .

File path es la dirección completa del acceso al usuario del proyecto, tal como se muestra en la Figura 3.11.

3.3 ESQUEMA DE DESARROLLO DEL PROGRAMA

Debido a los varios procesos que debe manejar la interfaz se decidió programar por etapas y en forma modular, esto permite reconocer fácilmente sus partes constitutivas al momento de realizar algún cambio o al depurar errores.

Las etapas del programa son las siguientes:

- Módulo de adquisición y manejo de datos.
 - Barrido de direcciones.
 - Recepción de datos para actualización de inventario.
 - Actualización de contraseña de operadores HMI-Unidad Remota.

- Módulo del administrador.
 - Acceso a la sesión de los supervisores.
 - Actualización de códigos de acceso de operadores HMI-Supervisor.
 - Actualización de contraseñas de los supervisores.
 - Activación de las unidades remotas conectadas al bus 485.

3.3.1 MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y MANEJO DE DATOS

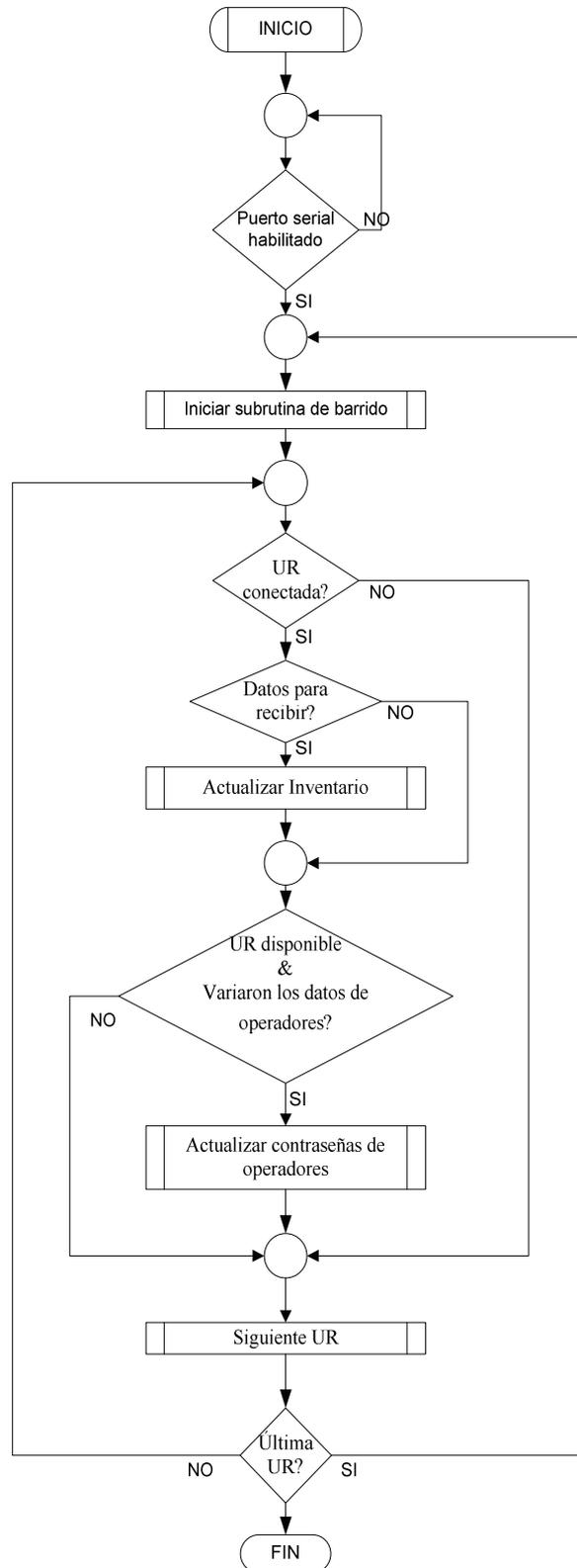


Figura 3.12. Módulo de adquisición y manejo de datos

Es responsable de administrar el sistema SCADA; por tanto, no necesita interactuar con el ser humano. Las subrutinas de *Actualizar inventario* y *Actualizar contraseñas de operadores* corresponden a este módulo.

Para saber si la PC está conectada a la red se testea el SubVI VISA “*Configure serial Port*”. Si no puede configurar el puerto correctamente emite un error. Básicamente el módulo de adquisición y manejo de datos verifica si existe conexión de la PC hacia la red. Además, es responsable de recibir los datos de los pesajes de las Unidades Remotas y de transmitirles las actualizaciones de claves o nombres de los operadores. Todo esto es posible debido a que la PC es la unidad maestra; por tanto, es la única capaz de iniciar el intercambio de datos.

Se implementó la técnica del barrido de direcciones para garantizar que el bus sea utilizado sólo por un módulo a la vez. A continuación se detalla el módulo de adquisición y manejo de datos en lenguaje estructurado.

Iniciar subrutina de barrido

Leer el indicador de estado de la primera UR ubicado en la Interfaz principal.

Fin de tarea

3.3.1.1 Subrutina de recepción de datos para actualización de inventario.

Como se explicó en el Capítulo 2, cada Unidad Remota tiene dos direcciones. En este caso la PC envía la dirección de actualización de inventario. Para saber si existen datos de pesajes la interfaz debe recibir el número 87475887. En este caso, el dato de inicio es el número 8141 para la recepción de la siguiente información:

- *Nombre del operador*
- *Número de Orden de Fabricación*
- *Código de producto terminado*
- *Posición*
- *Código de materia prima*

- *Código Baan*
- *Número de lote*
- *Número de paquetes*
- *Masa de fábrica de cada paquete*
- *Masa pico dado por el indicador de la balanza*

Por cada materia prima pesada de una Orden de Fabricación se debe generar un archivo de texto. En consecuencia, el nombre del txt está formado por el número de Orden de Fabricación y un número que indica cuántos archivos de texto han sido creados previamente para la misma orden. Para la verificación, siempre el número inicia en uno y es incrementado en una unidad hasta asegurarse que no exista un archivo para esa orden con ese número. Siempre se busca en las carpetas que contienen los archivos procesados, con error o sin procesar. Para evitar llenar la memoria del computador, transcurridos tres meses desde su creación los documentos son borrados.

Las subrutinas desarrolladas para proveer la lógica indicada se describen a continuación lenguaje estructurado.

Recepción de datos para actualizar inventario

- Enviar a la RTU el byte de inicio de recepción de datos
- Recepción del Nombre del operador
- Recepción del Número de Orden de Fabricación.
- Recepción del código de producto terminado.
- Recepción de la posición.
- Recepción del código de materia prima.
- Recepción del código Baan.
- Recepción del número de lote.
- Recepción del número de paquetes.
- Recepción de la masa de fábrica de cada paquete.
- Recepción de la masa pico dado por el indicador de la balanza

Fin de tarea

Crear archivo txt

- Formar un array con los datos de Orden de Fabricación, posición, número de lote, código Baan de la materia prima, masa neta y nombre de la unidad remota.
- Guardar el array en un archivo de texto en la carpeta PENDIENTES

Fin de tarea

Enviar datos para la etiqueta:

Crear un archivo estándar.

Ubicar en la izquierda de la primera línea de la etiqueta el número de Orden de Fabricación.

Ubicar en la derecha de la primera línea el código de materia prima.

Centrar en la segunda línea el código de producto terminado.

En la tercera línea a la izquierda escribir el número de paquetes X masa de fábrica + masa pico.

En la cuarta línea ubicar la posición.

En la quinta línea el número de lote es escrito.

En la sexta línea se escribe la fecha

En la séptima ésta la leyenda correspondiente al nombre del operador responsable.

Imprimir etiqueta.

Fin de tarea**Guardar los datos en el archivo EXCEL**

Determinar la última fila llenada del archivo

Escribir en la primera columna de la siguiente fila la fecha

Escribir en la siguiente columna la hora

Escribir en la siguiente columna la Orden de Fabricación

Escribir en la siguiente columna la posición

Escribir en la siguiente columna el número de lote

Escribir en la siguiente columna el código Baan de la materia prima

Escribir en la siguiente columna la masa neta

Escribir en la siguiente columna el nombre de la unidad remota

Fin de tarea

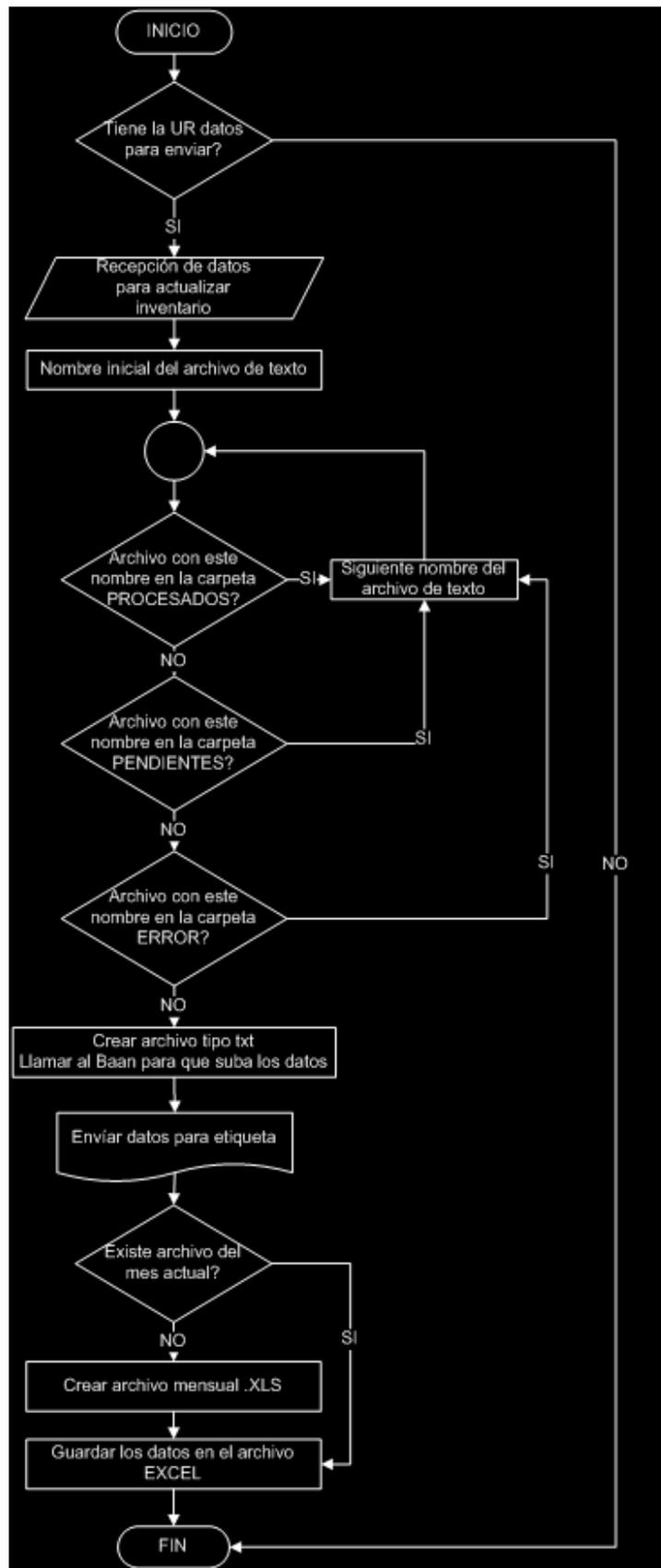


Figura 3.13. Subrutina de recepción de datos para la actualización de inventario



Figura 3.14. Etiqueta impresa

3.3.1.2 Actualización de contraseñas de operadores HMI-Unidad Remota

Esta subrutina permite descargar los datos de actualización de nombres y contraseñas de operadores guardados temporalmente, hacia la unidad remota. Con éste fin se tiene una bandera global que toma el valor de 100 cuando ha existido un reajuste en los datos. Si ése es el caso, se envía la segunda dirección del módulo. Sólo se puede actualizar los datos cuando no esté siendo usada la UR por el operador.

El número 3458 indica que debe iniciar la transmisión de la información referente a los operadores.

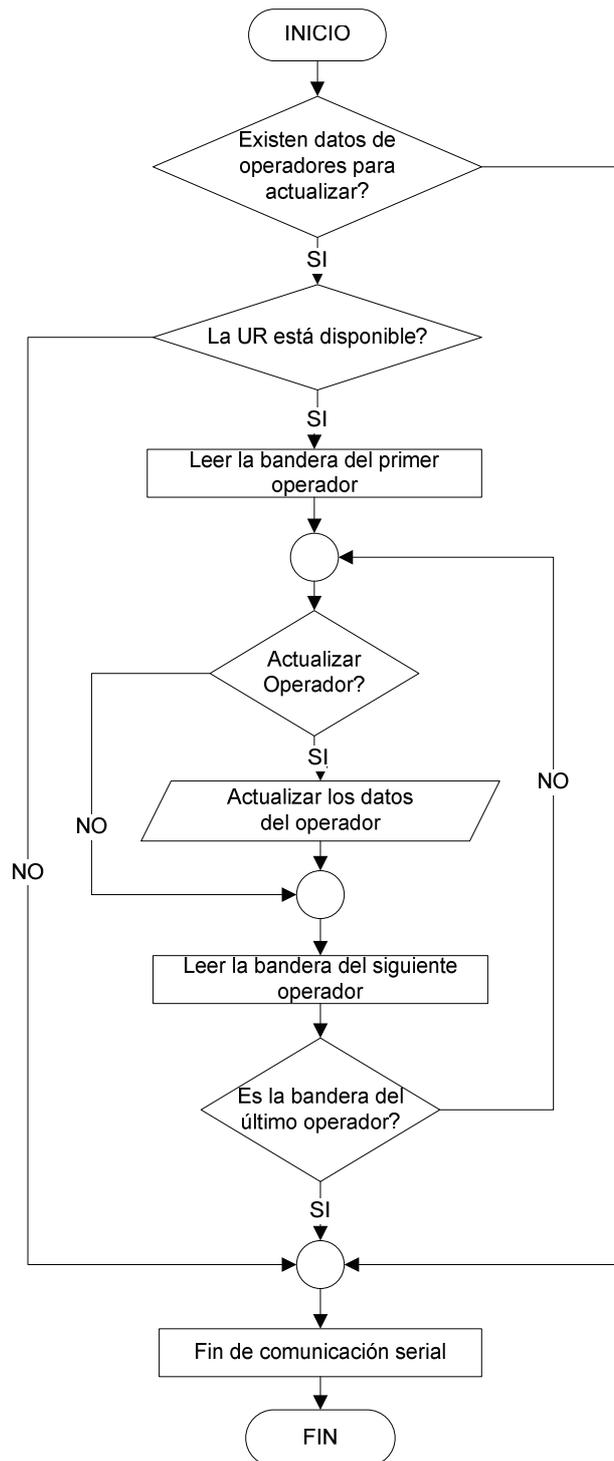


Figura 3.15. Subrutina para actualizar contraseñas de operadores HMI-UR

Además de leer la bandera global, se debe revisar la bandera individual de actualización de cada operador. En el caso que sea igual a uno, se debe renovar los datos correspondientes a ese usuario. Los datos transmitidos son número, nombre y contraseña de operador.

Al finalizar el barrido de las 6 banderas individuales se envía el byte de fin de comunicación.

Actualizar los datos del operador

Enviar el número del operador

Enviar la nueva contraseña

Enviar el nombre del operador

Fin de tarea

3.3.2 MÓDULO DEL ADMINISTRADOR

Sin la necesidad de acceder a una cuenta de usuario, la pantalla principal muestra las Unidades Remotas conectadas a la red. Además cuenta con un conjunto de controles que permiten a los supervisores ingresar a su sesión.

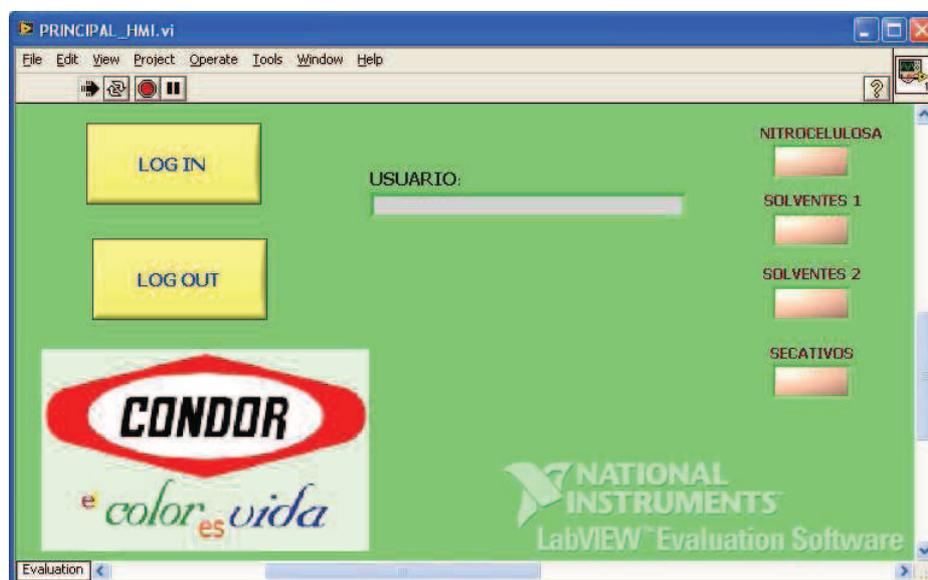


Figura 3.16. Interfaz Principal

Para acceder a la sesión, el supervisor debe registrar en la interfaz principal su usuario y contraseña por medio de la opción *LOG IN*. Si los datos son correctos aparecerá la opción *ENTRAR*. Este control permite acceder a la sesión de los administradores o supervisores de la interfaz.

Sesión del administrador o supervisor

Permite a los supervisores cambiar sus contraseñas y las de los operadores. Adicionalmente, las unidades remotas conectadas a la red pueden ser activadas.

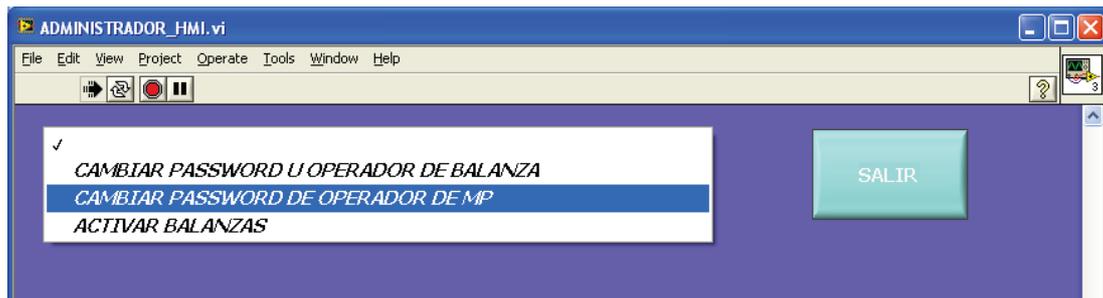


Figura 3.17. Sesión de supervisores

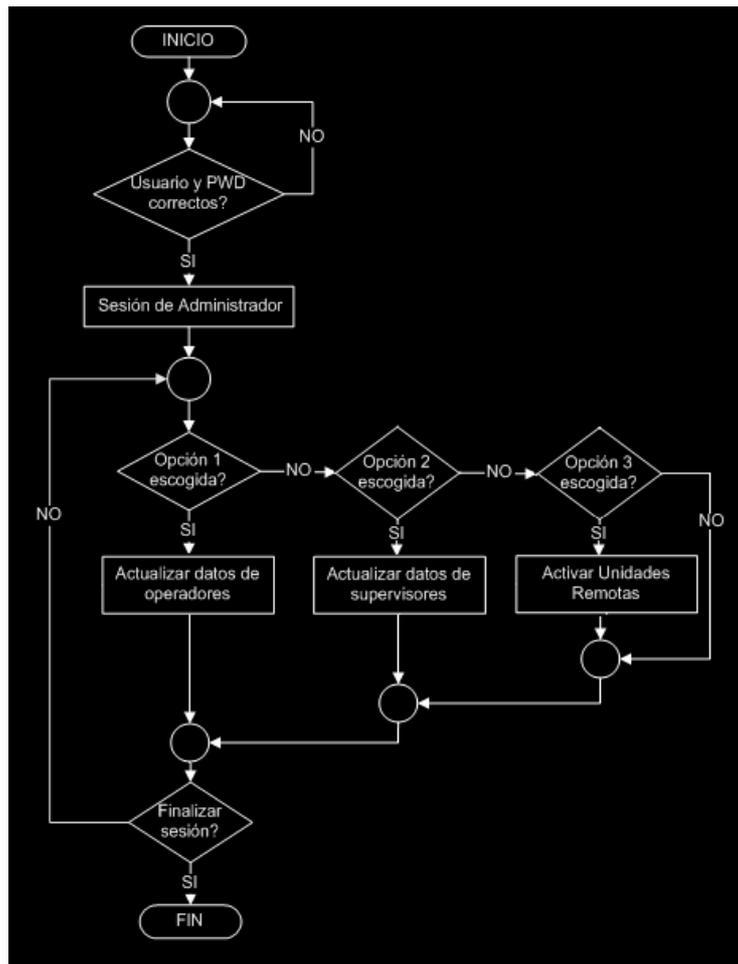


Figura 3.18. Subrutina de la sesión del administrador

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 3.18, el usuario puede realizar las tres actividades mostradas en la Figura 3.17.

3.3.2.1 Actualización de códigos de acceso de operadores HMI-Supervisor

Sólo cuando están deshabilitados la transmisión de datos a la red 485 y el backlight del LCD gráfico de la Unidad Remota se puede iniciar la actualización de contraseñas de los operadores en el módulo. En

consecuencia, los cambios realizados por el supervisor se guardan temporalmente hasta poder entablar comunicación con el módulo.

Si el supervisor escogió la opción de cambiar password u operador de Balanza, se desplegará la pantalla mostrada en la Figura 3.19.

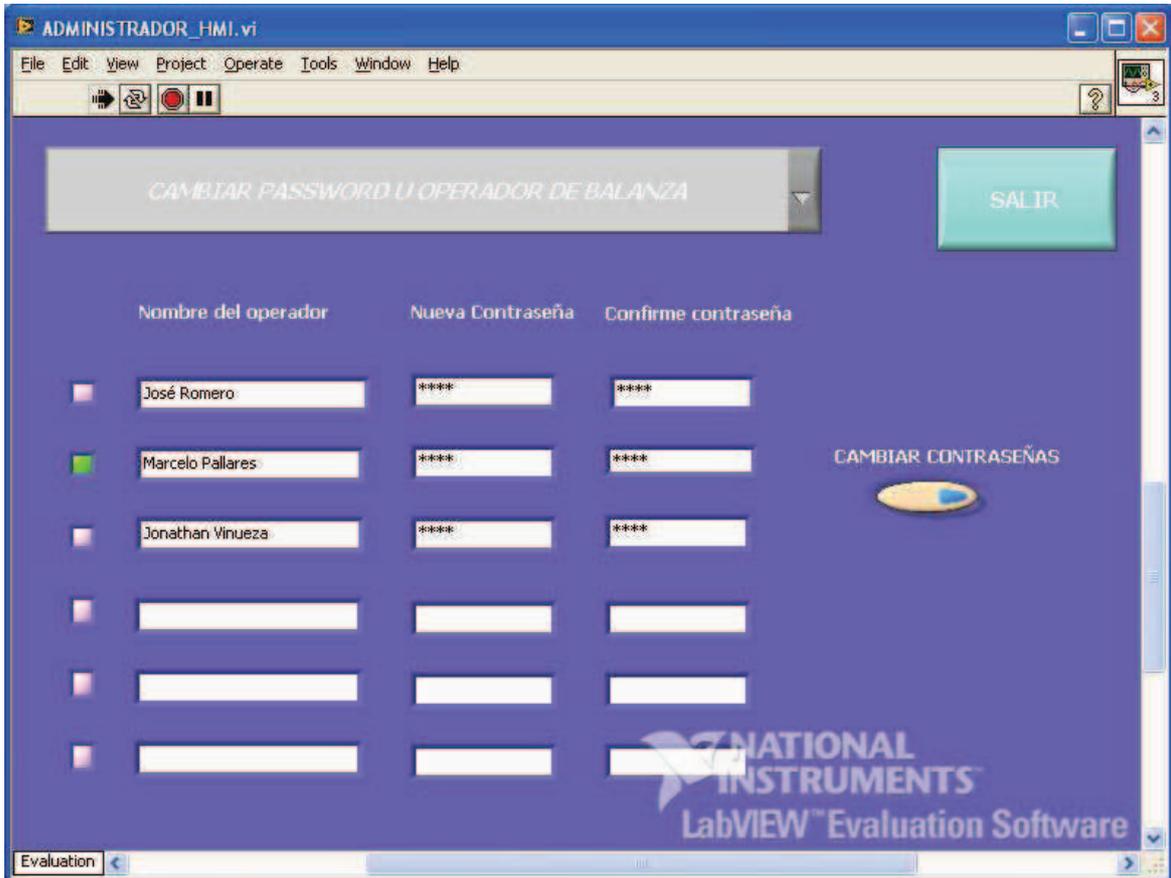


Figura 3.19. Cambiar contraseña u operador de balanza

Para renovar las claves es necesario llenar los campos de: *Nombre del operador*, *Nueva contraseña*, *confirme contraseña*; adicionalmente se debe seleccionar el operador y finalmente escoger la opción cambiar contraseñas. Si la nueva contraseña no está repetida y coincide con la confirmación, se actualizarán los datos; caso contrario se muestra una alarma indicando el error cometido y no se actualiza los códigos de acceso.

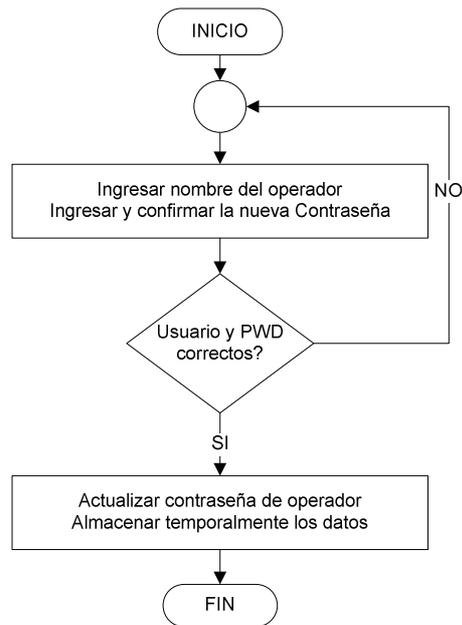


Figura 3.20. Subrutina para actualizar contraseñas Supervisor-HMI

3.3.2.2 Actualización de contraseñas de los supervisores

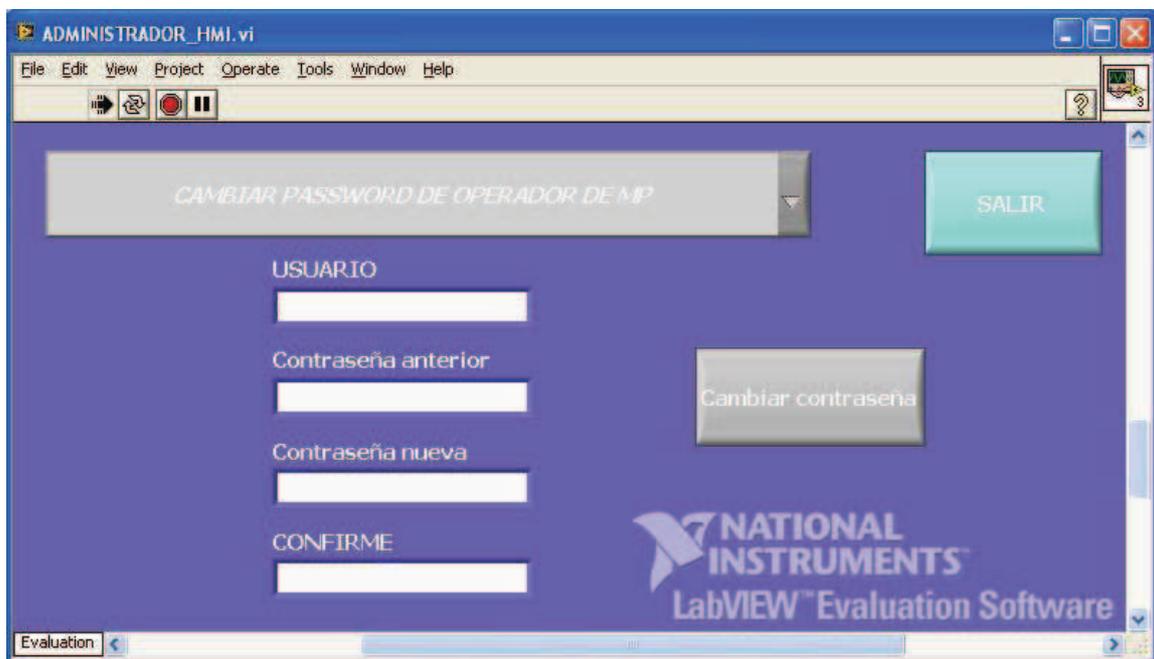


Figura 3.21. Actualización de contraseñas de supervisores

Básicamente se sigue una lógica similar a la manejada en el apartado anterior. Se debe ingresar *el usuario, contraseña anterior, nueva contraseña y su*

confirmación. Si los datos ingresados son correctos se remplazan los datos antiguos por los nuevos.

Al existir algún inconveniente al actualizar se despliega una alarma visual indicando el error. En esta fase no se necesita almacenar temporalmente los datos ya que el Labview DSC permite manejar fácilmente estas cuentas de usuario.

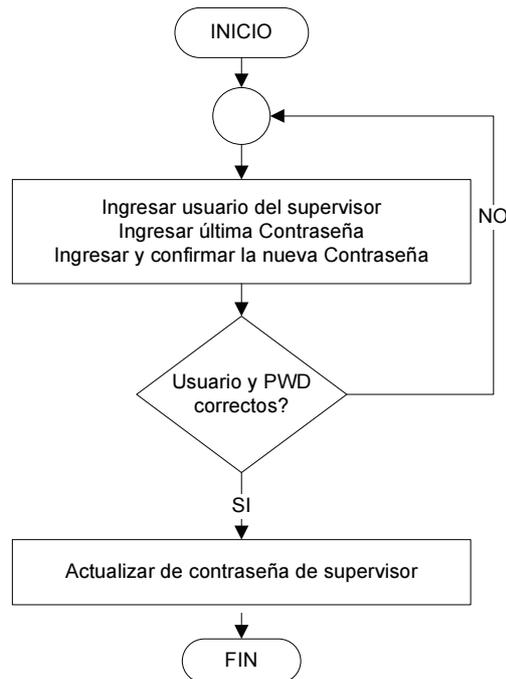
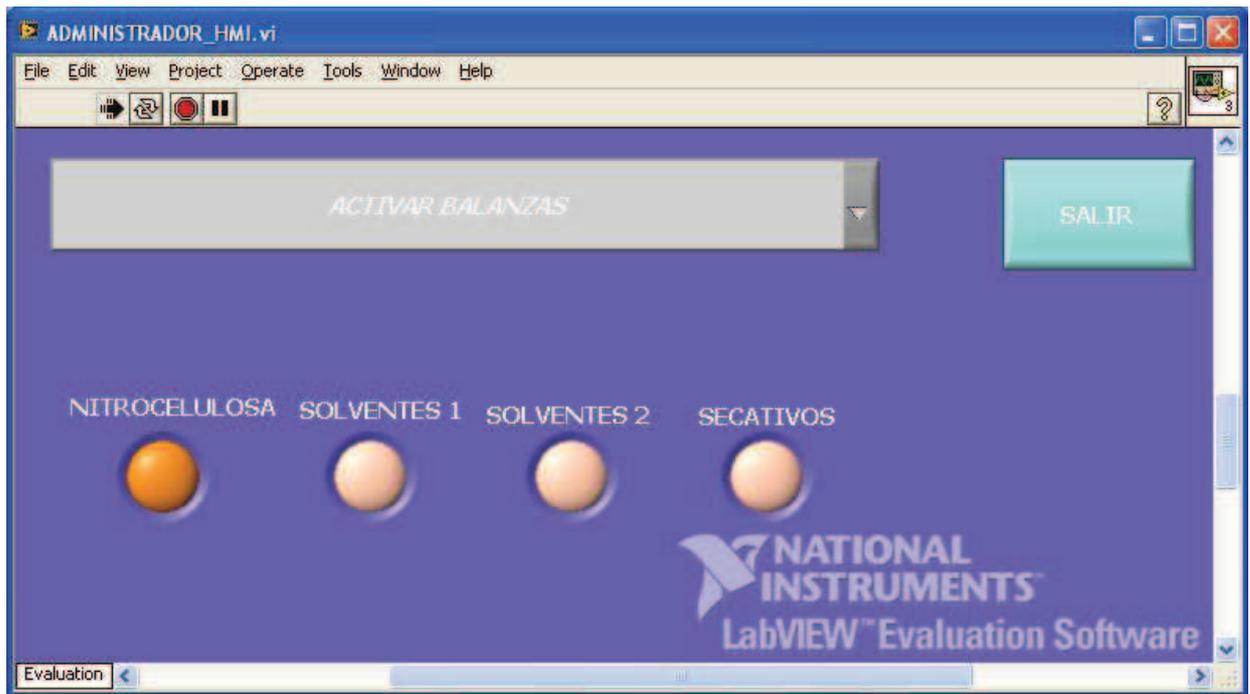


Figura 3.22. Actualización de contraseñas de supervisores

3.3.2.3 Activación de las unidades remotas conectadas al bus 485

Para habilitar los módulos basta con hacer un clic sobre su control correspondiente, tal como se muestra en la Figura 3.23.

Al cerrar la sesión del administrador todos los datos se actualizan para el Módulo de adquisición y manejo de datos explicado en el numeral 3.3.1.



4.3.2.4.1.

Figura 3.23. Activar unidades remotas conectadas al bus 485

Descrita la lógica de programación de la interfaz hombre máquina, en el siguiente capítulo se detalla todo lo referente a la programación del microcontrolador ATMEGA64.

CAPITULO 4

DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL ATMEGA64

El presente capítulo describe el funcionamiento del circuito integrado ATMEGA64 y su programación. Se ha escogido este dispositivo debido a que contiene dos puertos de comunicación asincrónica UART0, UART1 y a su memoria de programación que tiene la capacidad necesaria para el desarrollo de este proyecto. La herramienta de programación a utilizarse es BASCOM-AVR IDE 1.11.9.5.

A continuación se describe las características básicas de esta herramienta de programación y se detalla la lógica de programación utilizada.

4.1 INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN BASCOM-AVR

El programa que controla la unidad remota se desarrolla en el lenguaje de programación BASIC con ayuda de la herramienta de programación BASCOM - AVR.

Bascom-AVR es un programa basic estructurado con etiquetas. Las instrucciones y comandos son bastante similares a las del Visual Basic y QuickBASIC de Microsoft.

Las características propias de este lenguaje de programación nos ayudan a desarrollar una estructura de programa más sencilla. Algunas de sus características son:

- Permite utilizar las librerías para un rápido desarrollo de instrucciones de adquisición de datos, manejo de memorias, LCDs, conversión de números y datos, comunicación, entre otras características utilizadas para la programación de microprocesadores de la familia de ATMEL.
- Permite tener un reporte gráfico del mapa de memoria RAM y ROM utilizada, estadísticas del código desarrollado y un listado de todas las rutinas creadas tanto por el usuario como las utilizadas por las diferentes librerías.

Para el desarrollo del programa es importante conocer los tipos de variables que pueden ser utilizados en BASCOM-AVR.

La Tabla 4.1 muestra detalladamente los tipos de variables con sus características específicas.

Tipo de variable	Rango
Bit	0 ó 1
Byte	De 0 a 255
Integer	-32767 a +32767
Word	0 a 65535
Long	-2147483648 a +2147483647.
Single	1.5×10^{-45} a 3.4×10^{38}
Double	5.0×10^{-324} a 1.7×10^{308}
String	Hasta los 254 bytes.

Tabla 4.1 Lista de variables de BASCOM-AVR

Dentro del desarrollo del programa, también son requeridas las herramientas del convertidor gráfico del BASCOM-AVR. Las cuales son utilizadas en la realización de las pantallas que serán mostradas al operador.

A continuación se procede a explicar las herramientas del BASCOM-AVR de mayor trascendencia utilizadas en la programación.

4.1.1 GRAPHIC CONVERTER

En la Figura 4.1 se muestra como se genera el código para un archivo fuente en base a un mapa de bits .bmp con la herramienta Graphic Converter del BASCOM-AVR.

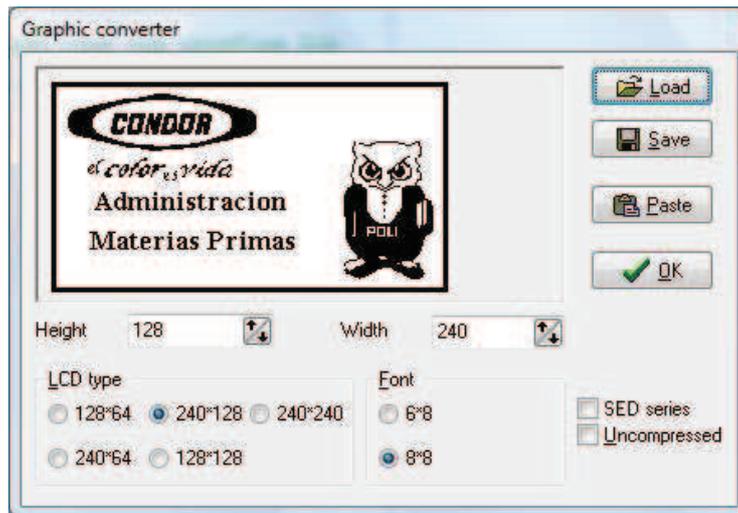


Figura 4.1 Herramienta Graphic Converter del BASCOM-AVR

La herramienta genera un archivo con la extensión .BGF el cual será utilizado en el LCD Gráfico con ayuda de la siguiente instrucción:

SHOWPIC x, y, label

De donde x y y son los parámetros que determinan las coordenadas en el eje x (máximo 240 pixeles) y en el eje y (máximo 128 pixeles), donde comenzará a desplegarse la gráfica. Los puntos dentro del GLCD son llamados pixeles.

En cuanto a *label* que en español significa etiqueta, importará el gráfico desde el archivo con extensión .BGF creado y guardado anteriormente para que sea mostrado en el LCD Gráfico.

Las pantallas presentadas al operador serán creadas con esta herramienta, como se pudo observar en la figura 4.1 se siguen los siguientes pasos:

- Seleccionar el tipo de LCD gráfico a utilizar, para este proyecto el de 240x128.
- Presionar el botón Load, y cargar el archivo .bmp deseado.
- Guardar con el botón save, tomar en cuenta que el archivo deberá ser guardado en la misma localidad que el programa.
- Por último, utilizar el comando showpic para mostrar la pantalla.

4.1.2 DESARROLLO DE FUENTES

El tamaño de la fuente del GLCD se presenta en el tamaño de 8x8 pixeles (puntos) por defecto; sin embargo, se puede realizar una función que permita

desarrollar caracteres de mayor tamaño. El carácter de 8x8 no es de gran tamaño y para una aplicación como esta no es conveniente. Para realizarlo, se debe utilizar en el BASCOM. Avr el comando:

- `Declare Sub Lcdtext (byval A As Byte , B1 As Byte)`

Este comando es empleado en la realización de funciones. En este caso será utilizado para realizar una función que desarrolle un tamaño de letra determinado, las fuentes utilizadas en este proyecto son las siguientes: 13x16, 8X8, 8x8 en negrilla, 16x16, 2x16.

El comando crea dentro del programa una función que permite ingresar datos con diferente tamaño de fuente, lo cual es conveniente para la visualización del operador. Cada vez que se llame a la función `Lcdtext` y se escriba un caracter a ser visualizado, este comando permite llamar a la función donde se elige el tamaño de fuente requerido.

Lcdtext es el nombre de la función.

Byval se utiliza para nombrar a variables, las cuales son guardadas al momento del llamado de la función, y no cambian su valor al momento de regresar al programa principal.

Dentro de un espacio en la memoria RAM del microcontrolador se guardan los caracteres que deberán ser mostrados. Dentro de la función se utiliza el comando:

- `$Include "Font 2x16"`

Este comando permite incluir dentro de la función un archivo, el cual, contendrá los caracteres de la fuente, en este ejemplo la fuente es de 2x16.

El archivo que contiene los caracteres se configura en Bascom; sin embargo, se utiliza una instrucción que permite ingresar un código en lenguaje ensamblador. El archivo generado se lo presenta en la Figura 4.2.

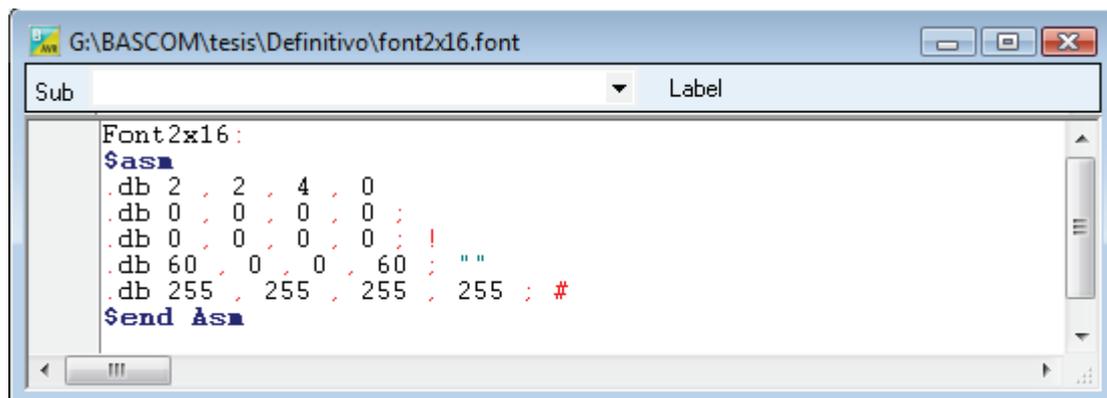


Figura 4.2. Archivo fuente para caracteres 2x16

Cabe recalcar, que para generar una fuente de un tamaño mayor al por defecto de 8x8, se debe formar grupos consecutivos de puntos que formen un rango de 8 pixeles como límite. Además, se debe tomar en cuenta que para formar un caracter se debe tomar matrices de pixeles. En el ejemplo, se tiene una matriz de 16 filas y 2 columnas.

A continuación se presenta un ejemplo para formar un carácter de 2X16, usando como referencia las Figuras 4.2 y 4.3.



Figura 4.3 Interpretación gráfica para crear fuentes de mayor tamaño

- La primera línea de código después del comando `$asm` identifica los siguientes parámetros:
 - a. El 2 representa el número de grupos de 8 pixeles formados por las filas. Por lo tanto, al tener 16 filas los grupos que puede formar son 2.

- b. En cuanto al siguiente número, representa el número de columnas que forman el carácter. En este caso 2 columnas.
- c. Podemos decir, que al dividir en dos grupos las 16 filas tenemos dos matrices, la primera formada por las 8 filas que forman la parte inferior del carácter y la segunda formada por las 8 filas que forman la parte superior. Cada columna de las matrices representa el valor que deberá ser enviado al GLCD para ir formando el carácter. Entonces, 4 representa el número de datos que formarán el carácter,
- d. El 0 indica cómo serán ingresados los valores en las siguientes líneas del programa para formar el carácter . Los dos primeros datos representan a la parte inferior del carácter, y los siguientes a la parte superior. Por otro lado, el 1 indica que los primeros datos representan la parte superior y los siguientes la parte inferior.

Para tomar los valores que representarán el carácter, se debe realizar lo siguiente:

- El primer dato es tomado de la columna 1 de la matriz que forma la parte inferior del carácter. Cada pixel representa un bit, el pixel pintado de negro representa un 1 Lógico y los blancos un 0 Lógico. Para la quinta línea de programa, el primer octeto de bits representado en formato decimal es de 255. El siguiente dato se toma de la columna 2 de la misma matriz, cuyo valor es de 255 en formato decimal.
- El tercer dato de la misma línea de comando, se toma de la columna número 1 de la matriz que forma la parte superior del carácter. El valor tomado entonces es de 255 en formato decimal. De la misma forma se toma el valor de la siguiente columna y se coloca en la cuarta posición de la línea de comando.
- Como se pudo concluir los datos son leídos en binario pero son colocados dentro del código de programa en formato decimal.

Es importante mencionar que, para este archivo fuente solo se utiliza 2 caracteres que son el del cursor y el utilizado para borrar el cursor. Sin

embargo, para los archivos de las restantes fuentes serán de mayor tamaño ya que contienen todos los caracteres del alfabeto.

4.1.3 PUERTOS DE COMUNICACIÓN

El Atmega64 tiene dos puertos de comunicación serial, para poder utilizar los dos puertos de comunicación se debe escribir las siguientes sintaxis:

```
Config Com1 = Dummy , Synchrono = 0 , Parity = None ,  
Stopbits = 1 , Databits = 8 , Clockpol = 0
```

```
Config Com2 = Dummy , Synchrono = 0 , Parity = None ,  
Stopbits = 1 , Databits = 8 , Clockpol = 0
```

De modo que se configure:

Com1.- corresponde a la velocidad de transmisión a utilizarse. Los valores estándares utilizados dentro de Bascom-AVR son: 2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200.

La velocidad con la que se comunica este puerto será de 9600.

Synchrono.- determina el modo de operación con 0 a modo asincrónico y con 1 modo sincrónico.

Parity.- existen las siguientes opciones none, disabled, even ó odd.

Dentro del programa se utilizará ninguna para el puerto de comunicación UART1 y paridad impar (odd) para el puerto de comunicación UART0.

Stopbits.- pueden ser 1 o 2.

Para ambos puertos se utilizará 1 sólo bit de parada.

Databits.- se puede elegir entre 4, 5, 6, 7, 8 ó 9 bits.

El valor seleccionado será para ambos casos de 8 bits.

Clockpol .- Es utilizado para comunicación SPI.

En este caso se colocará cero.

Si no se utiliza esta instrucción, las configuraciones del puerto serán los datos por defecto que son: 9600, sin paridad, 1 bit de parada, 8 bits de datos.

Para los dos puertos de comunicación del atmega64 se realiza la misma configuración, pero hay que tomar en cuenta que para el UART0 se utilizará el COM1, lo cual variará para el UART1 que se configurará como COM2.

Este comando del Bascom será utilizado para la configuración de los dos puertos de comunicación, utilizados tanto para la comunicación RS-485 como para la comunicación con el terminal HAWK.

A continuación se describen las instrucciones utilizadas para la transmisión y para la recepción de los datos.

PRINT.- utilizado en el envío de datos, es útil para datos con formatos de tipo string.

- `Print #channel, var[, varn]`

En donde #channel identifica por el puerto de comunicación por el cual se transmitirá. Si el puerto por el cual se va a transmitir es el puerto UART cero este dato es sobre entendido, por lo tanto no es necesario ponerlo.

INPUT.- funciona de la misma manera que PRINT, pero es utilizada para la recepción de datos de formato string.

- `Input #channel, var[, varn]`

Es también requerido el puerto por donde se envía, siempre y cuando no sea el puerto de comunicación UART0 que es implícito por BASCOM cuando el print o input no constan de #channel.

Es importante mencionar que para utilizar el segundo puerto de comunicación, es decir, UART1 se debe colocar las siguientes instrucciones:

- `Open "COM2:" For Binary As #1`
- `Close #2`

Al utilizar print o input con #channel = 1 fuera de estas dos sentencias, BASCOM detecta un error de sintaxis.

4.2 ARQUITECTURA DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL ATMEGA64

Los datos requeridos por el sistema interno Baan ERP, serán ingresados por el operador a través de un teclado matricial de membrana, y visualizados por

medio de un LCD gráfico. Estos datos tendrán diferentes formatos, pueden ser alfanuméricos o en algunos casos serán solo numéricos.

Una vez que todos los datos ingresados estén completos serán enviados a través del puerto de comunicación asincrónica USART1 del atmega64.

Un dato que no será ingresado por medio del teclado es el peso pico, el cual es menor al peso dado por el fabricante de un saco o un tanque completo, este dato proviene del terminal HAWK y será tomado por el puerto de comunicación USART0 del atmega64.

4.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE CONTROL

Dentro del programa se desarrollarán una serie de funciones relacionadas. El programa deberá cumplir dos objetivos principales. El primero es realizar una interfaz con el usuario; para su desarrollo se debe manejar un teclado de membrana y un LCD gráfico. El segundo objetivo es manejar el protocolo de comunicación RS-485 en modo esclavo.

Dentro del desarrollo de la interfaz con el operador se toma en cuenta diferentes aspectos relacionados a la comodidad del operador:

- El manejo del teclado es bastante similar al de un celular para datos alfanuméricos, en el caso de datos numéricos el programa no permitirá el ingreso de letras.
- Las letras mostradas en el LCD gráfico son del tamaño adecuado para que el operador visualice de manera cómoda.
- En el caso de datos que tienen formatos definidos por Pinturas Cóndor S.A., el programa restringirá el ingreso de datos exclusivamente a este formato. Por ejemplo, para el Orden de Fabricación el cual tiene una longitud de 9 dígitos y siempre sus tres primeros dígitos son 039, el programa analizará este dato y si no cumple estas dos condiciones informará al usuario que no ingresó correctamente el dato.

Para la comunicación RS-485 se empleará una dirección para cada esclavo, con la cual el programa establecerá comunicación únicamente si recibió su

dirección. Para una mayor comprensión del programa se elabora un diagrama general del algoritmo de control como se muestra en la Figura 4.3 de la unidad remota.

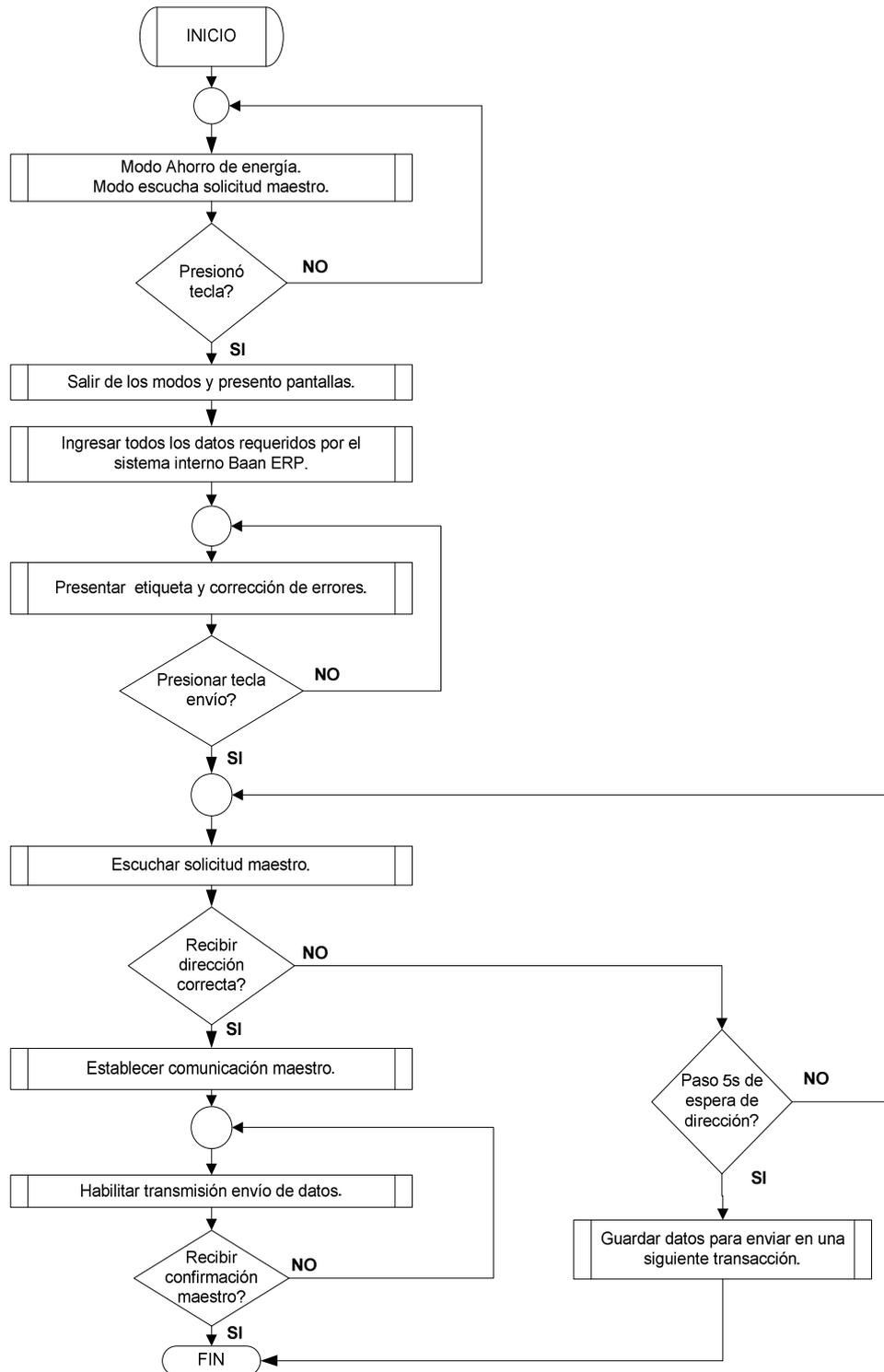


Figura 4.3 Diagrama de flujo del algoritmo general de control.

Las tareas del algoritmo de control son descritas con mayor detalle a continuación en lenguaje estructurado.

Modo de Ahorro de Energía.

- Colocar ancho de pulso más bajo para PWM del Backlight
- Deshabilitar transmisión

Fin Tarea

Modo escucha solicitud maestro.

- Recibir del maestro datos por puerto de comunicación UART1
- Analizar dato recibido
- Si dato recibido es dirección de esclavo correspondiente
 - Analizar último byte enviado
 - Si último byte solicita actualización de contraseñas
 - Habilitar transmisión UART1
 - Recibir contraseñas actuales UART1
 - Almacenar contraseñas en memoria EEPROM
 - Si último byte solicita datos
 - Habilitar transmisión UART1
 - Revisar si se tiene datos de alguna transacción no hecha
 - Si se tiene datos pendientes
 - Enviar datos pendientes por UART1
 - Bajar bandera que me indica datos pendientes
- Ir subrutina de tecla presionada

Fin Tarea

Presionó tecla?

- Si presionó tecla:
 - Colocar ancho de pulso medio para PWM del Backlight
 - Mostrar pantalla petición de contraseña
- No presionó tecla:
 - Seguir en modo de ahorro de energía
 - Seguir en modo de escucha solicitud maestro
 - Deshabilitar transmisión UART1

Fin Tarea

Salir del modo y presentar pantallas

- Verificar ingreso de contraseña correcta
- Al verificar contraseña
- Si contraseña es correcta
 - Colocar ancho de pulso al máximo para PWM del Backlight
 - Mostrar pantallas en orden

Fin Tarea

Ingresar todos los datos requeridos por el sistema Interno BaanERP

- Habilitar teclas alfanuméricas para el ingreso de datos
- Pasar en orden todas las pantallas indicando el dato a ingresar
- Habilitar interrupción de recepción puerto comunicación UART0
- Al presentar pantalla solicitud peso del Hawk terminal
- Si ingresó peso desde la balanza
 - Mostrar pantalla ingreso de Tara
 - Realizar operación para obtener peso neto

Fin Tarea

Presentación de etiquetas y corrección de errores

Presentación preliminar de la etiqueta a imprimir
Cambiar teclas alfanuméricas a teclas de función para corrección de errores
Mostrar leyenda para indicar como corregir errores

Fin Tarea

Presionó tecla envío?

Si presionó tecla envío:

Paso a siguiente tarea
Mostrar pantalla de datos listos para el envío

No presionó tecla envío:

Continuar presentando etiqueta

Fin Tarea

Modo escucha solicitud maestro:

Recepción de datos del maestro
Analizar dato recibido

Recibió dirección correcta?

Si recibió dirección correspondiente al esclavo

Pasar tarea siguiente

No recibió dirección correspondiente al esclavo

Pasó 5s de espera de dirección?

Si pasó 5s de espera

Setear bandera de datos pendientes de envío

Guardo datos para enviar en una siguiente transacción.

Guardar datos en la memoria EEPROM

Volver a pantalla inicial

Fin Tarea

No pasó 5s de espera

Volver a recibir datos para verificar dirección

Fin Tarea

Establecida comunicación maestro

Establecer comunicación punto a punto con maestro

Fin Tarea

Habilitación transmisión envío de datos

Colocar el ancho de pulso más bajo para PWM del backlight

Habilitar transmisión en el puerto UART1

Enviar datos al maestro

Fin Tarea

Recibió confirmación maestro?

Si recibió confirmación

Verificar el tipo de confirmación

Al verificar

Si la confirmación es de dato correcto

Esperar el siguiente dato

Si la confirmación es de datos recibidos completamente

Deshabilitar transmisión en el puerto UART1

Colocar el ancho de pulso máximo para PWM del backlight

Mostrar pantalla envío satisfactorio

Mostrar pantalla para realizar una nueva transacción o no

Al mostrar pantalla

Si va a realizar una nueva transacción

- Mostrar pantalla que pedirá Orden de Fabricación
- No va a realizar una nueva transacción
- Mostrar pantalla de salida
- Resetear variables
- Colocar en modo de ahorro de energía
- Colocar en modo de escucha solicitud maestro

Fin Tarea

Tanto el teclado como el GLCD son dos dispositivos que serán de uso del operador, por ésta razón se considera necesario detallar la programación de los dos elementos.

4.2.2 MANEJO DE PERIFÉRICOS

Los periféricos a controlar por el microprocesador son el LCD gráfico y el teclado. Como se mencionó anteriormente los datos requeridos por el Baan ERP serán ingresados a través del teclado y visualizados por medio del LCD gráfico.

El microprocesador determinará la acción a realizar dependiendo de la tecla presionada, existirán dos tipos de teclas: las de funciones y las de números y letras. En algunos casos las teclas numéricas, además de servir para el ingreso de datos, serán utilizadas también para determinar una acción.

4.2.2.1 Manejo del teclado

Se realizará el control del teclado por medio de un barrido de 1L en las filas del teclado matricial. En cuanto a las columnas serán leídas como entradas de pulsador.

Como se mencionó anteriormente, en algunos casos el teclado deberá ser alfanumérico, por lo que es necesario colocar un tiempo de espera de 1,5 segundos aproximadamente para detectar si la misma tecla fue presionada por más de una ocasión. Mientras no haya pasado éste tiempo, la variable que almacena el caracter ingresado seguirá indefinida. Sin embargo, es mostrado el número o letra actual para facilidad del operador, pudiendo así, ubicar el valor deseado.

Cabe mencionar que este tiempo no es tomado en cuenta para teclas de funciones, las cuales son teclas que determinan una acción a realizar dentro del programa del microcontrolador y no muestran un dato numérico o

alfanumérico en el LCD gráfico. Además, estas teclas no estarán habilitadas en todo el programa, por ejemplo, la tecla para el envío de datos sólo se habilita cuando todos los datos requeridos por el sistema Interno BaanERP hayan sido completados.

Tanto para el manejo del teclado como para el LCD gráfico se emplea una serie de tablas, se menciona la utilidad de las empleadas para el manejo del teclado a continuación:

- La primera tabla utilizada, es la que entrega el número de caracteres máximos presentes en cada una de las teclas.
- La segunda tabla entrega el carácter a presentarse en el LCD gráfico. Este no es guardado definitivamente en la variable si el tiempo de 1,5 s no se haya completado.

4.2.2.1.1 Análisis de la tecla ingresada

A cada tecla se le asigna un número, con este valor se procederá a hacer el análisis para determinar la acción a realizar por el microprocesador. Debido a que no todas las teclas indicarán un valor en el LCD gráfico. Cuando una tecla de función es presionada, el microcontrolador llamará a una subrutina para que realice la acción definida para determinada tecla.

Cuando una tecla de número o letra es presionado se mostrará en el LCD gráfico, pero cuando ya haya transcurrido el tiempo de 1,5s, la siguiente tecla presionada de este tipo será mostrada en una ubicación diferente. Para comprender mejor la lógica de programación se procede a explicarlo por medio de un diagrama de flujo mostrado en la Figura 4.4.

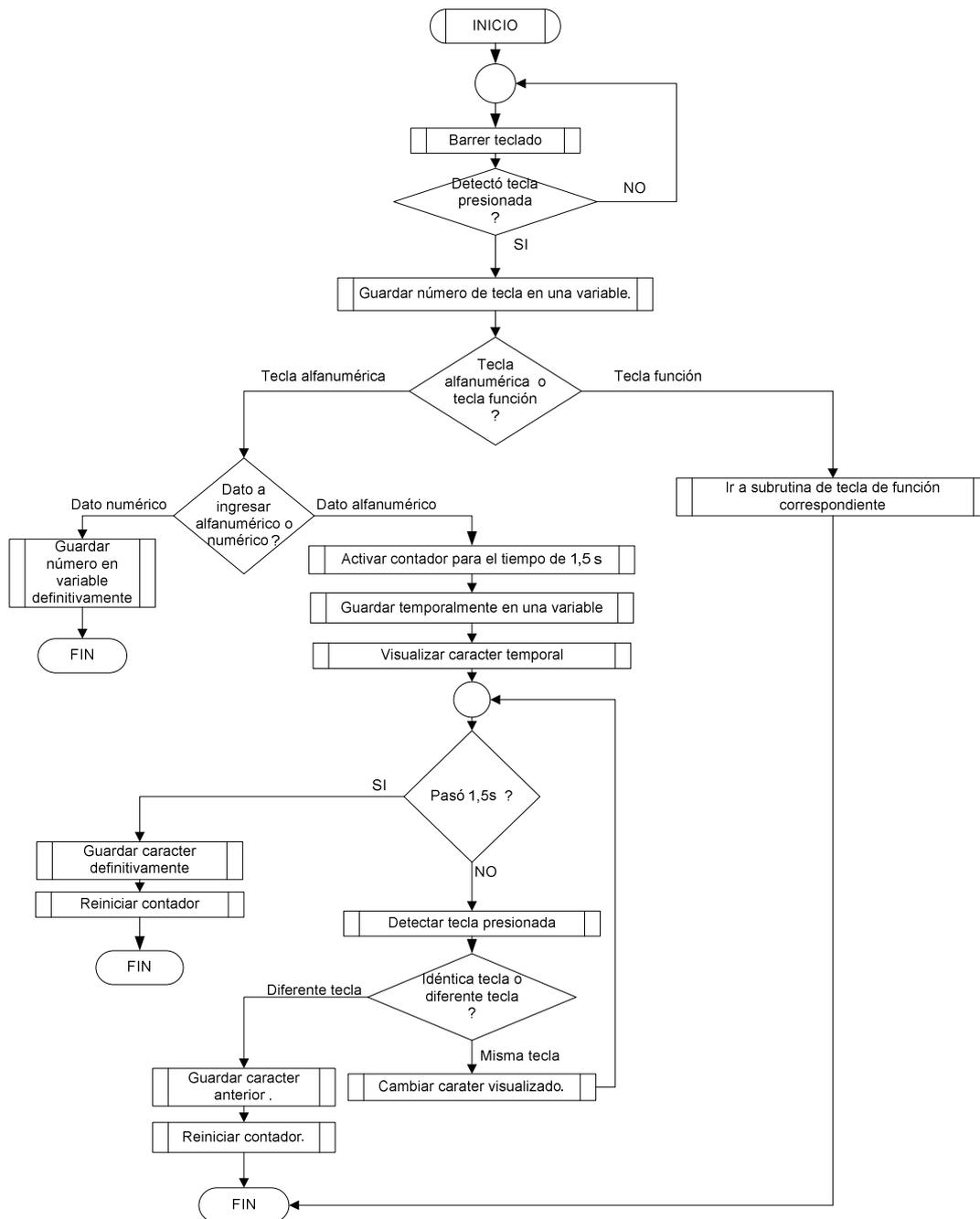


Figura 4.4. Algoritmo de control del teclado

Barrer teclado

Barrer con 0L las filas del teclado
 Configurar a las columnas como entradas

Fin Tarea

Detectó tecla presionada?

Si detectó tecla
 Guardar número de tecla en una variable
No detectó tecla
 Continuar barrido de teclado

Fin Tarea

Tecla alfanumérica o tecla función?

Tecla alfanumérica

Empezar a definir qué tipo de dato se va a ingresar

Tecla función

Determinar qué tipo de tecla de función se presionó

Analizar si la tecla está habilitada en la ubicación del programa

Si la tecla está habilitada

Realizar la subrutina indicada para la tecla

Si la tecla no está habilitada

Indicar al usuario que no está habilitada la tecla

Retornar al programa principal

Fin Tarea

Dato a ingresar alfanumérico o numérico?

Dato a ingresar alfanumérico

Habilitar contador para teclas alfanuméricas

Activar contador para el tiempo de 1,5 s

Guardar temporalmente en una variable

Visualizar caracter temporal

Dato a ingresar numérico

Deshabilitar contador

Guardar número ingresado en una variable

Volver a barrido de teclado

Fin Tarea

Pasó 1,5 s?

Si pasó 1,5 s

Guardar caracter definitivamente

Reiniciar contador

Volver programa principal

No pasó 1,5 s

Detectar una nueva tecla presionada

Fin Tarea

Idéntica tecla o diferente tecla?

Tecla idéntica presionada

Cambiar el caracter mostrado en el LCD gráfico.

Volver a detectar si pasó el tiempo de 1,5 s

Presionó una tecla diferente

Guardar caracter anterior

Reiniciar contador

Volver programa principal

Fin Tarea

4.2.2.2 Manejo del LCD Gráfico

La realización de la programación del GLCD es de gran importancia, debido a que al ser la interfaz con el usuario, debe ser lo más amigable posible. Para ello, se toma en cuenta lo siguiente:

- Los caracteres por defecto presentados en el LCD gráfico son del tamaño de 8x8; es decir, para obtener letras de mayor tamaño se requerirá de una diferente programación y una subrutina determinada. En el caso de letras de datos ingresados por el usuario el tamaño es de 16x13 pixeles.
- Las pantallas que se presentarán en algunos casos deberán ser del mayor entendimiento del usuario, en este caso se utilizará la herramienta GRAPHIC CONVERTER, con la cual se puede graficar pantallas que incluirán instrucciones para el usuario.
- Es necesario que el usuario sepa la ubicación del caracter que está ingresando. Para ello, se requerirá tener un cursor del tamaño del caracter presentado, en algunos casos no es el tamaño por defecto.
- No se puede tener un control de la ubicación del cursor que existe por defecto en el LCD gráfico, por esta razón se deshabilitará éste y se creará un cursor que se mostrará en la ubicación conveniente, para una mejor visualización del usuario.
- Dentro de la presentación de la etiqueta, se presentará un gráfico que simule los datos que se imprimirán, para ello se requerirá colocar los datos en ubicación correcta para que el usuario visualice el dato que ingresó con la correspondiente leyenda.

Tomando en cuenta los puntos presentados, se procede a describir en un diagrama de flujo mostrado en la Figura 4.5 y a continuación el detalle del programa en lenguaje estructurado.

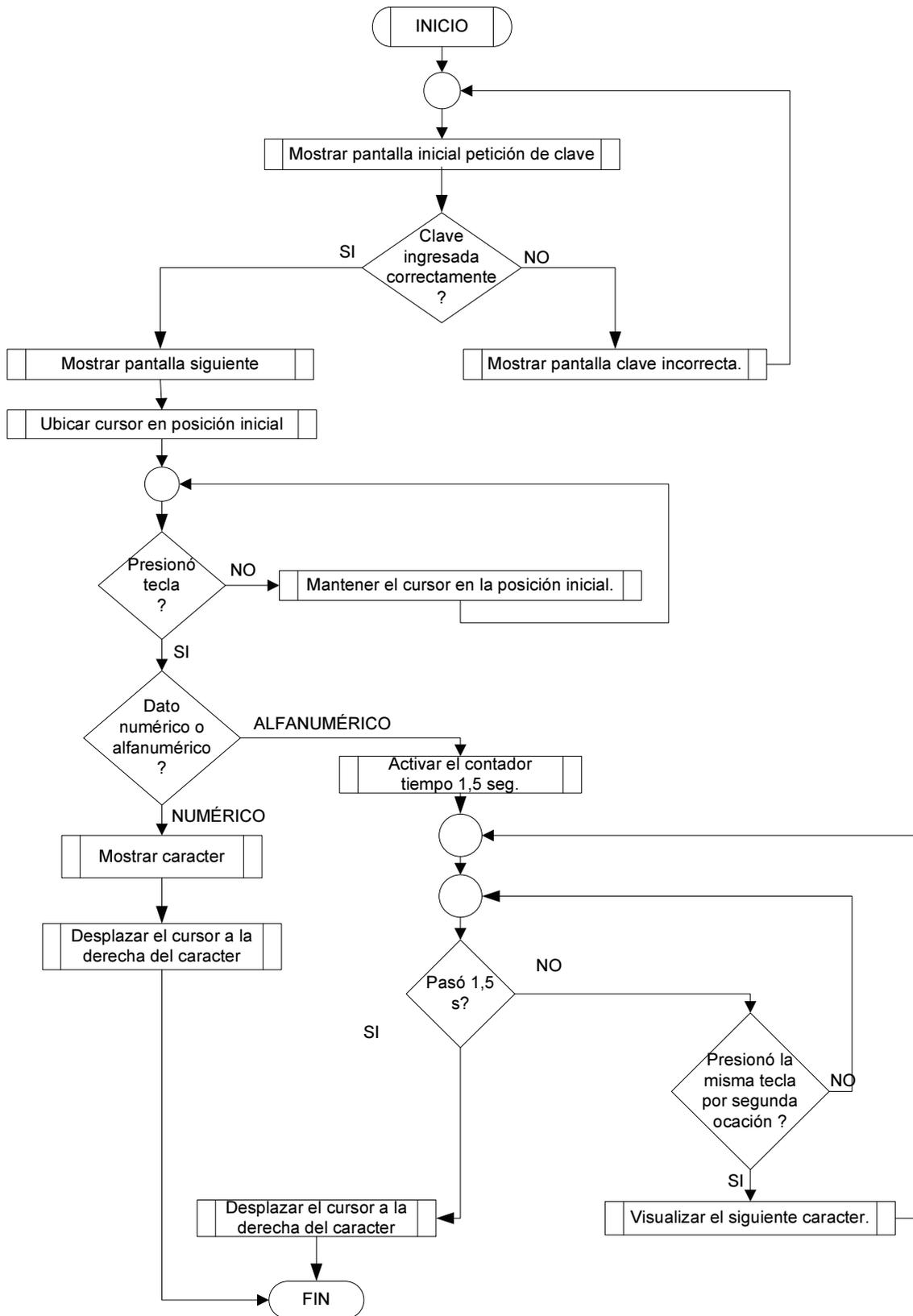


Figura 4.5 Diagrama de flujo del algoritmo de control del LCD gráfico

Mostrar pantalla inicial solicitud de clave

- Poner al cursor en la posición inicial (Centro-izquierda)
- Guardar tecla capturada
- En la posición donde se mostrará el caracter visualizar asterisco
- Clave numérica no habilitar tiempo de 1,5 s
- Restringir ingreso de clave hasta cinco caracteres

Fin Tarea

Clave ingresada correctamente

- Si** ingresó clave correctamente
 - Mostrar siguiente pantalla
 - Visualizar cursor en posición inicial
 - Esperar tecla presionada
- No** ingresó clave correctamente
 - Mostrar pantalla que indica clave incorrecta
 - Visualización durante 5s
 - Regresar pantalla solicitud de contraseña

Fin Tarea

Presionó tecla?

- Si** presionó tecla
 - Analizar la tecla presionada
 - Al presionar tecla de función que relacione con el GLCD
 - Si** presionó tecla de borrar caracter
 - Analizar si existe caracter para borrar
 - Si** existe caracter a borrar
 - Borrar caracter
 - Mover cursor a la derecha del caracter
 - Si** no existe carácter colocar cursor en la posición inicial
 - Si** presionó tecla de mover cursor para colocar en lugar deseado
 - Analizar si se podrá mover el cursor a la posición deseada
 - Si** se puede mover
 - Colocar al cursor a la derecha del caracter correspondiente
 - Al presionar tecla numérica y alfanumérica
 - Analizar tipo de dato ingresado
- No** presionó tecla
 - Seguir a la espera de presión de tecla
 - Mostrar el cursor en la posición correspondiente
 - Si** existe caracter a la derecha de éste
 - Si** no existe caracter en la posición inicial

Fin Tarea

Dato numérico o alfanumérico?

Dato numérico

- Mostrar caracter numérico
- No habilitar tiempo de 1,5 s
- Mostrar cursor a la derecha del carácter

Dato alfanumérico

- Activar tiempo de contador 1,5 s

Fin Tarea

Pasó tiempo 1,5 s?

Si pasó 1,5 s

Mostrar último caracter tomado.

Mover a la derecha del caracter el cursor

Volver a la espera de tecla presionada

No pasó 1,5 s

Mostrar último caracter tomado.

Mantener el cursor a la izquierda del caracter.

Fin Tarea

Presionó la misma tecla por segunda ocasión?

Si presionó la misma tecla

Tomar el siguiente caracter de una tabla

Mostrar el caracter en el GLCD

Volver a esperar una tecla presionada

No presionó la misma tecla

Analizar el caso presentado

Presionó diferente tecla

Si presionó diferente tecla

Mostrar último caracter tomado

Mover el cursor a la derecha de este caracter

Mostrar el primer caracter perteneciente a la tecla

No presionó ninguna tecla

Volver a analizar si el tiempo de 1,5 s pasó.

Fin Tarea

Una vez desarrollado, implementado y puesto a pruebas tanto el software y hardware del proyecto se describirá en el siguiente capítulo los resultados del mismo.

CAPÍTULO 5

PRUEBAS REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

En este capítulo se procederá a describir las pruebas realizadas, con el fin de determinar los errores que podrían presentarse y las mejoras que se deberían realizar para conseguir que el sistema trabaje conjuntamente con el operador.

Cabe mencionar que se realizaron tres tipos de pruebas. La primera prueba se realizó con la interface encargada de la subida de archivos planos al sistema interno y la actualización del inventario. La segunda fue enfocada a probar el hardware y software y su funcionamiento dentro del ambiente industrial. La tercera se realizó con el fin de probar el funcionamiento del software y hardware en conjunto con el adiestramiento del operador.

5.1 PRUEBA DEL MODULO EN AMBIENTE INDUSTRIAL

Las pruebas para comprobar el funcionamiento del hardware mostrado y de todos los elementos en conjunto dentro de la industria se realizaron de la siguiente manera:

- Se procedió a probar el módulo mostrado en la Figura 5.1 y su comunicación con el computador



Figura 5.1 Unidad Remota

- El siguiente elemento a ser probado fue el LCD gráfico. Se tenía que verificar si los caracteres y pantallas se podían visualizar de la mejor manera.
- El teclado se analizó para saber si cada tecla funcionaba de la manera requerida.
- La comunicación con la balanza. Conocer si los datos recibidos eran correspondientes a los pesados.
- Probar la generación de archivos .txt
- Probar la impresión de la etiqueta

Es importante decir, que existen limitaciones de corriente y de voltaje al trabajar en ambientes explosivos, por esta situación los valores de corriente indicados en el Capítulo 2 son datos de corriente medidos en las pruebas realizadas, puesto que los valores de consumo de corriente diferían de las hojas de datos de cada dispositivo.

5.1.1 FUNCIONAMIENTO LCD GRÁFICO

Al principio tanto la comunicación como las imágenes dentro del LCD gráfico no funcionaban correctamente, por ello se procedió a medir la corriente de todos los elementos que conforman la unidad remota.

Con estas medidas se concluyó que el LCD gráfico en conjunto con la comunicación RS-485 consumía la mayor parte de la corriente que entrega la fuente, que por ser intrínsecamente segura su capacidad se limita a 92mA a plena carga. Por tanto, la solución implementada fue que el Backlight del GLCD y la transmisión de datos hacia la PC funcionen alternadamente. Una vez realizadas las pruebas, se obtuvieron los siguientes datos de consumo de corriente mostrados en la Tabla 5.1.

DISPOSITIVO	CONSUMO DE CORRIENTE (mA)	
	Con LCD gráfico Sin Transmisión	Sin LCD Gráfico Con Transmisión
MAX485 – receptor	7	7
MAX485-transmisor	1	35

MAX232	8	10
ATMEGA64	20	20
78S05	5	8
LCD Gráfico 240x128	21	1
TOTAL (mA)	62	82

Tabla 5.1 Consumo de corriente alternando LCD y transmisión

Como se puede observar en la Tabla 5.1 el consumo de corriente alternando transmisión y LCD gráfico no excede la corriente nominal entregada por la fuente.

A pesar de que las pantallas y el tamaño de la letra eran del tamaño adecuado, se presentaron diferentes problemas, como fue la presentación de pantallas en el orden indicado.

Para ello se revisó el programa para determinar la falla y se solucionó el problema corrigiendo el puntero que dentro del programa indicaba la pantalla a presentarse. Este no incrementaba en algunas ocasiones, siendo esta la acción que permitía presentar la pantalla adecuada.

Esta prueba permitió conocer la intensidad de la luz apropiada del backlight. Además, se procedió a variar el valor del ancho de pulso de la PWM que controlaba el backlight. Con estas pruebas se determinó: que una visualización legible de la pantalla se consigue con un ancho de pulso del 50%, sin embargo para tener una visualización óptima se requería un ancho de pulso del 100%.

Después de ingresar los datos a manera de prueba y realizar las correcciones dentro del programa, el LCD gráfico presentó de manera legible y clara las pantallas solicitadas.

5.1.2 COMUNICACIÓN MÓDULO REMOTO – TERMINAL HAWK

En esta prueba, lo esencial era conocer la velocidad óptima para la comunicación. Con diferentes pruebas realizadas se pudo determinar las siguientes características:

- Velocidad de transmisión 9600 bauds.

- Paridad impar
- 8 bits de datos
- 1 bit de parada

Dentro de las pruebas que se realizaron para probar comunicación con el Módulo Remoto y el Terminal Hawk, se encontraron inconvenientes para determinar el tipo de formato con lo cual el microcontrolador recibía el peso. El problema radicó en el formato al momento de recibirlo, el cual era string y para calcular el peso total era indispensable cambiarlo a formato single, el cual es adecuado para manejar operaciones con decimales. Sin embargo, se pudo solucionar este problema con una instrucción del Bascom AVR, que permite la transformación de un dato en formato string a uno en formato single con los correspondientes decimales, con lo cual se consiguió una correcta comunicación con el Terminal Hawk.

5.1.3 COMUNICACIÓN PC- UNIDAD REMOTA

La prueba se realizó ingresando datos de órdenes de fabricación no existentes, debido a que los mismos no iban a ser enviados al sistema interno BaanERP, ya que el único objetivo era probar la comunicación.

Ingresados los datos y listos para el envío, se procedió a verificar la comunicación y revisar el tiempo de la transacción completa de datos, este tiempo no fue mayor a los 20s. Con los cambios requeridos tanto la comunicación como la visualización de la pantalla gráfica funcionaron satisfactoriamente.

5.1.4 PRUEBA IMPRESIÓN DE LA ETIQUETA

La impresión de la etiqueta que proporciona una información clara y concisa de la materia prima pesada y que ayudará al personal del departamento de producción a identificar la materia prima requerida funcionó de mejor manera. Los datos se imprimieron en el formato y con los valores correctos. Una de las etiquetas impresas se pueden observar en la Figura 5.2.



Figura 5.2 Etiqueta impresa en una de las pruebas

5.2 PRUEBA SUBIDA ARCHIVOS PLANOS

Se realizó con archivos en la extensión .txt creados por la interfaz realizada en LabView. Para estas pruebas se requirió de la ayuda del personal de sistemas de Pinturas Cóndor S.A.

5.2.1 CARPETAS DE ARCHIVOS

Para poder entender de mejor manera se describirá la utilidad de cada una de las carpetas de archivos utilizadas por la interfaz.

5.2.1.1 Error

En esta carpeta se almacenan los datos que al ser analizados por el Sistema Interno BaanERP presentan datos no identificados o no presentes para determinada Orden de Fabricación.

5.2.1.2 Datos

Dentro de esta carpeta serán guardados los archivos creados por la interfaz, para luego ser analizados por el Sistema Interno BaanERP. Es importante tomar en cuenta que una vez que son procesados correctamente el archivo deberá ser borrado.

5.2.1.3 Procesados

La carpeta contiene los archivos de datos que fueron procesados y no presentaron ningún error. Cabe mencionar que los datos que se suben deben ser compatibles con los presentes en el Sistema Interno BaanERP para no generar errores.

En la Figura 5.3 se puede observar los archivos que fueron sometidos a la prueba con el Sistema Interna BaanERP, los cuales no presentaron errores por lo cual se almacenaron en la carpeta procesado.

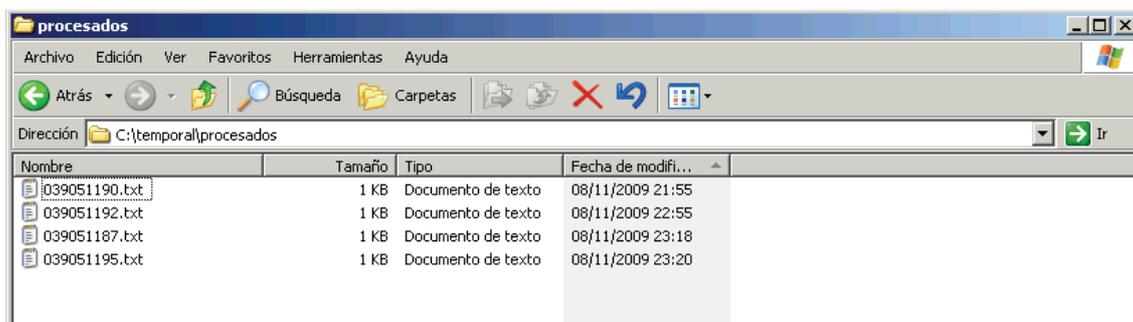


Figura 5.3 Archivos procesados por el Sistema Interno BaanERP.

5.3 PRUEBA USUARIO–MODULO REMOTO

En la prueba de la interfaz se requirió de la ayuda de los operadores que pesan la materia prima. Con esta prueba se pudo conocer las deficiencias que presentaba el módulo para que el operador pueda manipularlo de una manera sencilla.

La realización de esta prueba entregó los siguientes resultados:

- Para el ingreso de datos alfanuméricos el tiempo de espera para guardar definitivamente el caracter era de 3s. Sin embargo, al ser manipulado por el operador le resultaba un tiempo demasiado largo. Con esta observación se redujo el tiempo hasta 1,5 s.
- La leyenda utilizada para solicitar al operador el código de materia prima era MP, el cual le resultó confuso debido a que algunos de estos códigos contenían este término (asumían que no debían ingresar el mismo). Con lo cual se solicitó cambiar la leyenda de solicitud a Materia prima como se puede observar en la Figura 5.4.



Figura 5.4 Pantalla Solicitud Código Materia Prima

- El proyecto de titulación fue planteado para diseñar una red con cuatro balanzas existentes en Pinturas Cóndor S.A. Por esta razón, las materias primas registradas dentro del programa del microcontrolador fueron 360. Sin embargo, las materias primas pesadas en la balanza en la cual se incorporó el módulo sólo son 4. Para un mejor control, el operador solicitó registrar únicamente las 4 materias primas correspondientes al pesaje de nitrocelulosa (MP-373, MP-376, MP-375 y MP-377).

Todas estas correcciones fueron realizadas y se comprobó que la unidad remota estaba en la mejor condición para realizar una prueba global del sistema.

Una vez realizadas las pruebas básicas de funcionamiento del sistema, se procedió a comprobar el funcionamiento del mismo en comunicación con el sistema interno BaanERP.

5.4 PRIMERA PRUEBA GLOBAL DEL SISTEMA

La prueba se realizó con la participación del personal de Sistemas, Jefe y operarios de Bodega de Materia Prima de Pinturas Cóndor S.A. El objetivo de esta prueba fue analizar el funcionamiento del proyecto y su interacción con el sistema Interno BaanERP. Además, se buscó conocer la dificultad que podrían tener los operadores al manipular el sistema, tanto en la unidad remota como al momento de revisar el inventario dentro del Sistema Interno.

La prueba entregó los siguientes resultados:

- El número de lote utilizado para el pesaje corresponde a un código asignado por Bodega de materias primas, el cual, no es correspondiente al número de lote registrado dentro del Sistema Interno BaanERP. Por esta causa, se produce una incompatibilidad del proyecto con el Sistema Interno BaanERP, ya que uno de los valores críticos a ingresarse es el número de lote, y con el cual se cumpliría el objetivo principal del presente proyecto. Sin embargo, este factor tendrá que ser solucionado por el personal de Bodega de Materia Prima, debido a que para tener un control correcto del inventario debe existir compatibilidad. Cabe mencionar que esto es solicitado por el CONSEP.
- Para que la subida de datos al Sistema Interno BaanERP sea automática, se requerirá que la interfaz realizada en LabVIEW tenga la capacidad de iniciar una sesión del programa BaanERP correspondiente al pesaje de materias primas. Este requerimiento será probado en la siguiente prueba.

5.5 SEGUNDA PRUEBA GLOBAL DEL SISTEMA

La segunda prueba fue realizada con el objetivo de comprobar el funcionamiento del sistema con los cambios que se realizaron en las pruebas anteriores. Los datos, además de ser verificados por el Sistema Interno BaanERP, deberán actualizar el consumo de Materia Prima dentro del inventario. Este es otro punto que se tratará de comprobar en esta prueba.

Nuevamente la prueba fue realizada con la ayuda del personal de la planta antes mencionado. Una de las razones por las cuales se requiere de su ayuda, cabe aclarar, es debido a que la customización que es el software utilizado como intermediario entre el proyecto y el Sistema BaanERP requiere una especial programación, la cual fue realizada por el personal de sistemas de Pinturas Cóndor S.A. La prueba entregó los siguientes resultados:

- El parámetro solicitado en la prueba anterior de iniciar una sesión del Sistema Interno BaanERP fue cubierta y realizada correctamente, con esto se cumplió con los objetivos planteados, por lo que los siguientes puntos descritos son problemas relacionados con el personal de sistema y el software intermediario utilizado.

- Dentro del proceso de producción de pinturas, las materias primas pesadas no siempre son exactamente igual a las que utiliza el departamento de producción, ya que el personal requiere pesar y aumentar determinada materia prima. Sin embargo, para este nuevo pesaje el sistema interno no sugiere un número de lote, por lo que el personal de sistemas deberá realizar una programación que permita generar una sugerencia de lote para estos aumentos.
- Como se mencionó anteriormente, el sistema Interno BaanERP genera una sugerencia de despacho, que es utilizada por el operador para el pesaje de las diferentes materias primas. Esta sugerencia al finalizar es descargada automáticamente del inventario; sin embargo, los datos generados por el presente proyecto también realizan la misma operación. Por lo tanto, dentro del sistema Interno se consumirá por dos ocasiones la misma materia prima. Siendo éste un problema que deberá ser resuelto por el personal de sistemas.

Luego de las pruebas realizadas se podrá decir que el alcance del presente proyecto, propuestos por Pinturas Cóndor S.A, fue cumplido en su totalidad. La unidad remota cumplió con los objetivos planteados, recolectó los datos ingresados, tomó el peso desde el correspondiente indicador, envió los datos de manera satisfactoria e interactuó con el operador de una manera sencilla y dentro de su lugar de trabajo. Los problemas que se detallan, vale reiterar, deberán ser resueltos por el Departamento de Sistemas.

La interfaz con el Sistema BaanERP, desarrollada en LabView, funcionó satisfactoriamente: generación de archivos .txt compatibles con el sistema interno, comunicación con la unidad remota en modo maestro, impresión de una etiqueta de identificación de la materia prima pesada, iniciar sesión con el Sistema BaanERP para la actualización del inventario.

Con los resultados obtenidos de las diferentes pruebas realizadas se procederá a determinar las conclusiones y recomendaciones derivadas del presente proyecto.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se describen las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado luego de los resultados obtenidos de este proyecto de titulación.

6.1 CONCLUSIONES

- 📖 La selección de protecciones y niveles de voltaje y corriente que deben manejar los dispositivos dependen del lugar donde van a ser instalados. Por tanto, se concluye que es primordial realizar una clasificación correcta del área de trabajo, para lo cual se debe tomar en cuenta el Código Eléctrico Nacional, ya que define las características de las instalaciones eléctricas que se debe implementar.
- 📖 Cuando se debe trabajar con una fuente de energía limitada, manejar periféricos como GLCD y teclado; es preferible utilizar un microcontrolador AVR ya que se caracterizan por su bajo consumo de potencia, capacidad de memoria de programa y a la cantidad de herramientas de desarrollo del fabricante. La pantalla gráfica posibilita dar un mejor detalle de los datos y funciones del módulo. Adicionalmente, el teclado matricial permite ahorrar recursos del microcontrolador debido a que necesita pocas líneas de control para un número considerable de teclas. En consecuencia, se puede tener teclas dedicadas tanto para funciones especiales como para el ingreso de datos.
- 📖 El nuevo sistema de adquisición de datos permite llevar un histórico con datos reales sobre las materias primas pesadas utilizadas en el proceso de producción de la empresa. Este histórico, contiene datos como nombre del operador, masa de la materia prima, número de lote y el número de Orden de Fabricación. Esta información facilita la justificación de consumos de materia primas reguladas por el CONSEP.

- 📖 Para facilitar el ingreso de datos el nuevo sistema de adquisición implementado está formado por dos interfaces (la primera está en la PC y la segunda en el módulo que es utilizado por el operador); las cuales permiten registrar el consumo de materia prima eficazmente. En las pruebas se demostró que esta idea fue acertada.
- 📖 La impresión de la etiqueta con los datos reales de la materia prima conlleva a que los operadores cumplan más prolijamente con los requerimientos dados en la hoja de sugerencia. Sin el sistema de adquisición, la masa escrita por el operador en la etiqueta coincidía con la sugerida; pero en la realidad su masa generalmente estaba excedida en dos o más kilos. Una de las consecuencias de este tipo de prácticas es el aumento del costo de producción del producto. De aquí se puede concluir que el proyecto cumple con uno de sus objetivos principales.
- 📖 De todas las pruebas realizadas, con la presencia del personal de la empresa y después de escuchar los comentarios favorables de los mismos, se puede concluir que el proyecto cumplió con todas las expectativas de la empresa.
- 📖 Desarrollar el programa de forma modular permite encontrar más fácilmente solución a la problemática planteada. Además, la depuración de errores se vuelve más simple ya que pueden ser tratados individualmente.
- 📖 Dependiendo de la aplicación, es mejor diseñar un conversor a puerto USB que uno a puerto serial de conector tipo DB9, ya que la fuente de alimentación para el circuito puede ser la que da el puerto USB. Adicionalmente, en el mercado existen circuitos integrados que facilitan este proceso; no necesitan programación alguna y su circuitería adicional es muy simple.
- 📖 Es importante que la interfaz del módulo aparte de ser sencilla, en lo posible se debe procurar que sea amigable con el usuario. Es más fácil que la interfaz sea acoplada al operador que éste se acople a ella. De las pruebas con los operadores, éstos se demostraron receptivos a la

interfaz diseñada. Por lo tanto, la opinión y cualidades de los usuarios de los equipos o HMI son un aspecto importante que se debe tomar en cuenta al momento de diseñarlos, ya que el éxito de dispositivo no sólo depende de lo que puede hacer sino también del uso que le den las personas que lo manejan.

6.2 RECOMENDACIONES

- 📖 Para la futura implementación de las unidades remotas, se recomienda tomar en cuenta el sitio donde será instalado el módulo para elegir su carcasa. Los requerimientos para aplicaciones indoor son diferentes a los que se debe cumplir al implementarlo en ambientes outdoor. Las principales consideraciones a tomar en cuenta implican: la clasificación del área según el Código Eléctrico Nacional, el acceso al módulo, capacidad para contener situaciones climáticas extremas, entre otras.
- 📖 En el caso de contar con mayor presupuesto, se recomienda adquirir los terminales de tecnología actual como el IND560 ó el IND780 ya que permiten el ingreso de datos y configurar plantillas de impresión.
- 📖 Los indicadores o terminales deben tener un puerto de comunicación que cumpla con el estándar RS-232 ya que el módulo está diseñado para trabajar con éste. En el caso de no tenerlo, se recomienda agregar un conversor diseñado para trabajar en el área donde va a ser instalado.
- 📖 Se recomienda que el personal de sistemas realice los cambios a la customización de manera rápida; ya que esto retrasa la subida de los datos al sistema BaanERP.
- 📖 De la experiencia adquirida durante el desarrollo de este proyecto, se recomienda que la institución procure establecer más contactos hacia las empresas, esto debido a la invaluable experiencia que se puede adquirir al realizar un proyecto real industrial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS Y MANUALES

- [1] METTLER TOLEDO. Manual Técnico del HAWK Terminal. 2000
- [2] METTLER TOLEDO. Manual Técnico del Indicador 8530. 1996
- [3] METTLER TOLEDO. Manual Técnico del Indicador 8141. 1996
- [4] METTLER TOLEDO. Datos Técnicos IND560. 2007
- [5] METTLER TOLEDO. Datos Técnicos IND780. 2005
- [6] MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPAÑA. Guía Técnica de Aplicación–Anexos. 2003. http://www.ffii.nova.es/puntoinfomcyt/Archivos/rbt/guias/guia_bt_anexo_1_sep03R1.pdf
- [7] ING. PACHECO, Manuel. Clasificación de Areas Peligrosas. 2003. <http://www.pemex.com/files/standards/definitivas/NRF-036-PEMEX-2003.pdf>
- [8] INFOR ERP BAAN. Descripción General del Producto. 2010. <http://latinamerica.infor.com/11285771/1131152/1598340/>
- [9] RODRIGUEZ, Aquilino. Sistemas Scada. Marcombo 2da Edición. Barcelona. 2007.
- [10] MAXIM Integrated Products. Datasheet MAX-232.
- [11] CANTO, Carlos. Teclado Matricial. http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/microprocesadores/EL_Z80_PDF_S/20_TECLADO_MATRICIAL.PDF.
- [12] ATMEL Corporation. ATmega64. 2003.
- [13] BELDEN. Hoja Técnica Cable 3107A. 2005.
- [14] NORMA TIA/EIA -485, página 9, figura 8b.
- [15] ATMEL Corporation. AVR042: AVR Hardware Design Considerations. 2010.
- [16] All Power Microcontroller. Specification for LCD Module 240x128. Quito
- [17] METTLER TOLEDO. 0919-0044/0964-007 Hazardous Area Power Supply Technical Manual. 2007
- [18] FTDI CHIP. FT232R USB UART. 2005. <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/144591/FTDI/FT232RL.html>
- [19] NATIONAL INSTRUMENTS. AYUDA DE LABVIEW 8.6.1.

ANEXOS

ANEXO A



HAWK Terminal Specifications	
Displayed Resolution	Up to 10,000d
Physical Dimensions (W x D x H)	260 mm x 160 mm x 145 mm 10.2 in x 6.2 in x 5.6 in
Construction	ABS plastic
Power	10.2 VDC / 0.15 A (AC transformer included) or six "D" cells
Battery Life	Up to 500 hrs with six "D Cell" batteries powering one 350 ohm load cell
Environment	General purpose, dry.
Display	Six-digit, 25 mm / 1 in tall, high contrast, LCD
Scale Type	Analog: Suitable for 2mV/V and 3mV/V load cells Can power up to four 350 ohm load cells
Keypad	4 color-coded, tactile-feel keys ZERO, TARE, FUNCTION, and PRINT
Approvals	UL Listed Canada Weights and Measures AM-5318 US Weights and Measures CoC #99-054
Operating Temperature	-10°C to 40°C (14°F to 104°F) with 10 to 95% relative humidity, non-condensing
Storage Temperature	-20°C to 60°C (-4°F to 140°F) with 10 to 95% relative humidity, non-condensing
Data Output	ASCII via RS-232 standard
Weighing Units	Pounds, kilograms and grams

Table 1-1

2

Load Cell and Serial Port Connections

Load Cell Wiring

Load Cell Terminal Strip Signal Names for HAWK Terminal

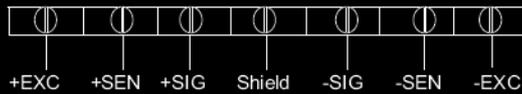


Figure 2-1

Standard METTLER TOLEDO Light Capacity 6-wire Load Cell Color Code

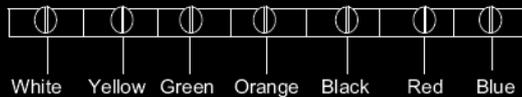


Figure 2-2

Note that jumpers JUMP 1 and JUMP 2 (Figure 2-5) on the Controller PCB are NOT shorting the pins in this configuration.

Standard METTLER TOLEDO Heavy Capacity 6-wire Load Cell Color Code

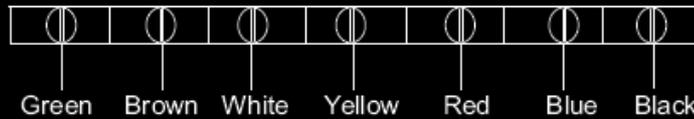


Figure 2-3

Note that jumpers JUMP 1 and JUMP 2 (Figure 2-5) on the Controller PCB are NOT shorting the pins in this configuration.

Standard 4-wire Load Cell Color Code

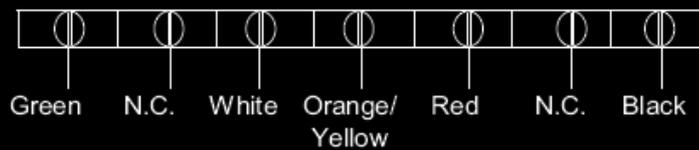


Figure 2-4

Note that jumpers JUMP 1 and JUMP 2 (Figure 2-5) on the Controller PCB MUST BE shorting the pins in this configuration.

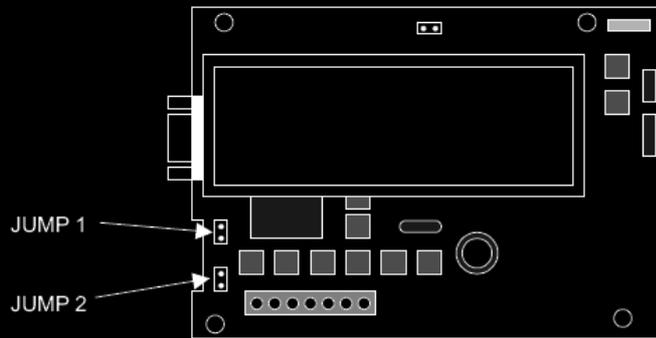


Figure 2-5

Serial Port Connections

NOTE: The bidirectional capability was added in version 2.0 software. Previous versions do not have this feature.

The HAWK terminal provides a bi-directional RS-232 port as standard. This port may be used to send data to or receive commands from a computer, printer, or other serial device. The following chart (Table 2-1) describes the pin configuration of the 9 pin D-Sub female connector on the side of the HAWK terminal. The maximum recommended cable length for RS-232 communications is 50 feet (15 meters).

Pin	Signal	Description
1		Not Connected
2	RxD	Receive Data
3	TxD	Transmit Data
4		Not Connected
5	Gnd	Logic Ground
6		Not Connected
7		Not Connected
8		Not Connected
9		Not Connected

Table 2-1

Table 2-2 shows the ASCII commands that may be used to communicate with the HAWK scale via the serial port. A more complete explanation is given in Appendix 3.

ASCII Command	Function Performed in the WILDCAT Scale
C	Clear Tare
T	Tare
P	Print
Z	Zero

Table 2-2

M8141

**INDICATOR
INTRINSIC SAFE
INSTRUMENT**



1.2 Specifications

Analog Input

Sensitivity: .3 uv/grad minimum
 Full Scale Range: 15mV

Load Cell Excitation

Voltage: 5 VDC, gated
 Load: 4 - 350 ohm load cells maximum

Analog to Digital Conversion

Type: Triple slope ratiometric
 Resolution: 50,000 Displayed graduations
 10,000 Displayed NBS approved
 Conversion Rate A/D: 8/Sec

Calibration

Digital: Access through keyboard

Accuracy

Span temperature coefficient: -12ppm/ ° C
 Zero temperature coefficient: - 0.1 uV/ ° C
 Linearity: +/- .01% Full Scale

Front Panel Display

Type: LCD, 1" high, 1/2" wide, 6 digit, 7 segment
 Annunciators: LCD, for Gross, Tare, Not, lb. Kg, Setpoint, Zero, I.D., Time, Date, Battery Low, Setup
 Power: Heavy duty intrinsically safe rechargeable battery pack or 120 V AC hazardous area power supply with an intrinsically safe output.

Environment

Operating Temperature: -10° to +40 ° C
 Humidity: 0 - 95% relative humidity, non- condensing

1.2 Specifications (Continued)

Physical

Construction:	Main PCB consisting of analog to digital processing, LCD display and keyboard interface
Enclosures:	NEMA I desk top or wall mount stainless steel
Dimensions:	Desk - 8.4" high x 12.6" wide x 6.5" deep Wall Mount - 11.25" high x 13.88" wide x 5.5" deep

1.2.1 Battery Pack 0964-0004 10 Amp hour -20/M8141, 8 Amp hour -40/M8141, 12.5 Amp hour, 900354 00A 12.5 Amp hour, 8 and 12.5 Amp hour batteries are obsolete February, 1989

Construction:	6 cell battery with current limit circuits
Enclosure:	Housed in a stainless steel enclosure suitable for wall or desk mounting.
Dimensions:	2.4" high x 9.3" wide x 5.8" deep - 8 Amp hour 5.3" high x 9.8" wide x 5.8" deep - 12.5 Amp hour 4.4" high x 9.7" wide x 5.6" deep - 10 Amp hour
Specifications:	Cycle life 200 cycles

1.2.2 Battery Charger

Type:	Constant voltage
Construction:	Single PCB with internal transformer
Enclosure:	NEMA I desk top w/stainless steel cover
Dimensions:	2.6" high x 4.3" wide x 3.8" deep



M8530

DigiTOL

INDICATOR

C. PRELIMINARY INSPECTION

Inspect the outer case for loose or damaged parts. IF ANY DAMAGE IS FOUND, IMMEDIATELY NOTIFY THE FREIGHT CARRIER.

D. ENCLOSURES

The 8530 is categorized by Factory Numbers that determine the type of enclosure and whether the unit is U.S./ Canada 120VAC, 60 hertz or International 220/240VAC, 50/60 hertz. The following is a listing of 8530 Factory Numbers:

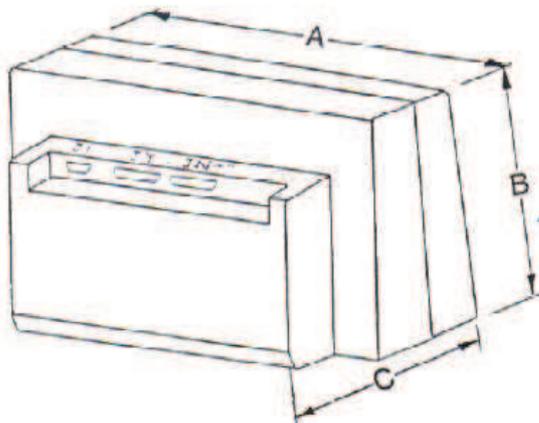
ENCLOSURE	DESCRIPTION	FACTORY NUMBER
Desk Mount,	120VAC, 60hz	8530-0001
Wall Mount,	120VAC, 60hz	8530-1001
Rack Mount,	120VAC, 60hz	8530-2001
Desk Mount,	220/240VAC 50/60hz	8530-0011
Wall Mount,	220/240VAC 50/60hz	8530-1011
Rack Mount,	220/240VAC 50/60hz	8530-2011

1. Opening Procedure and Dimensions

1.1 DESK MOUNT

The desk unit is opened by removing the four screws from the corners of the rear cover. Be careful not to damage the keyboard harness when removing the front cover. When installing the screws DO NOT overtighten.

Allow an additional 2" (50.8mm) at the rear of the enclosure for load cell and I/O cable assemblies, and an additional 3" (76.2mm) at the right of the enclosure for access to the AC power cord.



Rear View

Dimensions: A 12.50"/317.5mm
B 8.00"/203.2mm, C 7.00"/177.8mm

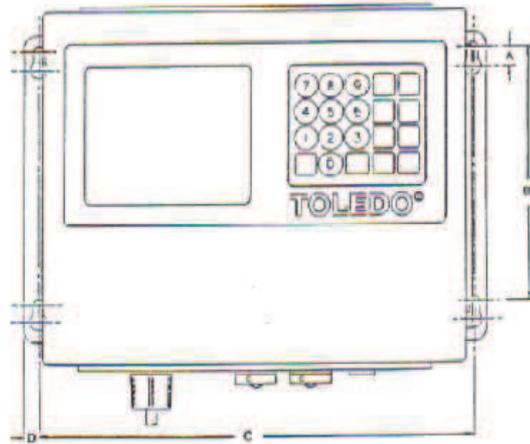
1.2 WALL MOUNT

The wall mount enclosure is stainless steel. An optional stainless steel stand is available for this enclosure via Factory Number 0917-0052, Part Number A116271 00A.

The wall unit is opened by flipping the wing-type handle of each fastener up and turning them 180 degrees counter clockwise. One of these fasteners requires use of an 11/16 hex head wrench (required by U.L.). Loosen the hinge fasteners on the left end last (Be sure to loosen both of them at the same time to prevent jamming).

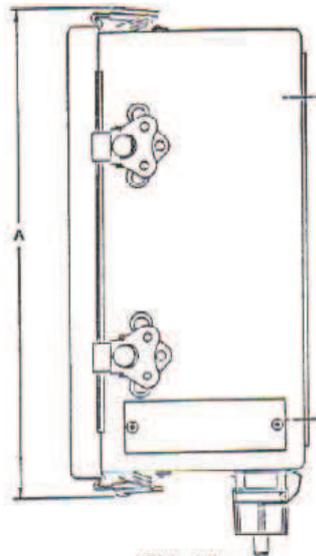
A small tube of sealant is supplied with each wall unit. Save this tube. It will be used after setup to ensure a water tight seal.

Allow 6" (152.4mm) extra space at the bottom of the enclosure for load cell and I/O cable assemblies.

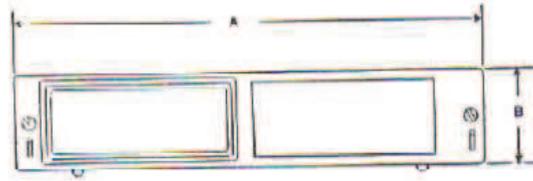


Front View

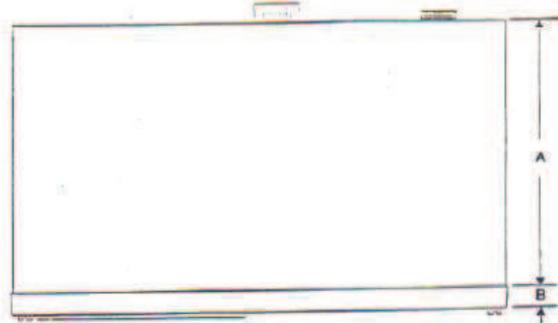
Dimensions: A 0.50"/12.7mm
B 7.38"/187.5mm, C 13.38"/340.0mm
D 0.38"/9.65mm



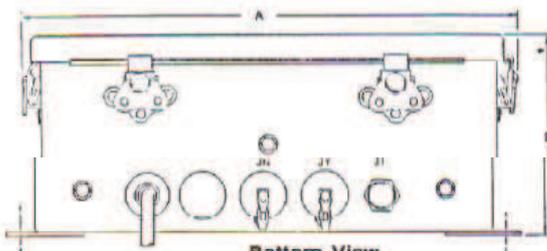
Side View
Dimensions: A 11.25"/285.75mm



Front View
Dimensions: A 17.00"/431.8mm
B 3.50"/ 8.89cm



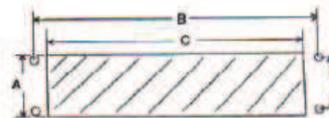
Top View
Dimensions: A 8.49"/215.6mm
B 0.69"/ 17.5mm



Bottom View
Dimensions: A 13.88"/352.6mm
B 5.50"/ 139.7mm



Side View
Dimensions: A 9.37"/238.0mm



Panel Cutout
Dimensions: A 3.375"/85.7mm
B 18.375"/466.7mm C 16.875"/428.6mm
D 3"/76.2mm

1.3 RACK MOUNT

The rack mount enclosure is opened by loosening the two front panel screws and sliding the chassis out of the outer case. Remove the three screws that retain the lid to the inner cover to gain access to the electronics.

Allow an additional 3" (76.2mm) at the rear of the enclosure for access to load cell, I/O cable assemblies, and AC power cord.

The rack mount enclosure has two optional kits that assist in mounting into a rack or panel. The part numbers for these kits are:

Rack - Factory Number 0917-0005,
Part Number 095410 00A

Panel - Factory Number 0917-0005,
Part Number 106299 00A

Drill and countersink holes for 10-32 flathead screws.

Single DLC Scale Base to 8530 Connections			
Scale Base	8530-J1	FUNCTION	
	Desk/Rack	Wall	
1<- RED	1	A	RxD (A)
4<- WHITE	4*	D	RxD (B)
5<- GREEN	5	E	+22VDC
6 - YELLOW	-> 6	F	TxD (B)
7 - BLUE	7	G	GND
8 - BLACK	-> 8	H	TxD (A)

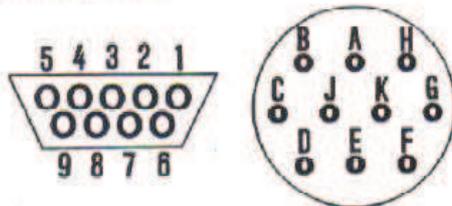
*Not all bases will have this connection. Refer to the technical manual supplied with scale base.

NOTE: The arrows in the Scale Base to 8530 connections chart indicate the signal or power direction. e.g. an arrow pointing to the scale base, means that the signal is supplied by the 8530 and is being sent to the scale base.

Wall mount enclosures require potting after soldering is complete. The Potting Kit part number is 125839 00A. A Universal Cleaning Kit to prepare the surface for potting is part number 125875 00A.

Refer to the technical manual supplied with the scale base for more details on installation.

Shown following are the rear views of the mating connectors for the 8530 Wall Mount (circular connector), Desk Mount, and Rack Mount enclosures. They are displayed as they would be viewed to be soldered in an actual installation.



REAR VIEW - Load Cell Mating Connectors

1.2 Autorange Selection

Autorange (selected via Step 13 of Set-up) enables the 8530 to split the scale capacity into two ranges. The lower range, equaling 50% of the scale capacity, has an increment size that is smaller than the high range increment size enabling more accuracy and finer readings at the lower 50% of full scale. Refer to Section IV-C, Step 13 for more details on Autoranging. In order to determine if a particular combination of increment sizes and scale capacity is acceptable, the following two calculations must be performed.

$$\text{Required Counts} = \frac{(\text{Desired scale capacity}) \times 10}{(\text{Desired Low Range increment Size})}$$

Find the model number of the digital base used in Chart 1 then note the output counts at rated capacity for the particular capacity of base used. Use these values for the calculation of actual counts.

Scale Base Model No.	Rated Capacity	Output Counts at Rated Capacity (lb/kg)
1992-0001	50lb	525,000
1992-0002	100lb	525,000

CHART 1*

*Chart 1 will be expanded as additional Toledo Digital Load Cell Bases are released.

Results:

1. If the Required Counts are less than or equal to the Actual Counts, the scale will calibrate correctly.
2. If the Required Counts are no more than twice the Actual Counts, the 8530 will adjust the integration factors in the digital load cell so that the scale will calibrate correctly.
3. If the Required Counts are more than twice the Actual Counts, either the Scale Capacity must be lowered or the Low Range Increment Size must be increased so that a recalculation of the Required Counts is less than twice the number of Actual Counts

NOTE: The number of required counts cannot exceed 600,000 when a digital load cell is used. If the calculated required counts does exceed 600,000 counts, either the scale capacity must be lowered or the low range increment size must be increased so that a recalculation of the required counts is less than 600,000 counts.

Example: Model 1992-0002 Digital Scale Base

Rated Capacity - 100 pounds

Scale Capacity - 100 pounds (entered in Step 14 during Set-up)

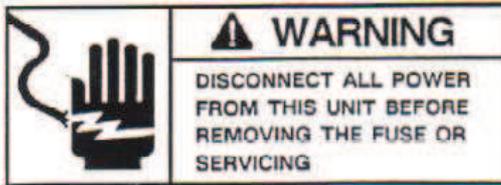
High Range Increment Size - 0.01 lb (entered in Step 15 during Set-up)

Low Range Increment Size - 0.005 lb (entered in Step 17 during Set-up)

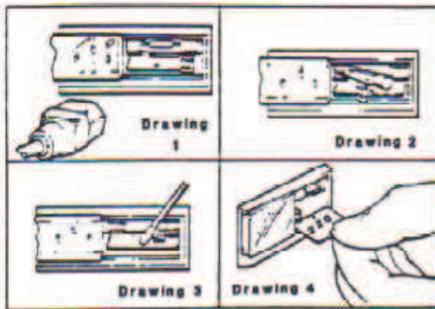
These selections would allow the Model 8530 to weigh from zero to 49.995 pounds by 0.005 lb increments then from 50 pounds to 100 pounds by 0.01 increments. The calculations are:

$$^* \text{Required Counts} = \frac{100 \times 10}{0.005} = \frac{1000}{0.005} = 200,000 \text{ Counts}$$

E. AC POWER SETTINGS



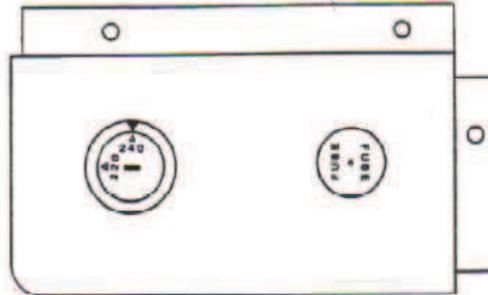
8530's with Factory Numbers 0001, 1001, and 2001 are NOT field selectable. Shown in Drawings 1 and 2 is the Power Input Module for the Desk and Rack Mount 8530's (Factory Numbers 0001 and 2001). The module allows access to the fuse (shown in Drawing 2). Located under the fuse is a printed circuit board that MUST be left as set from the factory.



8530's with Factory Numbers 0011, 1011, and 2011 are selectable between 220 and 240VAC. The same Power Input Module used for the Desk and Rack Mount 8530's, Factory Numbers 0001 and 2001, is used for 8530's with Factory Numbers 0011 and 2011. The voltage selection is done by removing the printed circuit board with a tool similar to a small screwdriver (as shown in Drawing 3), then inserting the printed circuit board with the desired voltage level readable as the printed circuit board is inserted. Selecting 220VAC is shown in Drawing 4 as an example.

8530's with Factory Number 1011 are selectable per the 220/240VAC selector switch shown in Drawing 5. The switch is shown as selecting 240VAC. To select 220VAC insert the blade of a small flat-blade screwdriver into the slot shown at the center of the switch and turn clockwise.

Drawing 5



F. 8530 TO DIGITAL LOAD CELL CONNECTIONS

NOTE: From this point forward in this manual the term "Digital Load Cell" will be referred to as "DLC".

CAUTION

The connection between the DLC and the 8530 MUST NOT BE disturbed or unplugged with AC power applied to the 8530 or within 5 seconds after AC power is removed. The cable assembly must be wired per the pinout supplied following and NOT as an analog load cell. Damage could result to either the scale base or the 8530 Main Logic PCB.

1. Single Digital Load Cell Bases

1.1 Wiring

Toledo Scale Single DLC Bases will include a 10 foot cable that is open ended on the 8530 end of the cable. Each 8530 will be shipped with an appropriate mating connector for the 8530 J1 connector. The supplied mating connector will need to be soldered to the open end of the cable. The wiring of this cable is shown following. Toledo Scale recommends a maximum cable length of no longer than 50 feet. Lengths longer than 10 feet can be ordered through Toledo Scale under part number 510624370. Specify the length required when ordering. This cable does not include the load cell connector. Connector part numbers are given in Section V-V of this manual and the scale base technical manual.

DLC cable runs between the 8530 and the scale base should not be run within 6" of any power or signal lines. When running the cable in conduit there should be no other power or signal lines sharing the conduit and the conduit should not be run any closer than 6" to any other conduit or power sources.

ANEXO D

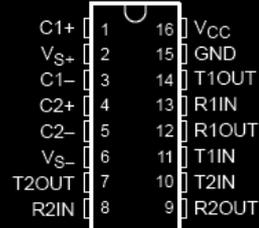
MAX232L

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 30 -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 30 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

T _A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube	MAX232D	MAX232
		Tape and reel	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232DW	MAX232
		Tape and reel	MAX232DWR	
SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR	MAX232	
-40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube	MAX232IN	MAX232IN
	SOIC (D)	Tube	MAX232ID	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232IDW	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

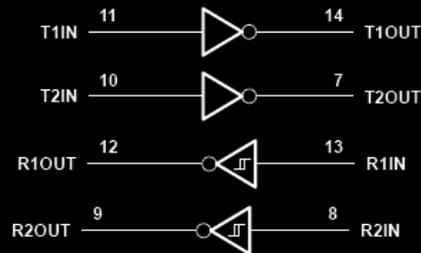
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	–0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	–0.3 V to –15 V
Input voltage range, V_I : Driver	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	± 30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	73°C/W
DW package	57°C/W
N package	67°C/W
NS package	64°C/W
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C
Storage temperature range, T_{stg}	–65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.
2: The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions
recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage (T1IN, T2IN)	2			V
V_{IL}	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)			0.8	V
R1IN, R2IN	Receiver input voltage			± 30	V
T_A	Operating free-air temperature	MAX232	0	70	°C
		MAX232I	–40	85	

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 3 and Figure 4)

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
I_{CC}	Supply current	$V_{CC} = 5.5$ V,	All outputs open,		8	10	mA
		$T_A = 25^\circ\text{C}$					

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5$ V and $T_A = 25^\circ\text{C}$.
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5$ V ± 0.5 V.



MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

DRIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V _{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT R _L = 3 kΩ to GND	5	7		V
V _{OL}	Low-level output voltage‡	T1OUT, T2OUT R _L = 3 kΩ to GND		-7	-5	V
r _o	Output resistance	T1OUT, T2OUT V _{S+} = V _{S-} = 0, V _O = ±2 V	300			Ω
I _{OS} §	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT V _{CC} = 5.5 V, V _O = 0		±10		mA
I _{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN V _I = 0			200	μA

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SR	Driver slew rate	R _L = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/μs
SR(t)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/μs
	Data rate	One TOUT switching		120		kbit/s

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

RECEIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V _{OH}	High-level output voltage	R1OUT, R2OUT I _{OH} = -1 mA	3.5			V
V _{OL}	Low-level output voltage‡	R1OUT, R2OUT I _{OL} = 3.2 mA			0.4	V
V _{IT+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C		1.7	2.4	V
V _{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	0.8	1.2		V
V _{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5 V	0.2	0.5	1	V
r _i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN V _{CC} = 5, T _A = 25°C	3	5	7	kΩ

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

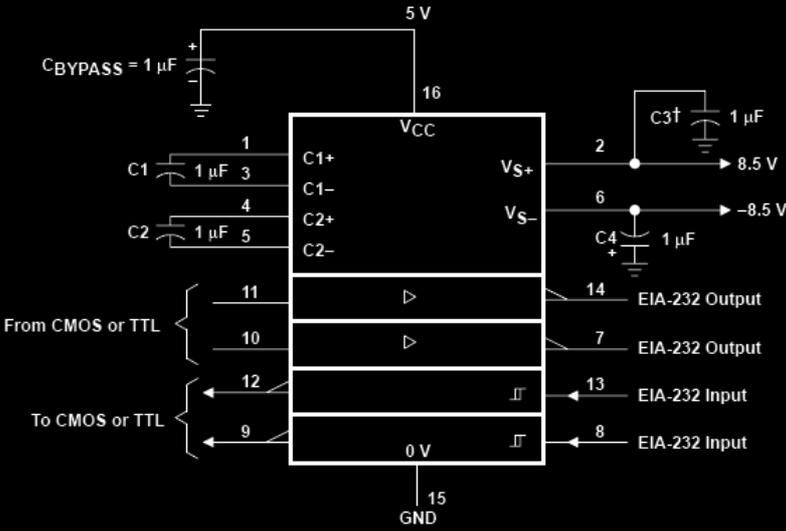
switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3 and Figure 1)

PARAMETER		TYP	UNIT
t _{PLH(R)}	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	500	ns
t _{PHL(R)}	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	500	ns

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.



APPLICATION INFORMATION



† C3 can be connected to V_{CC} or GND.

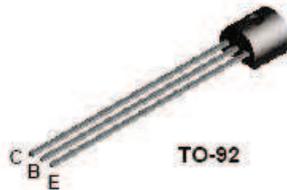
Figure 4. Typical Operating Circuit

ANEXO E

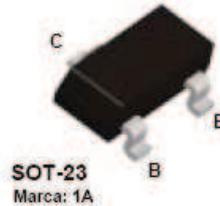
2N3904



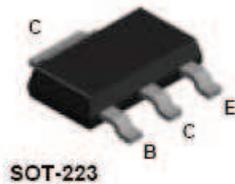
2N3904



MMBT3904



PZT3904



2N3904 / MMBT3904 / PZT3904

Amplificador NPN de propósito general

Este dispositivo está diseñado a modo de amplificador y enchufe de propósito general. El margen dinámico útil se extiende a 100 mA en el caso del enchufe y a 100 MHz en el caso del amplificador. Fuente obtenida de Process 23.

Especificaciones máximas absolutas*

TA = 25°C si no hay contraindicación

Símbolo	Parámetro	Valor	Unidades
V _{CEO}	Tensión colector-emisor	40	V
V _{CBO}	Tensión colector-base	60	V
V _{EB0}	Tensión emisor-base	6,0	V
I _C	Corriente del colector - c ontinua	200	mA
T _J , T _{stg}	Margen de temperaturas de la conexión de almacenamiento y funcionamiento	-55 to +150	°C

*Estos valores son limitados y sobrepasarlos puede afectar a la capacidad de servicio de cualquier dispositivo semiconductor.

NOTAS:

- 1) Estos valores límite se basan en una temperatura máxima de conexión de 150 grados centígrados.
- 2) Estos límites son de régimen permanente. Se debería consultar a la fábrica acerca de las aplicaciones que implican funcionamientos pulsados o ciclos de utilización reducidos.

Amplificador NPN de propósito general

(continuación)

Características eléctricas

TA = 25°C si no hay contraindicación

Símbolo	Parámetro	Condiciones de prueba	Mín.	Máx.	Unidades
CARACTERÍSTICAS DE DESCONEXIÓN					
$V_{(BR)CEO}$	Tensión de ruptura colector-emisor	$I_C = 1,0 \text{ mA}, I_E = 0$	40		V
$V_{(BR)CBO}$	Tensión de ruptura colector-base	$I_C = 10 \mu\text{A}, I_E = 0$	60		V
$V_{(BR)EBO}$	Tensión de ruptura emisor-base	$I_E = 10 \mu\text{A}, I_C = 0$	6,0		V
I_{BL}	Corriente de corte de la base	$V_{CE} = 30 \text{ V}, V_{EB} = 0$		50	nA
I_{CEX}	Corriente de corte del colector	$V_{CE} = 30 \text{ V}, V_{EB} = 0$		50	nA

CARACTERÍSTICAS DE CONEXIÓN*

β_{FE}	Ganancia de corriente continua	$I_C = 0,1 \text{ mA}, V_{CE} = 1,0 \text{ V}$	40	300	
		$I_C = 1,0 \text{ mA}, V_{CE} = 1,0 \text{ V}$	70		
		$I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 1,0 \text{ V}$	100		
		$I_C = 50 \text{ mA}, V_{CE} = 1,0 \text{ V}$	60		
		$I_C = 100 \text{ mA}, V_{CE} = 1,0 \text{ V}$	30		
$V_{CE(sat)}$	Tensión de saturación colector-emisor	$I_C = 10 \text{ mA}, I_E = 1,0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_E = 5,0 \text{ mA}$		0,2 0,3	V V
$V_{BE(sat)}$	Tensión de saturación base-emisor	$I_C = 10 \text{ mA}, I_E = 1,0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_E = 5,0 \text{ mA}$	0,65	0,85 0,95	V V

CARACTERÍSTICAS DE PEQUEÑA SEÑAL

f_T	Producto de corriente -- ganancia -- ancho de banda	$I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 20 \text{ V}, f = 100 \text{ MHz}$	300		MHz
C_{obo}	Capacitancia de salida	$V_{CE} = 5,0 \text{ V}, I_E = 0, f = 1,0 \text{ MHz}$		4,0	pF
C_{ibo}	Capacitancia de entrada	$V_{EB} = 0,5 \text{ V}, I_C = 0, f = 1,0 \text{ MHz}$		8,0	pF
NF	Figura de ruido (excepto MMPQ3904)	$I_C = 100 \mu\text{A}, V_{CE} = 5,0 \text{ V}, R_G = 1,0 \text{ k}\Omega, f = 10 \text{ Hz to } 15,7 \text{ kHz}$		5,0	dB

CARACTERÍSTICAS DE CONMUTACIÓN (excepto MMPQ3904)

t_d	Tiempo de retardo	$V_{CC} = 3,0 \text{ V}, V_{BE} = 0,5 \text{ V}, I_C = 10 \text{ mA}, I_{B1} = 1,0 \text{ mA}$		35	ns
t_r	Tiempo de subida			35	ns
t_s	Tiempo de almacenamiento	$V_{CC} = 3,0 \text{ V}, I_C = 10 \text{ mA}, I_{B1} = I_{B2} = 1,0 \text{ mA}$		200	ns
t_f	Tiempo de caída			50	ns

* Prueba de impulso: anchura entre impulsos $\leq 300 \mu\text{s}$, ciclo de trabajo $\leq 2,0\%$

Modelo Spice

NPN (Is=6,734f Xti=3 Eg=1,11 Vaf=74,03 Bf=416,4 Ne=1,259 Ise=6,734 Ikr=66,78m Xtb=1,5 Br=0,7371 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=1 Cjc=3,638p Mjc=0,3085 Vjc=0,75 Fc=0,5 Cje=4,493p Mje=0,2593 Vje=0,75 Tr=239,5n Tf=301,2p Itf=0,4 Vtf=4 Xtf=2 Rb=10)

2N3904 / MMBT3904 / PZT3904

Amplificador NPN de propósito general

(continuación)

2N3904 / MMBT3904 / PZT3904

Características térmicas

TA = 25°C si no hay contraindicación

Símbolo	Característica	Máx.		Unidades
		2N3904	*PZT3904	
P _D	Disipación total del dispositivo	625	1000	mW
	Degradación por encima de 25°C	5,0	8,0	mW/°C
R _{θJC}	Resistencia térmica, conexión a caja	83,3		°C/W
R _{θJA}	Resistencia térmica, conexión a ambiente	200	125	°C/W

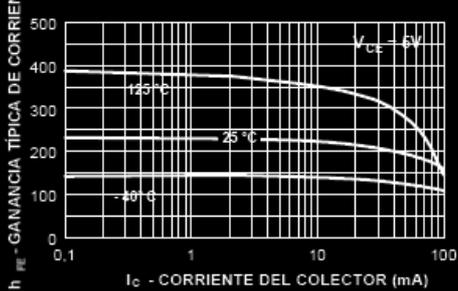
Símbolo	Característica	Máx.		Unidades
		**MMBT3904	MMPQ3904	
P _D	Disipación total del dispositivo	350	1000	mW
	Degradación por encima de 25°C	2,8	8,0	mW/°C
R _{θJA}	Resistencia térmica, conexión a ambiente	357		°C/W
	4 microplaquetas efectivas Cada microplaqueta		125 240	°C/W °C/W

*Dispositivo montado sobre FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1,5 mm; almohadilla de montaje para el conductor del colector con un mínimo de 6 cm².

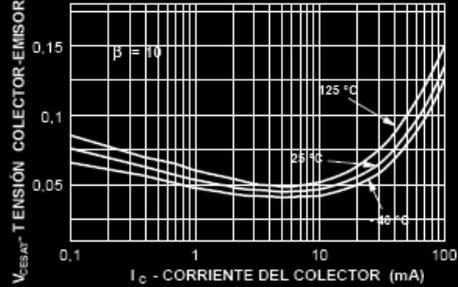
**Dispositivo montado sobre FR-4 PCB 1,6" X 1,8" X 0,06."

Características típicas

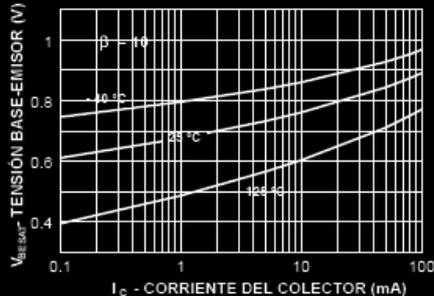
Ganancia típica de corriente pulsada frente a corriente del colector



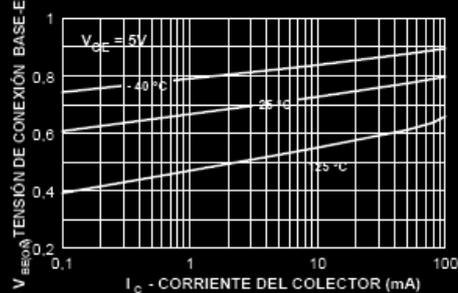
Tensión de saturación colector-emisor frente a corriente del colector



Tensión de saturación base-emisor frente a corriente del colector



Tensión de conexión base-emisor frente a corriente del colector



ANEXO F

FT232RL

2 Typical Applications

- Rapid USB integration into existing electronic systems.
- Prototyping platform for USB interface on new systems.
- USB Instrumentation integration.
- PCB real estate sensitive designs integrating smallest FTDI USB module available.

2.1 Driver Support

Royalty-Free VIRTUAL COM PORT (VCP) DRIVERS for:

- Windows 7 32, 64-bit
- Windows Vista
- Windows XP 64-bit
- Windows XP Embedded
- Windows 98, 98SE, ME, 2000, Server 2003, XP and Server 2008
- Windows CE.NET 4.2, 5.0 and 6.0
- MAC OS 8 / 9, OS-X
- Linux 2.4 and greater

Royalty-Free D2XX Direct Drivers (USB Drivers + DLL S/W Interface):

- Windows 7 32, 64-bit
- Windows Vista
- Windows XP 64-bit
- Windows XP Embedded.
- Windows 98, 98SE, ME, 2000, Server 2003, XP and Server 2008
- Windows CE.NET 4.2, 5.0 and 6.0
- Linux 2.4 and greater

The drivers listed above are all available to download for free from www.ftdichip.com. Various 3rd Party Drivers are also available for various other operating systems – see www.ftdichip.com for details.

2.2 Features

The UB232R has the following feature:

- Reduced development time.
- Rapid integration into existing systems.
- USB powered – no external power supply needed.
- Based on FT232RQ device.
- Entire USB protocol handled by USB module.
- Small USB Type B connector to minimise PCB real estate usage.
- Data transfer rates from 300 baud to 3 Mbaud at TTL levels
- Lower Operating (15mA) and USB suspend mode current (70µA).
- Supports FT232R FTDIChip-ID™ with a unique USB serial number.
- Support for USB suspend and resume.
- UHCI / OHCI / EHCI host controller compatible.
- USB 2.0 Full Speed compatible.
- -40°C to +85°C operating temperature range.

3 Electrical Details

The electrical details and connections to the UB232R module are shown in Figure 3.1, Table 3.1 and Table 3.2.

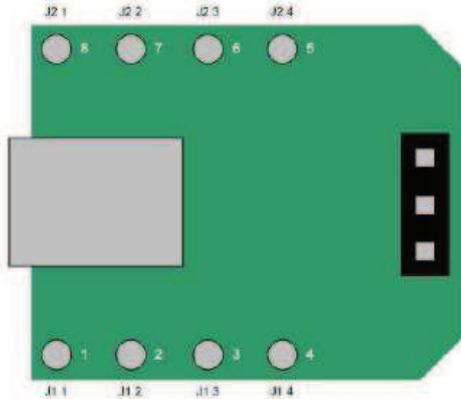


Figure 3.1 UB232R Electrical Connections (Top View)

Silkscreen Pin	Connector Pin	Name	Description
1	J1-1	GND	0V Power pin
2	J1-2	VCC	+5V Power from USB Interface
3	J1-3	CTS#	FT232R CTS pin
4	J1-4	RTS#	FT232R RTS pin
5	J2-4	CBUS1	FT232R CBUS1 pin
6	J2-3	CBUS0	FT232R CBUS0 pin
7	J2-2	RXD	FT232R RXD pin
8	J2-1	TXD	FT232R TXD pin

Table 3.1 UB232R Module Connection

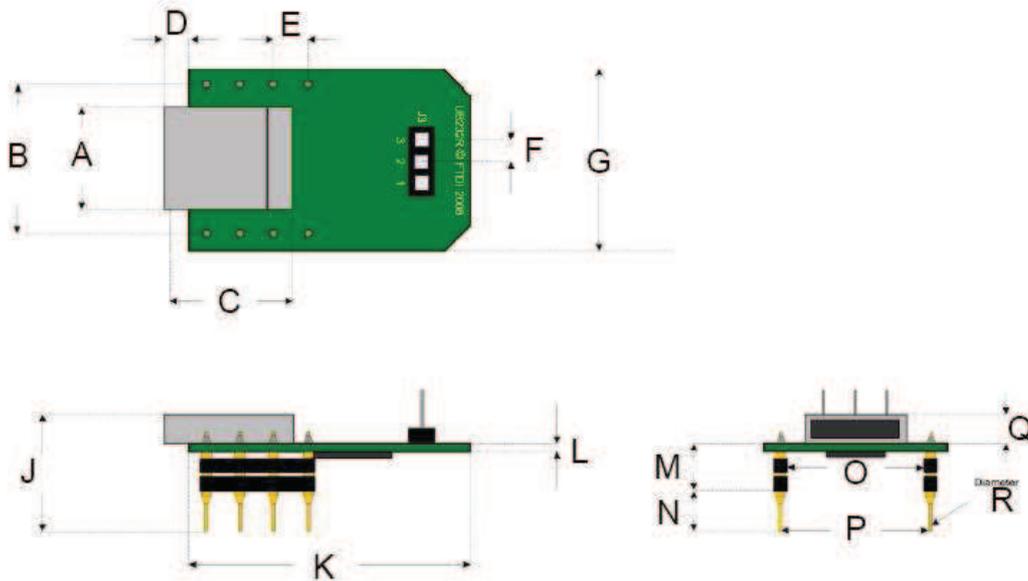
The signal output level on connectors J1 and J2 are controlled by the voltage supplied to the VCCIO pin 4 on the FT232R. The VCCIO is selected between the +5V (VCC from USB) or the output of the FT232R Low Drop Out (LDO) +3.3V regulator. The VCCIO selection is done by fitting a link on connector J3. The selection is shown in Table 3.2.

Connector J3	Function
Link 1-2 connected	VCCIO and RESET# driven connected to VCC (+5V)
Link 2-3 connected	VCCIO and RESET# driven connected to +3.3V output of FT232R LDO regulator

Table 3.2 UB232R Module VCCIO selection

4 Mechanical details

The mechanical details of the UB232R are shown in Figure 4.1:



	Dimensions (mm)		Dimensions (mm)		Dimensions (mm)		Dimensions (mm)
A	7.0 +/- 0.1	F	2.0 +/- 0.005	M	8.0 +/- 0.1	R	0.5 +/- 0.005
B	12.7 +/- 0.1	G	15.24 +/- 0.2	N	5.0 +/- 0.1		
C	7.0 +/- 0.1	J	17.0 +/- 0.2	O	10.0 +/- 0.1		
D	2.0 +/- 0.005	K	17.78 +/- 0.2	P	12.7 +/- 0.1		
E	2.54 +/- 0.005	L	1.60 +/- 0.005	Q	4.0 +/- 0.1		

Figure 4.1 UB232R Module Dimensions

5 Schematic Diagram

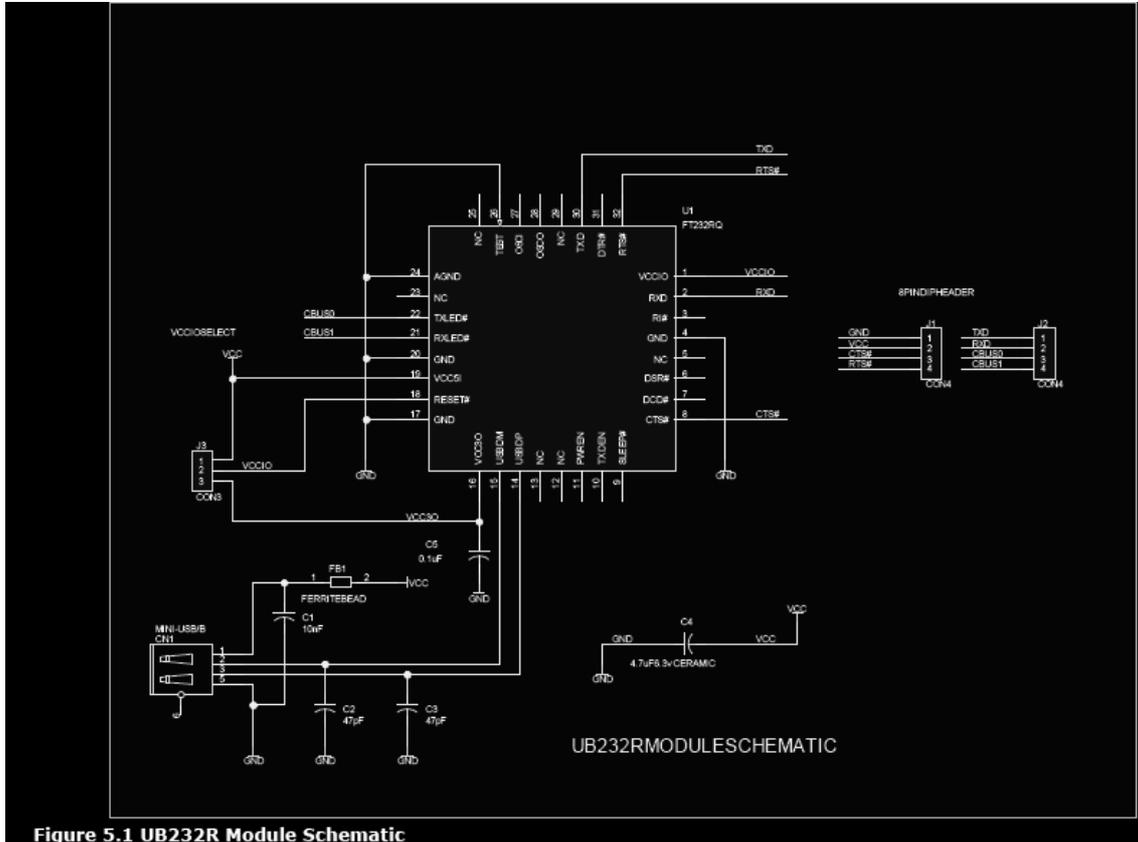


Figure 5.1 UB232R Module Schematic

ANEXO G

MAX485



Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

General Description

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487–MAX491, and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communication. Each part contains one driver and one receiver. The MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw between 120 μ A and 500 μ A of supply current when unloaded or fully loaded with disabled drivers. Additionally, the MAX481, MAX483, and MAX487 have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.1 μ A. All parts operate from a single 5V supply.

Drivers are short-circuit current limited and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places the driver outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487 and MAX1487 feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 MAX487/MAX1487 transceivers on the bus. Full-duplex communications are obtained using the MAX488–MAX491, while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are designed for half-duplex applications.

Applications

Low-Power RS-485 Transceivers
 Low-Power RS-422 Transceivers
 Level Translators
 Transceivers for EMI-Sensitive Applications
 Industrial-Control Local Area Networks

Features

- ◆ In μ MAX Package: Smallest 8-Pin SO
- ◆ Slew-Rate Limited for Error-Free Data Transmission (MAX483/487/488/489)
- ◆ 0.1 μ A Low-Current Shutdown Mode (MAX481/483/487)
- ◆ Low Quiescent Current:
120 μ A (MAX483/487/488/489)
230 μ A (MAX1487)
300 μ A (MAX481/485/490/491)
- ◆ -7V to +12V Common-Mode Input Voltage Range
- ◆ Three-State Outputs
- ◆ 30ns Propagation Delays, 5ns Skew (MAX481/485/490/491/1487)
- ◆ Full-Duplex and Half-Duplex Versions Available
- ◆ Operate from a Single 5V Supply
- ◆ Allows up to 128 Transceivers on the Bus (MAX487/MAX1487)
- ◆ Current-Limiting and Thermal Shutdown for Driver Overload Protection

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX481CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX481CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX481CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
MAX481C/D	0°C to +70°C	Dice*

Ordering Information continued at end of data sheet.

*Contact factory for dice specifications.

Selection Table

PART NUMBER	HALF/FULL DUPLEX	DATA RATE (Mbps)	SLEW-RATE LIMITED	LOW-POWER SHUTDOWN	RECEIVER/DRIVER ENABLE	QUIESCENT CURRENT (μ A)	NUMBER OF TRANSMITTERS ON BUS	PIN COUNT
MAX481	Half	2.5	No	Yes	Yes	300	32	8
MAX483	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	32	8
MAX485	Half	2.5	No	No	Yes	300	32	8
MAX487	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	128	8
MAX488	Full	0.25	Yes	No	No	120	32	8
MAX489	Full	0.25	Yes	No	Yes	120	32	14
MAX490	Full	2.5	No	No	No	300	32	8
MAX491	Full	2.5	No	No	Yes	300	32	14
MAX1487	Half	2.5	No	No	Yes	230	128	8

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V _{CC}).....	12V	14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C).....	667mW
Control Input Voltage (RE, DE).....	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)	8-Pin μMAX (derate 4.1mW/°C above +70°C).....	830mW
Driver Input Voltage (DI).....	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)	8-Pin CERDIP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....	640mW
Driver Output Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW
Receiver Input Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	Operating Temperature Ranges	
Receiver Output Voltage (RO).....	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)	MAX4_C_/MAX1487C_A.....	0°C to +70°C
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		MAX4_E_/MAX1487E_A.....	-40°C to +85°C
8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW	MAX4_MJ_/MAX1487MJA.....	-55°C to +125°C
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C).....	800mW	Storage Temperature Range.....	
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....	471mW	-65°C to +160°C	
		Lead Temperature (soldering, 10sec).....	
		+300°C	

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Driver Output (no load)	V _{OD1}				5	V
Differential Driver Output (with load)	V _{OD2}	R = 50Ω (RS-422)	2			V
		R = 27Ω (RS-485), Figure 4	1.5		5	
Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States	ΔV _{OD}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Driver Common-Mode Output Voltage	V _{OC}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			3	V
Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States	ΔV _{OD}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Input High Voltage	V _{IH}	DE, DI, RE	2.0			V
Input Low Voltage	V _{IL}	DE, DI, RE			0.8	V
Input Current	I _{IN1}	DE, DI, RE			±2	μA
Input Current (A, B)	I _{IN2}	DE = 0V; V _{CC} = 0V or 5.25V, all devices except MAX487/MAX1487	V _{IN} = 12V		1.0	mA
			V _{IN} = -7V		-0.8	
		MAX487/MAX1487, DE = 0V, V _{CC} = 0V or 5.25V	V _{IN} = 12V		0.25	mA
			V _{IN} = -7V		-0.2	
Receiver Differential Threshold Voltage	V _{TH}	-7V ≤ V _{CM} ≤ 12V	-0.2		0.2	V
Receiver Input Hysteresis	ΔV _{TH}	V _{CM} = 0V		70		mV
Receiver Output High Voltage	V _{OH}	I _O = -4mA, V _{ID} = 200mV	3.5			V
Receiver Output Low Voltage	V _{OL}	I _O = 4mA, V _{ID} = -200mV			0.4	V
Three-State (high impedance) Output Current at Receiver	I _{OZR}	0.4V ≤ V _O ≤ 2.4V			±1	μA
Receiver Input Resistance	R _{IN}	-7V ≤ V _{CM} ≤ 12V, all devices except MAX487/MAX1487	12			kΩ
		-7V ≤ V _{CM} ≤ 12V, MAX487/MAX1487	48			kΩ

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
No-Load Supply Current (Note 3)	I _{CC}	MAX488/MAX489, DE, DI, RE = 0V or V _{CC}		120	250	μA	
		MAX490/MAX491, DE, DI, RE = 0V or V _{CC}		300	500		
		MAX481/MAX485, RE = 0V or V _{CC}	DE = V _{CC}		500		900
			DE = 0V		300		500
		MAX1487, RE = 0V or V _{CC}	DE = V _{CC}		300		500
			DE = 0V		230		400
MAX483/MAX487, RE = 0V or V _{CC}	DE = 5V	MAX483		350	650		
		MAX487		250	400		
		DE = 0V		120	250		
Supply Current in Shutdown	I _{SHDN}	MAX481/483/487, DE = 0V, RE = V _{CC}		0.1	10	μA	
Driver Short-Circuit Current, V _O = High	I _{OSD1}	-7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA	
Driver Short-Circuit Current, V _O = Low	I _{OSD2}	-7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA	
Receiver Short-Circuit Current	I _{OSR}	0V ≤ V _O ≤ V _{CC}	7		95	mA	

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Driver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	10	30	60	ns	
	t _{PHL}		10	30	60		
Driver Output Skew to Output	t _{SKEW}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		5	10	ns	
Driver Rise or Fall Time	t _R , t _F	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	3	15	40	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	5	15	25	
			MAX490M, MAX491M	3	15	40	
Driver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed		40	70	ns	
Driver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S1 closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S2 closed		40	70	ns	
Receiver Input to Output	t _{PLH} , t _{PHL}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	20	90	200	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	20	90	150	
			MAX490M, MAX491M	20	90	200	
t _{PLH} - t _{PHL} Differential Receiver Skew	t _{SKD}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		13		ns	
Receiver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S1 closed		20	50	ns	
Receiver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S2 closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S1 closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S2 closed		20	50	ns	
Maximum Data Rate	f _{MAX}		2.5			Mbps	
Time to Shutdown	t _{SHDN}	MAX481 (Note 5)	50	200	600	ns	

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487 (continued)

($V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH(SHDN)}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed		40	100	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL(SHDN)}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed		40	100	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH(SHDN)}	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed, A - B = 2V		300	1000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL(SHDN)}	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed, B - A = 2V		300	1000	ns

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX483, MAX487/MAX488/MAX489

($V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250	800	2000	ns
	t _{PHL}		250	800	2000	
Driver Output Skew to Output	t _{SKEW}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100	800	ns
Driver Rise or Fall Time	t _R , t _F	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
Driver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed	250		2000	ns
Driver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed	250		2000	ns
Driver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S1 closed	300		3000	ns
Driver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S2 closed	300		3000	ns
Receiver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
	t _{PHL}		250		2000	
t _{PLH} - t _{PHL} Differential Receiver Skew	t _{SKD}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100		ns
Receiver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Maximum Data Rate	f _{MAX}	t _{PLH} , t _{PHL} < 50% of data period	250			kbps
Time to Shutdown	t _{SHDN}	MAX483/MAX487 (Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	t _{ZH(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed			2000	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	t _{ZL(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed			2000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	t _{ZH(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed			2500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	t _{ZL(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed			2500	ns