



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y
COMUNICACIONES**

Tema:

**SISTEMA DE SUPERVISION, CONTROL Y ADQUISICION DE
DATOS A TRAVES DE LA TELEFONIA MOVIL PARA
INVERNADEROS DE ROSAS**

Tesis de grado previo a la obtención de Título de Ingeniero en Electrónica

DIRECTOR: ING MARCO JURADO LOZADA

AUTOR: LUIS ALBERTO PUMA CAIZA

Ambato – Ecuador

2006

CAPÍTULO I

SISTEMAS SCADA A TRAVÉS DE LA TELEFONÍA MÓVIL

1.1 SISTEMAS SCADA

1.1.1 Introducción.

"Supervisory Control And Data Acquisition" sistemas de supervisión, control y adquisición de datos, se trata de una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. Los programas necesarios, y el hardware adicional que se necesite, se denominan en general sistemas SCADA.

En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, etc. Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica. Para ello, se utilizan sensores o transductores que convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente. Sin embargo, estos tipos de señales eléctricas deben ser procesadas para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan Acondicionadores de Señal, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislación eléctrica y filtraje de la señal.

Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de Conversión de Datos. Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital. El computador almacena esta información, la cual es utilizada para su Análisis y para la Toma de Decisiones. Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real.

Basado en esta información, el operador puede tomar la decisión de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador a realizarla y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es

procesada por una Salida de Control, la cual funciona como un acondicionador de señal, el cual maneja un dispositivo dado.

1.1.2 Necesidad de un sistema SCADA.

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.
- La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.
- Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA. Estos beneficios pueden reflejarse como aumento de la efectividad de la producción, de los niveles de seguridad, etc.

- La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control Automático, el cual lo puede constituir un Sistema de Control Distribuido, PLC's, Controladores a Lazo Cerrado o una combinación de ellos.

1.1.3 Funciones.

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

- Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.
- Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.
- Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.
- Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

1.1.4 Prestaciones.

Un paquete SCADA debe estar en disposición de ofrecer las siguientes prestaciones:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómata, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Con ellas, se pueden desarrollar aplicaciones para ordenadores (tipo PC, por ejemplo), con captura de datos, análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a disco e impresora, etc.

Además, todas estas acciones se llevan a cabo mediante un paquete de funciones que incluye zonas de programación en un lenguaje de uso general (como C, Pascal, o Basic), lo cual confiere una potencia muy elevada y una gran versatilidad al sistema.

1.1.5 Requisitos.

Un SCADA debe cumplir algunos objetivos para que su instalación sea aprovechada:

- Deben ser sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
- Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario.

1.1.6 Módulos de un SCADA.

Los módulos o bloques de software que permiten las actividades de adquisición, supervisión y control son los siguientes:

- Configuración: permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.
- Interfaz gráfico del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se representa mediante sinópticos gráficos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado

en el SCADA o importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete.

- Módulo de proceso: ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas.
- Gestión y archivo de datos: se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- Comunicaciones: se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura de hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos.

1.1.7 Conceptos asociados a un sistema SCADA.

En casa y en la oficina, el ordenador personal continúa con su progreso. El PC se ha establecido en un gran número de aplicaciones. Los componentes hardware y software están siendo cada vez más potentes y más rentables. Es lógico, por tanto, que la industria quiera tomar provecho de este hecho, para reducir costes y/o incrementar la productividad.

Ciertas tareas industriales están actualmente en manos de los ordenadores desde hace tiempo, no hay que sorprenderse entonces, que los especialistas en automatización y los usuarios estén pensando ahora en qué forma se pueden transferir al PC otras tareas, para

poder llegar a un mayor ahorro. Más recientemente un gran número de simuladores de PLC (controladores lógicos programables) por software han aparecido en el mercado, que están ayudando a transferir el control de tareas al disco duro y presentan una automatización más efectiva en costes en una simple pieza de hardware (el PC).

1.1.7.1 Tiempo real.

La capacidad en tiempo real se refiere a la capacidad del ordenador en programas de procesamiento de datos para que siempre esté listo para procesar y proporcionar los resultados dentro de un tiempo especificado. En este contexto "estrictamente en tiempo real" significa que un sistema reacciona a los eventos externos dentro de un tiempo especificado en un 100% de los casos. Además si se habla de "tiempo real" el sistema debe responder en tiempos concretos también en un 100% de los casos. Si, de otra forma, los tiempos concretos de reacción pueden superarse en ciertos casos, como en sistemas no críticos, hablamos de "tiempo real suave".

1.1.7.2 Hardware en sistemas de supervisión: PLC y PC.

El hecho es que las tareas automatizadas de control, visualización y computación pueden ser efectuadas por PLC's (conectados en red mediante los módulos adecuados) mejor que con sistemas exclusivos de control basados en PC. Lo que finalmente es práctico, no obstante, depende de un gran número de factores y la mayoría deben ser

considerados individualmente para cada proyecto de automatización. Así, por ejemplo, los actuales conocimientos y preferencias del usuario pueden jugar un mayor papel que la pura potencia del ordenador. Los factores cruciales, no obstante, son los atributos de capacidad en tiempo real y las propiedades de seguridad que hasta ahora han sido fuertemente asociadas con el PLC, aunque el PC también puede disponer de la característica de capacidad en tiempo real. Un sistema de control es inconcebible sin capacidad en tiempo real. Es común en sistemas de control por ordenador tener que elegir, según las características del sistema a supervisar, entre el PLC o el PC. Se debe elegir aquel hardware que mejor se adapte a las necesidades del sistema a supervisar.

Los controladores lógicos programables, en la mayoría de los casos, están diseñados específicamente para ser empleados en ambientes industriales exigentes y han sido continuamente desarrollados de forma que sus sistemas operativos en tiempo real representan su mayor virtud. Ellos son y seguirán siendo, no obstante, la primera elección para todo control de tareas críticas o extremas por su rendimiento y simpleza, en los que un PC podría estar simplemente "sobrecargado" debido al trabajo que le pueden suponer otras tareas de ámbito común, como la gestión y visualización de datos, accesos a periféricos, bases de datos, etc. Si, además del control de tareas, se necesita un procesamiento de datos, trabajo en red o visualización (una aplicación SCADA), un sistema basado en PC debe ser tomado en consideración. En cuanto a sistemas operativos, Windows NT, por ejemplo, no es estrictamente un sistema

operativo en tiempo real como el de un PLC, pero puede actuar de forma suficientemente rápida para aplicaciones "suaves" en tiempo real.

1.1.7.3 Tarjetas de expansión.

Como el sistema operativo sólo puede proporcionar respuestas suaves en tiempo real lo más simple es emplear extensiones hardware para las tareas críticas (placas de expansión PC) y soluciones software para el resto de tareas. Esto nos lleva a una compatibilidad con futuros sistemas operativos y una solución totalmente factible actualmente. Estas tarjetas de expansión asumen las tareas críticas en tiempo real que el ordenador (PC) no puede atender, se está hablando de tarjetas que incorporan DSPs (Procesadores de Señales Digitales) o microcontroladores y que aportan una ayuda a la anterior "sobrecarga".

1.1.7.4 La estructura abierta.

Aún no se ha establecido un estándar para poseer extensiones compatibles en tiempo real de sistemas operativos. De una forma estrictamente determinante, los sistemas estándar actuales deben ser modificados de forma general, así que la principal ventaja de un sistema basado en PC, su estructura abierta. No obstante, la estructura abierta, permite a la empresa o el desarrollador más libertad en la elección de la herramienta adecuada para el análisis, diseño y programación del sistema SCADA. La solución

comienza a ser propietaria nuevamente (cada empresa ofrece su solución) y la conversión a futuras generaciones de sistemas operativos lo hace más difícil.

1.1.8 Adquisición de Datos Locales y Comunicación Remota.

Muchos de los sistemas SCADA empleados necesitan comunicarse vía red, telefónica o satélite. Mientras existen unos ordenadores que están capturando datos en campo, normalmente llamados Estaciones Remotas, hay otros ordenadores que se encargan de recoger la información y gestionarla, llamados Centros de Control.

Los centros de control son los encargados de procesar los datos tomados de los locales remotos, para la toma de decisiones, basándose estos en parámetros predefinidos almacenados en el software, que permite el manejo de los dispositivos conectados a este sistema.

1.2 Telefonía móvil.

1.2.1 Antecedentes.

La primera utilización de las ondas de radio para comunicarse se efectuó a finales del siglo diecinueve para radiotelegrafía. Desde entonces, la radio se convirtió en una técnica ampliamente utilizada en comunicaciones militares. Las primeras aplicaciones públicas de la radio fueron de difusión: esto es mucho más sencillo que la

radiotelefonía, dado que el terminal móvil es sólo un receptor. El auge real de los sistemas públicos bidireccionales de radiocomunicaciones móviles tuvo lugar justo después de la segunda guerra mundial, cuando el uso de la modulación de frecuencia y de la tecnología electrónica como el transistor, permitieron el desarrollo de un servicio de telefonía a escala real para vehículos. El primer servicio telefónico móvil real nació oficialmente en St. Louis (Missouri, EE.UU.) en 1946. Europa, que se estaba recuperando de la guerra, le siguió algunos años después.

Las primeras redes móviles de telefonía se operaban manualmente; es decir, era necesaria la intervención de un operador para conectar cada llamada a la red fija. Además, los terminales eran muy voluminosos, pesados y caros. El área de servicio estaba limitada a la cobertura de un único emplazamiento de transmisión y recepción (sistemas uncelulares). Había muy poco espectro de radio disponible para este tipo de servicios, dado que éste se asignaba fundamentalmente a propósitos militares y a radiodifusión, en particular, televisión. En consecuencia, la capacidad de los primeros sistemas era pequeña y la saturación de los mismos fue muy rápida, a pesar del alto coste de los terminales. La calidad del servicio empeoró rápidamente debido a la congestión y la capacidad de procesar llamadas, que algunas veces caía hasta paralizar la red.

Entre 1950 y 1980 los sistemas evolucionaron hasta automatizarse y los costes disminuyeron gracias a la introducción de los semiconductores. La capacidad se

incrementó un poco, aunque aún era demasiado escasa para la demanda existente: la radiotelefonía pública seguía siendo un lujo para unos pocos.

Durante la década del setenta, la integración a gran escala de dispositivos electrónicos y el desarrollo de los microprocesadores abrió las puertas a la implementación de sistemas más complejos. Dado que el área de cobertura de una antena está fundamentalmente limitada por la potencia de transmisión de las estaciones móviles, los sistemas se plantearon con varias estaciones receptoras para una única estación transmisora. Se permitía así la cobertura de un área mayor a costa de una mayor complejidad en la infraestructura. Pero la verdadera revolución se produjo con los sistemas celulares, donde hay numerosos emplazamientos que tanto transmiten como reciben y sus respectivas áreas de cobertura se solapan parcialmente.

En lugar de intentar incrementar la potencia de transmisión, los sistemas celulares se basan en el concepto de reutilización de frecuencias, la misma frecuencia se utiliza en diversos emplazamientos que están suficientemente alejados entre sí, lo que da como resultado una gran ganancia en capacidad. Por contra, el sistema es mucho más complejo, tanto en la parte de la red como en las estaciones móviles, que deben ser capaces de seleccionar una estación entre varias posibilidades. El concepto celular se introdujo por los laboratorios Bell y se estudió en varios lugares durante la década de los setenta.

1.2.2 Definición.

Los [sistemas de telefonía móvil celular](#) son aquellos que permiten la comunicación entre usuarios que se desplazan libremente en lugares geográficos diferentes, estos sistemas constituyen grandes redes de comunicaciones que actualmente permiten cursar diferentes servicios, entre ellos: Telefonía móvil, Envío de mensajes cortos, Datos a baja velocidad, entre otros.

1.2.3 La Red GSM.

1.2.3.1 Introducción.

Desde el momento de la aparición de los primeros equipos informáticos, surgió la necesidad de poder interconectarlos de forma remota. En un principio, y dado que el número de usuarios que utilizaban estos equipos era muy reducido, los medios utilizados para esta interconexión fueron las redes de telecomunicación ya existentes, que eran utilizadas para el servicio de telefonía convencional.

Las redes de telecomunicación tradicionales están diseñadas para transportar una información (señales) de naturaleza analógica como la voz, previa conversión a señal

eléctrica de la misma, pero no para enviar información digital en estado nativo. Es necesario por tanto adaptar o convertir las señales digitales en analógicas (modulación) antes de su transmisión por las líneas. En el otro extremo del enlace se realiza el proceso inverso (demodulación) y se presenta la información de nuevo en estado digital al terminal informático remoto.

Los equipos encargados de realizar estas operaciones de conversión son los conocidos módems, que se han ido perfeccionando para conseguir cada vez mayor velocidad y fiabilidad en este tipo de comunicaciones. Con el tiempo, y debido al aumento de la demanda de servicios de transmisión de datos cada vez más eficientes, los operadores de los distintos países comenzaron a instalar redes especialmente diseñadas para soportar este tipo de tráfico: Redes digitales por conmutación de paquetes, Redes digitales por conmutación de circuitos, Redes digitales de servicios integrados (Voz + datos).

Con la aparición de la telefonía celular, ha ocurrido algo similar. Apareció en primer lugar la red celular analógica, destinada a ofrecer movilidad al servicio telefónico convencional. De nuevo, a aquellos usuarios informáticos acostumbrados a realizar operaciones de transmisión de datos a baja velocidad se les abrió la posibilidad de poder realizar estas operaciones, que habitualmente se realizaban por red fija, a través de esta nueva infraestructura.

Aparecieron así algunos equipos, muy similares a los convencionales módems que permitían la conexión del terminal informático al teléfono móvil analógico. Los resultados obtenidos no fueron lo espectaculares que se esperaban, debidos fundamentalmente a la naturaleza analógica de estas redes. Además, las perturbaciones propias en cualquier transmisión de radio, como desvanecimientos, interferencias, etc., así como el efecto *handover* (cambio de una célula de cobertura a otra adyacente, que implica una desconexión temporal de la estación base) influían muy negativamente en la calidad de la transmisión, pudiendo, en determinadas condiciones adversas, hacerla inviable.

Con la aparición del GSM el panorama cambia completamente, se trata de una red digital, por lo que ahora, para enviar una señal analógica como la voz, es necesario someterla previamente a un proceso de conversión analógico - digital (muestreo de la señal, cuantificación y finalmente codificación) hasta convertirla en una secuencia de bits. En el caso de señales digitales no es necesario realizar este proceso previamente a su envío, aunque será necesario utilizar un adaptador de señal (Adaptador para el servicio de datos).

El *handover* tampoco supone un problema para la mayoría de los servicios de datos sobre GSM porque la información puede ser almacenada por la red durante la corta duración del mismo.

Otro importante aspecto del estándar GSM son los mecanismos de seguridad incorporados que incluyen, por un lado la autenticación del terminal llamante así como la encriptación de la señalización e información transmitida (independientemente de que esta sea voz o datos) a través de la interfaz radio. Por último, al ser el sistema GSM un estándar mundial, permite la utilización de éstos servicios por toda Europa, así como en muchos países de Oceanía, Asia y África, de igual forma a como se realiza en el país de origen.

1.2.3.2 Arquitectura de red.

La infraestructura básica de un sistema GSM no difiere en mucho de la estructura de cualquier red celular. La mayoría de los elementos implicados son compartidos con otros servicios. El sistema en si consiste en una red de radio-células contiguas para cubrir una determinada área de servicio. Cada célula tiene una BTS (*Base Transceiver Station*) que opera con un conjunto de canales diferente de los utilizados por las células adyacentes. Un determinado conjunto de BTSs es controlado por una BSC (*Base Station Controller*). Un grupo de BSCs es a su vez controlado por una MSC (*Mobile Switching Centre*) que enruta llamadas hacia y desde redes externas (R.T.B., R.D.S.I., etc.) públicas o privadas (figura 1.1).

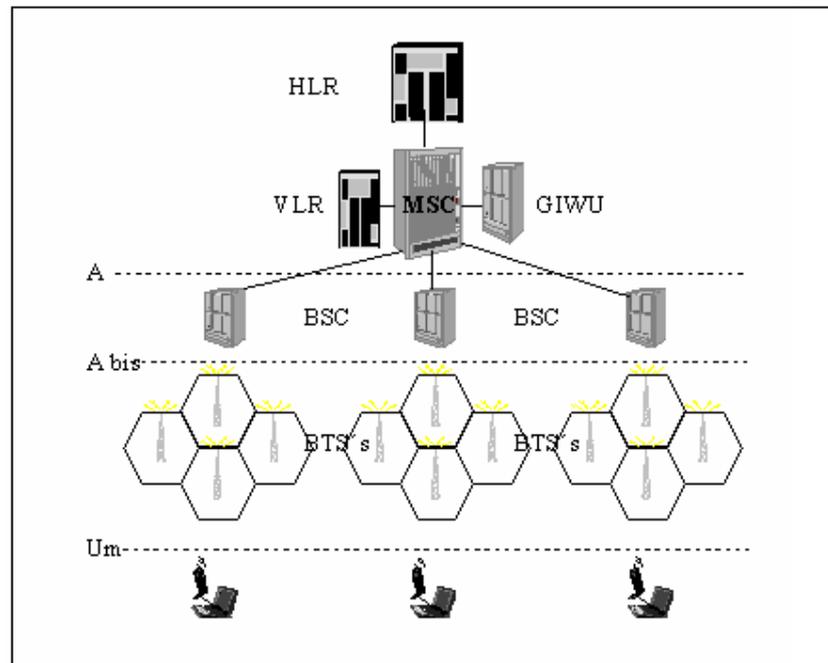


Figura 1.1 Estructura básica de una Red GSM

1.2.3.2.1 Base Transceiver Station.

La función principal de una BTS es proporcionar un número de canales de radio a la zona a la que se da servicio. La antena puede ser omnidireccional o sectorial (se divide la célula en tres sectores, con diferentes juegos de frecuencias).

1.2.3.2.2 Base Station Controller.

La función primaria de una BSC es el mantenimiento de la llamada, así como la adaptación de la velocidad del enlace radio al estándar de 64 Kbit/s. utilizado por la red. Desde el momento en que el usuario es móvil, éste puede estar cambiando con más o menos frecuencia de celda; el procedimiento por el que la llamada se mantiene en estas

condiciones sin que se produzcan interrupciones importantes se conoce con el nombre de “*handover*”. GSM proporciona unos tiempos de conmutación mucho más bajos que otros sistemas celulares.

En GSM, durante una llamada, la estación móvil está continuamente “escuchando” a una serie de estaciones base así como informando a la BSC de la calidad de la señal con que está trabajando. Esto permite a la BSC tomar la decisión de cuando iniciar un *handover* y a qué célula. La BSC controla a su vez la potencia de trabajo de la estación móvil para minimizar la interferencia producida a otros usuarios y aumentar la duración de la batería.

1.2.3.2.3 Mobile Switching Centre.

La MSC es el corazón del sistema GSM. Es el centro de control de llamadas, responsable del establecimiento, enrutamiento y terminación de cualquier llamada, control de los servicios suplementarios y del *handover* entre MSCs, así como la recogida de información necesaria para la tarificación. También actúa de interfaz entre la red GSM y cualquier otra red pública o privada de telefonía o datos. Para soportar los servicios telemáticos, la MSC incorpora un elemento conocido como GIWU.

1.2.3.2.4 Home Location Register.

El HLR contiene información de estado (nivel de suscripción, servicios suplementarios, etc.) de cada usuario asignado al mismo, así como información sobre la posible área visitada, a efectos de enrutar llamadas destinadas al mismo (terminadas en el móvil).

1.2.3.2.5 Visitor Location Register.

El VLR contiene información de estado de todos los usuarios que en un momento dado están registrados dentro de su zona de influencia; información que ha sido requerida y obtenida a partir de los datos contenidos en el HLR del que depende el usuario. Contiene información sobre si el usuario está o no activo, a efectos de evitar retardos y consumo de recursos innecesarios cuando la estación móvil esta apagada.

1.2.3.2.6 Principios operativos.

GSM trabaja en la banda de 900 MHz con una combinación de FDMA (*Frequency División Multiple Access*) y TDMA (*Time Division Multiple Access*) para conseguir los requeridos 124 pares de portadoras radio de 200 KHz, cada una de los cuales puede manejar 8 canales por medio de TDMA con 8 “*time slots*” (0,557 ms.). Es decir, aunque una portadora da servicio a 8 canales, en un instante dado sólo uno de esos canales está

utilizando el ancho de banda disponible. Cada uno de esos canales podría subdividirse a su vez en dos canales.

La banda de frecuencia utilizada es 890-915 MHz para el enlace ascendente (Móvil-BTS) y 935-960 MHz para el descendente (BTS-Móvil). Para prevenir interferencias, las BTSs adyacentes usan diferentes frecuencias.

La modulación utilizada es GMSK (*Gaussian Minimum Shift Key*) a una velocidad de 270 Kbit/s. El codificador de canal tiene dos modos de operación dependiendo de que la información a transmitir sea telefonía (voz) o datos. La voz es muestreada, cuantificada y codificada a una velocidad básica de 13 Kbit/s. que pasa a 22.8 Kbit/s., cuando se añade la corrección de errores hacia delante (FEC). La información adicional de sincronización y los periodos de guarda entre *time-slots* aumenta la velocidad de bit a 33.9 Kbit/s.

Para poder soportar la transmisión de datos en una red GSM, es necesario implementar una serie de funcionalidades:

- Funciones de adaptación de velocidad.
- Funciones de corrección de errores RLP (Radio Link Protocol).

- Funciones de conversión de protocolo L2R (Layer 2 relay).

La adaptación de velocidad se realiza a dos niveles; en un primer nivel se adapta la velocidad de usuario a la velocidad del canal radio, y una segunda adaptación sobre 64Kbit/s. Las funciones de adaptación de velocidad se basan en las recomendaciones V.110 y X.30 del CCITT. La función RLP introduce control de flujo y corrección de errores en las comunicaciones no transparentes, para conseguir una alta calidad de servicio. La función L2R establece una conversión entre la estructura de datos de usuario y una estructura adaptada al protocolo RLP.

1.2.3.3 Servicios de Telecomunicación en GSM.

Los servicios en una red GSM se dividen en dos grupos principales:

- Servicios Básicos.
- Servicios Suplementarios.

Un servicio básico es por ejemplo “telefonía” o “fax”. Un servicio suplementario es un servicio añadido que complementa a un servicio básico de telecomunicación:

- Desvío de llamada.
- Restricción de llamadas.

- Llamada en espera.
- Etc.

Los servicios básicos de telecomunicación se dividen a su vez en dos categorías:

- Servicios portadores.
- Teleservicios.

Los servicios portadores proporcionan la capacidad de transferencia entre terminales conectados a la red GSM local, así como con equipos conectados a otras redes: RTB, RDSI, etc. Abarcan funciones relativas a los tres primeros niveles de la torre OSI, es decir, atributos de *bajo nivel (Low Layer Capability)*. Los servicios básicos soportados por la red GSM son los siguientes:

- Datos asíncronos, por conmutación de circuitos, a 300, 1.200, 1.200/75, 2.400, 4.800 y 9.600 bit/s.
- Datos síncronos, por conmutación de circuitos, a 300, 1.200, 1.200/75, 2.400, 4.800 y 9.600 bit/s.
- Acceso síncrono (paquetes) a redes de conmutación de paquetes a 2.400, 4.800 y 9.600 bit/s.

Telefonía alternada con datos.

Los servicios de datos se caracterizan por atributos transparentes o no transparentes, tal y como se explicará posteriormente. Los Teleservicios son aquellos servicios de Telecomunicación que proporcionan plena capacidad de comunicación entre usuarios o terminales, de acuerdo a protocolos preestablecidos. Así pues, los teleservicios están caracterizados por atributos asociados a los niveles 1-3 de red (*Low Layer Capability*) y a los niveles superiores (*High Layer Capability*).

Los teleservicios soportados por la red GSM son los siguientes:

- Telefonía (*speech*)
- Llamadas de emergencia.
- Servicio de Mensajes Cortos.
- Servicios de fax.
- Fax automático.
- Servicio alternado de telefonía y fax.

1.2.3.4 Servicio de mensajes cortos.

El Short Message Service (SMS) permite enviar o recibir breves mensajes de texto hasta de 160 caracteres a cualquier teléfono GSM, cuya tarjeta SIM esté habilitada por el gestor de la red, naturalmente si soporta este servicio.

En el standard GSM hay especificados dos tipos diferentes de SMS:

- SMS Point to Point (SMS/PP)

- SMS Cell Broadcast (SMS/CB)

El primer tipo permite enviar un mensaje de texto de un teléfono GSM a otro, mientras que el SMS/CB permite enviar uno o más mensajes contemporáneamente (broadcast) a todos los teléfonos que estén dentro de una determinada zona de cobertura de una o más emisores de señal radio. El mensaje Cell Broadcast puede contener un máximo de 93 caracteres, pero es posible enlazar hasta 15 mensajes para formar un macro-message. A cada mensaje CB se le asigna una categoría que permite clasificar el tipo de información que contiene y el idioma empleado, de modo tal que permita a los teléfonos visualizar selectivamente o descartar los mensajes CB.

1.3 Sistemas scada a través de telefonía móvil.

Los datos de los sistemas SCADA pueden ser transmitidos a través de de varios medios de comunicación, así por ejemplo, radiocomunicación, satélite, redes LAN, WAN y telefonía.

Una de las características especiales de estos sistemas, es que la adquisición de los datos se lo puede hacer remotamente, es decir; que mientras la estación base o de control esta situado en un lugar, la estación remota esta situada en un lugar no necesariamente adyacente o cercana a la estación de control, he ahí la importancia de contar con un medio de transmisión de largo alcance o amplia cobertura el cual permita obtener estos datos de manera confiable y en un tiempo aceptable para el control de errores y toma de decisiones.

La gran ventaja que presenta la telefonía móvil sobre los otros medios de transmisión (comunicación) es que la Red de telefonía está instalada alrededor del mundo y no es necesario contar con un espacio propio en el espectro radioeléctrico para contar con el servicio de telefonía, ya que solo basta con contratar el servicio en una de las operadoras en funcionamiento a nivel mundial o nacional.

Uno de los servicios que la telefonía móvil ofrece, es el servicio de los mensajes cortos, este maneja un formato digital y puede enviar 150 ó 160 caracteres alfanuméricos dependiendo esto de la operadora que ofrezca el servicio o del equipo móvil. Ya que se trata de información digital, no es necesario la conversión a código binario, se hace el proceso de transmisión directamente (del móvil a la red) sin un tratamiento especial de dicha información.

Ya que los sistemas SCADA están implementados en una PC o en un PLC y estos manejan señales digitales, los mensajes cortos tienen una gran ventaja sobre otros medios de transmisión para la adquisición y envío de datos, no es necesario la conversión de la información a formato digital, tanto para el control como para el manejo de las variables que intervengan en el sistema. El programador tendría que crear una interfaz que permita al usuario controlar el servicio de mensajes cortos a través de la unidad de control en este caso un PC o PLC.

Esta interfaz debe ser amigable para el usuario e implementado en un software que el programador lo crea conveniente y ser capaz de adaptarse a las nuevas tendencias de la tecnología, es decir debe ser de arquitectura abierta. Además debe proporcionar información detallada y de manera comprensible para que el usuario pueda comprenderla y tomar decisiones en base a esta. Por otra parte el usuario debe estar en la capacidad de controlar el sistema independientemente del lugar en donde se encuentre, y lo puede hacer a través del mismo servicio de mensajes cortos con algún tipo de clave especial que sea comprendida por el sistema SCADA y por el encargado de controlar el sistema y no por otra persona ajena al manejo del sistema.

Teniendo en cuenta que el costo por el servicio de mensajes costos es bajo, la implementación de un sistema SCADA por esta vía se presenta como la mejor opción para la adquisición de los datos.

Mas adelante en el desarrollo del sistema se entenderá mejor las prestaciones, funcionalidad y versatilidad de los sistemas SCADA a través de la telefonía móvil.

CAPITULO II

SENSORES Y TRANSDUCTORES

2.1 Sensores.

2.1.1 Definición.

Un sensor es un dispositivo que detecta, o sensa manifestaciones de cualidades de fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc. Muchos de los sensores son eléctricos o electrónicos, aunque existen otros tipos. Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores sensados puedan ser leídos por un humano.

En la actualidad el vertiginoso [desarrollo](#) de la [electrónica](#) y la microelectrónica han motivado que todas las esferas de la vida humana se estén automatizando, por ejemplo: la [industria](#), el hogar, los comercios, la [agricultura](#), la [ganadería](#), el [transporte](#), las [comunicaciones](#), etc. En todo ese [proceso](#) de [automatización](#) el [microprocesador](#) y el

microcontrolador juegan un [papel](#) de suma importancia. Ellos han permitido el desarrollo de [sistemas](#) inteligentes que resuelven los más diversos [problemas](#). Por lo general la señal de salida de estos sensores no es apta para su procesamiento, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, como por ejemplo un puente de Wheatstone, y amplificadores que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de la circuitería.

En términos estrictos, un sensor es un instrumento que no altera la propiedad sensada. Por ejemplo, un sensor de temperatura sería un instrumento tal que no agrega ni cede calor a la masa sensada, es decir, en concreto, sería un instrumento de masa cero o que no contacta la masa a la que se debe medir la temperatura.

2.1.2 Tipos de sensores.

Se clasifican en dos grupos principales: eléctricos y electrónicos

2.1.2.1 Sensores Eléctricos.

2.1.2.1.1 Sensor de corriente.

Convierte una magnitud física en un nivel de corriente directa equivalente, este tipo de sensor tiene como ventaja principal que el nivel de corriente obtenido puede ser transportado distancias grandes sin que se produzcan pérdidas significativas, su

desventaja a la vez, consiste que la corriente siempre tiene que ser convertida a voltaje antes de suministrarse a un conversor A-D.

Ejemplo de sensor de corriente:

AD-590: Este es un circuito integrado, que funciona como una fuente de corriente dependiente de la temperatura:

$$I_{sal} = 1\mu A * T(^{\circ}C) + 273.2 \mu A$$

La gran mayoría de los sensores industriales de corriente están normalizados para transmitir un rango de corriente entre los 4 - 20 mA, por ser considerado este un rango óptimo para su transportación.

2.1.2.1.2 Sensor de Voltaje.

Este tipo de sensor es el que entrega un nivel de voltaje equivalente a la señal física que se mide, normalmente los sensores industriales capaces de entregar un nivel de voltaje tienen incorporado [circuitos](#) acondicionadores, tales como Amplificadores de instrumentación y operacionales, comparadores, etc. Este tipo de sensores muchas veces incorpora resistores variables que permiten ajustar el rango de voltaje que ellos entregan al rango que nuestro conversor necesita, esta es su gran ventaja y a la vez su desventaja,

ya que la señal por ellos generada no puede ser transmitida mas allá de unos pocos metros sin que se produzcan perdidas en la misma.

Ejemplo de sensor de voltaje:

Frecuentemente se ve que el sensor de voltaje son las celdas foto voltaicas capaces de convertir un nivel de iluminación en una señal de voltaje equivalente.

2.1.2.1.3 Sensor Resistivo.

Este es un tipo de sensor que convierte la variación de una señal física en una variación de resistencia, entre los más comunes tenemos las termoresistencias. El inconveniente de este tipo de sensor es que se debe utilizar un puente de Wheastone en algunas de sus variantes para convertir la variación de resistencia en una variación de voltaje.

Ejemplo de sensor de voltaje: Termoresistencia PT-100: $R_t = 300\text{ohms} + 0.38\text{ohms} \cdot T(^{\circ}\text{C})$

Usualmente conectamos la termoresistencia en un puente de Wheastone de la siguiente forma:

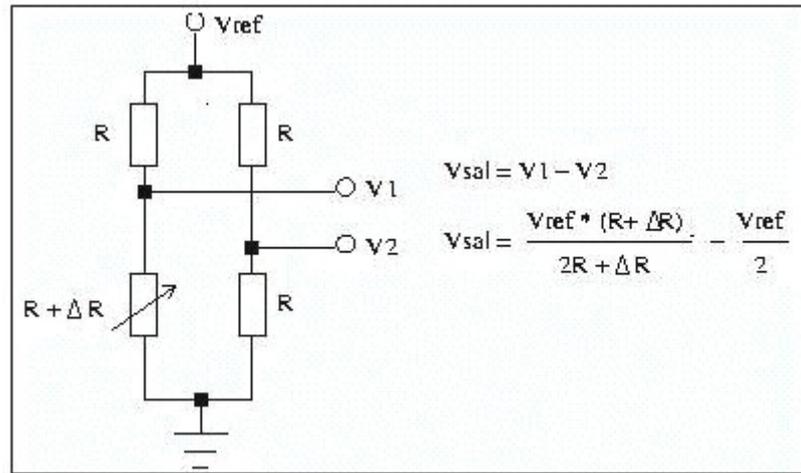


Figura 2.1 Conexión de una Termoresistencia en un puente de Wheastone.

La anterior conexión del puente de Wheastone, proporciona una variación muy pequeña del voltaje para una variación de temperatura, aproximadamente 1.6 mV por cada grado centígrado, con un voltaje de referencia de 10 volts (este [valor](#) es aproximado porque la relación entre la variación de temperatura y el voltaje no es lineal), con vistas a aumentar la variación de voltaje para una misma variación de temperatura se pueden escoger configuraciones de 2 ó 4 termoresistencia. (Figura 2.2.). Para la configuración de 2 termoresistencias se puede lograr una variación aproximada de 6.2 mV por grado centígrado para un voltaje de referencia de 10 volts y para la configuración de 4 termoresistencias de aproximadamente 13 mV en las mismas condiciones.

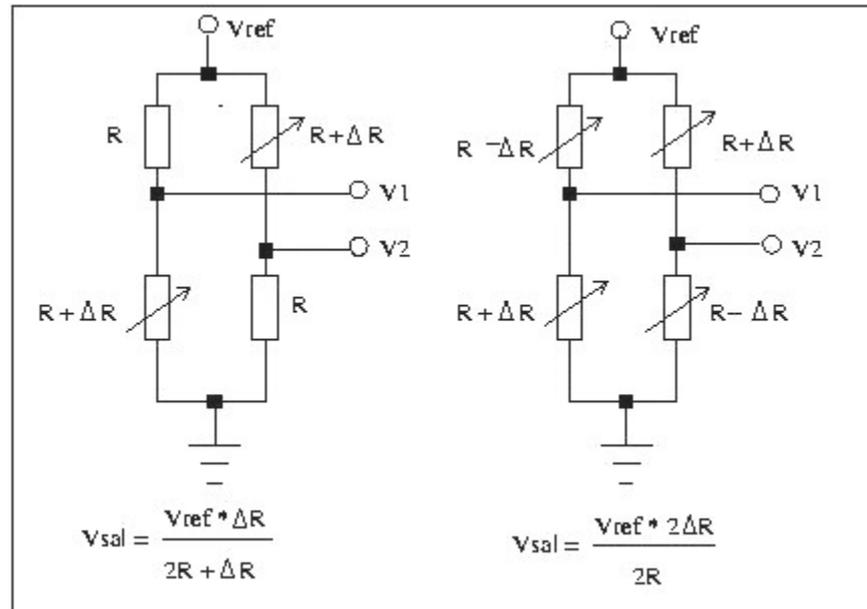


Figura 2.2 Puentes de Wheatstone con 2 y 4 termoresistencias.

2.1.2.2 Sensores Electrónicos

Algunos sensores electrónicos son: Termopar, Termistor, fotodiodo, etc.

2.1.2.2.1 Termopar.

Es un sensor activo que utiliza el efecto Seebeck el que consta de dos hilos de metales distintos que se unen y se calienta una de sus extremos, en uno de los cuales se puede medir voltaje que es proporcional a la temperatura. Este voltaje es en el rango de los milivoltios por lo que se necesita un acondicionador de señal. Su funcionamiento es lineal y son bastante usados para la medición de temperatura en calderos.

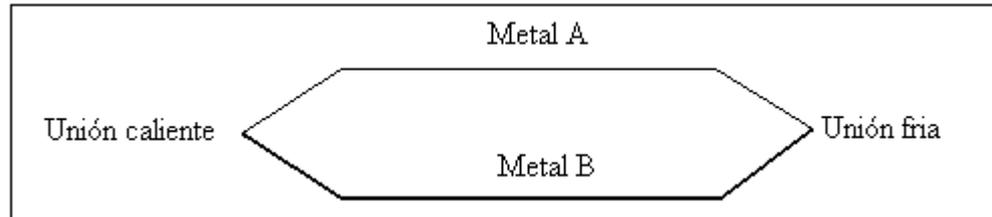


Figura 2.3 Termopar

2.1.2.2 Termistor.

El termistor es un componente electrónico cuya resistencia varía sensiblemente con la temperatura. Se trata de una resistencia no lineal, ya que la corriente que la atraviesa no es función lineal del voltaje. Un termistor de coeficiente negativo de temperatura (NTC) es aquel cuya resistencia disminuye a medida que la temperatura aumenta, y un termistor de coeficiente positivo de temperatura (PTC) es aquel cuya resistencia aumenta conforme aumenta la temperatura.

La variación de temperatura puede tener dos orígenes distintos. El calentamiento es externo cuando la energía calorífica procede del ambiente en el que se encuentra la resistencia. El calentamiento es interno, y se denomina entonces autocalentamiento, cuando la fuente de calor está generada, por efecto Joule, por la propia corriente que atraviesa el termistor. Los NTC funcionan por calentamiento externo y son utilizados como sensores de temperatura, mientras que los PTC funcionan por autocalentamiento y se emplean para proteger los componentes electrónicos de un circuito de las sobrecorrientes que aparecen en el encendido del mismo. Los termistores tienen las

ventajas de su bajo precio, sus dimensiones reducidas, su rápida respuesta y su elevada resistencia nominal, es decir, su resistencia a 25 °C.

2.1.2.2.3 Fotodiodo.

El fotodiodo es un diodo semiconductor *pn* diseñado de manera que la luz que incide sobre él genera una corriente eléctrica en el circuito externo. El fotodiodo es un detector optoelectrónico, o fotodetector, que permite conmutar y regular la corriente eléctrica en un circuito externo en respuesta a una intensidad luminosa variable. Los fotodiodos se utilizan para leer la información de los discos compactos con la ayuda de un rayo láser.

Un detector, como el fotodiodo, desarrolla una función opuesta a una fuente, como el LED (diodo emisor de luz), ya que el fotodiodo convierte energía óptica en energía eléctrica.

El fotodiodo es un diodo encapsulado de tal forma que la unión *pn* queda expuesta a través de una ventana a la incidencia de la radiación luminosa. Cuando la luz incide sobre el fotodiodo, los fotones absorbidos por el cristal del semiconductor excitan a los electrones de la banda de valencia a la banda de conducción. Este proceso se conoce como absorción intrínseca y el resultado es la creación de un par electrón-hueco. A continuación estos electrones y huecos se alejan unos de otros, es decir, se han generado

cargas eléctricas que se mueven a través del material originando una corriente en el circuito externo.

2.1.2.2.4 Temperatura.

- **Termómetros por Resistencia Eléctrica de Metales.**

La resistencia de los metales es función de la temperatura a que se encuentran. Para los metales preciosos, la dependencia de la resistencia eléctrica con la temperatura es prácticamente lineal, dentro de rangos más bien amplios. En particular, los estándares de sensores de temperatura para instrumentación más tradicionales se basan en la resistividad del platino, en el sensor conocido como "PT100". La precisión de estos instrumentos puede llegar a la centésima de grado centígrado.

- **Generador de voltaje en función de la Temperatura.**

Se han desarrollado más recientemente (1992) circuitos integrados (por ejemplo, el LM35A) que se comportan como una fuente de corriente en función de la temperatura. El artefacto es lineal en todo su rango de operación (desde 0°C hasta que se funde, en el orden de los 150°C) y genera, sistemáticamente, 10 V/°K (si bien existen versiones que generan 10 mV/°C y 10 mV/°F). Este pequeño circuito integrado ofrece excelentes posibilidades de utilización, porque la transmisión de corriente significa la independencia de la resistencia eléctrica de los conductores utilizados para su conexión,

si bien el artefacto incrementa su propia temperatura en algunas centésimas de grado centígrado.

El LM35 no requiere ninguna calibración externa o ajuste para suministrar con una exactitud de $\pm \frac{1}{4} \text{ }^\circ\text{C}$ en temperaturas de habitaciones y $\pm \frac{3}{4} \text{ }^\circ\text{C}$ para temperaturas comprendidas entre el rango de -55 a $+150 \text{ }^\circ\text{C}$.

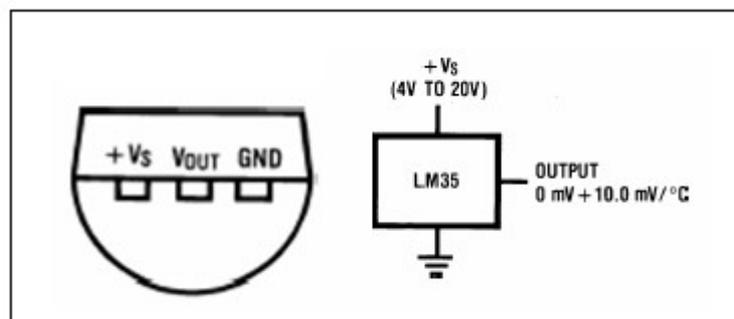


Figura 2.4 Sensor de temperatura LM35

2.1.2.2.5 Humedad.

- **Sensor de Humedad HS1100.**

Este sensor esta basado en una célula capacitiva y esta diseñado para grandes volúmenes y aplicaciones de bajo costo como oficinas automatizadas, cabinas de aviones, sistemas de mando de procesos industriales. También pueden utilizarse en todas las aplicaciones en donde la compensación de humedad sea necesaria. Además en condiciones normales no necesita calibración, alta fiabilidad y largo tiempo de

estabilidad, apropiado para circuitos lineales o de impulsos con un tiempo de respuesta rápido.

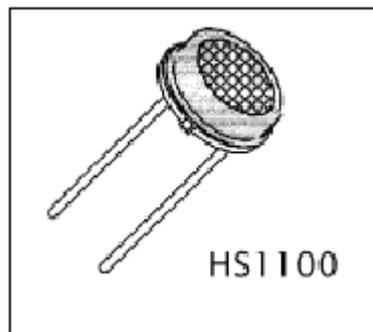


Figura 2.5 Sensor de humedad HS1100

2.2 Transductores.

2.2.1 Definición.

Transductor es un dispositivo al que se aplica una energía de entrada y devuelve una energía de salida; esta energía de salida suele ser diferente al tipo de energía de entrada.

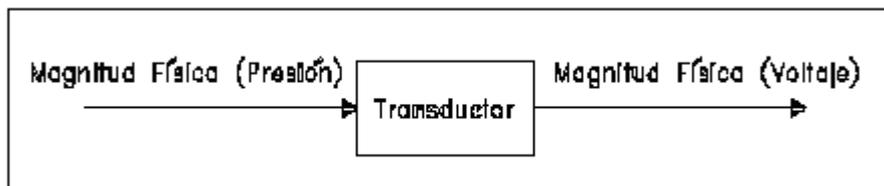


Figura 2.6 Transductor

Por ejemplo, en un medidor de temperatura una espiral metálica convierte la energía térmica aplicada, en el movimiento mecánico de la aguja del marcador. Debido a la facilidad con la que se transmite y amplifica la energía eléctrica, los transductores más utilizados son los que convierten otras formas de energía, como calor, luz o sonido, en

energía eléctrica. Algunos ejemplos son los micrófonos, que convierten la energía sonora en energía eléctrica; los materiales fotoeléctricos, que convierten la luz en electricidad, y los cristales piroeléctricos, que convierten calor en energía eléctrica.

2.2.2 Tipos de Transductores.

2.2.2.1 Transductores Resistivos.

Consiste en un elemento elástico que varía la resistencia óhmica de un potenciómetro en [función](#) de la presión. El potenciómetro puede adoptar la forma de un solo hilo continuo o bien estar arroyados a una bobina siguiendo un valor lineal o no de resistencia: potenciómetros de grafito, de resistencia bobinada, de película metálica y de [plástico](#) moldeada.

2.2.2.2 Transductores Magnéticos.

Se clasifican en dos [grupos](#) según el principio de funcionamiento.

1. Transductores de inductancia variable: en los que el desplazamiento de un núcleo móvil dentro de una bobina aumenta la inductancia de ésta en forma casi proporcional a la porción metálica del núcleo contenida dentro de la bobina. El devanado de la bobina se alimenta con una [corriente alterna](#) y la F.E.M., de autoinducción generada se opone a la F.E.M., de [alimentación](#), de tal modo, que al ir penetrando el núcleo móvil dentro de la bobina, la corriente presente en el circuito se va reduciendo por aumentar la F.E.M., de autoinducción.

2. Los transductores de reluctancia variable: consiste en un imán permanente o un electroimán que crea un [campo magnético](#) que crea un [campo magnético](#) dentro del cual se mueve una armadura de material magnético. El circuito magnético se alimenta con una fuerza magnetomotriz constante con lo cual al cambiar la posición de la armadura varía la reluctancia y por lo tanto el flujo magnético.

2.2.2.3 Transductores Capacitivos.

Se basan en la variación de capacidad que se produce en un condensador, al desplazarse una de sus placas por la aplicación de presión. La placa móvil tiene forma de diafragma y se encuentra situada entre dos placas fijas. Los transductores capacitivos se caracterizan por su pequeño tamaño y de [construcción](#) robusta, tienen un pequeño desplazamiento volumétrico y son adecuados para medidas estáticas y dinámicas.

2.2.2.4 Transductores Piezoeléctricos.

Los elementos piezoeléctricos, son [materiales](#) cristalinos que, al deformarse físicamente por la acción de una presión, generan una señal eléctrica. Dos materiales típicos en los transductores piezoeléctricos son: el Cuarzo y el titanato de bario, capaces de soportar temperaturas del orden de 150 °C en [servicio](#) continuo y de 230 °C en [servicio](#) intermitente.

2.2.2.5 Transductores Bimetálico.

Utiliza espiral bimetálica calentada por una fuente de tensión estabilizada. Cualquier cambio en la presión produce una deflexión de la espiral, que a su vez está acoplada a un índice que señala en la escala el vacío.

2.3 Diferencia entre Sensores y Transductores.

Usualmente se usan como sinónimo las palabras sensor y transductor, pero sensor es un término mas general, que abarca la extensión de las capacidades de nuestros sentidos para adquirir información de cantidades físicas que los mismos no perciben, mientras que el transductor solo sugiere que las energías de entrada y salida no son las mismas. Además el transductor toma energía del sistema que se mide para dar una señal de salida que pueda ser convertida a una señal eléctrica que se corresponda con la cantidad medida. Se usa también sensor como sinónimo para la entrada del transductor.

CAPITULO III

EL CULTIVO DE ROSAS BAJO INVERNADERO

3.1 Origen.

La rosa era considerada como símbolo de belleza por babilonios, sirios, egipcios, romanos y griegos. Aproximadamente 200 especies botánicas de rosas son nativas del hemisferio norte, aunque no se conoce la cantidad real debido a la existencia de poblaciones híbridas en estado silvestre.

Las primeras rosas cultivadas eran de floración estival, hasta que posteriores trabajos de selección y mejora realizados en oriente sobre algunas especies, fundamentalmente *Rosa gigantea* y *Rosa chinensis* dieron como resultado la "rosa de té" de carácter refloreciente. Esta rosa fue introducida en occidente en el año 1793 sirviendo de base a numerosos híbridos creados desde esta fecha.

3.2 Taxonomía y morfología.

Actualmente, las variedades comerciales de rosa son híbridos de especies de rosa desaparecidas. Para flor cortada se utilizan los tipos de té híbrida y en menor medida los de floribunda. Los primeros presentan largos tallos y atractivas flores dispuestas

individualmente o con algunos capullos laterales, de tamaño mediano o grande y numerosos pétalos que forman un cono central visible.

Los rosales floribunda presentan flores en racimos, de las cuales algunas pueden abrirse simultáneamente. Las flores se presentan en una amplia gama de colores: rojo, blanco, rosa, amarillo, lavanda, etc., con diversos matices y sombras. Éstas nacen en tallos espinosos y verticales.

3.3 Importancia económica y distribución geográfica.

Las flores más vendidas en el mundo son, en primer lugar, las rosas seguidas por los crisantemos, tercero los tulipanes, cuarto los claveles y en quinto lugar los lilium. Ninguna flor ornamental ha sido y es tan estimada como la rosa. A partir de la década de los 90 su liderazgo se ha consolidado debido principalmente a una mejora de las variedades, ampliación de la oferta durante todo el año y a su creciente demanda.

Sus principales mercados de consumo son Europa, donde figura Alemania en cabeza, Estados Unidos y Japón. Se trata de un cultivo muy especializado que ocupa 1.000 ha de invernadero en Italia, 920 ha en Holanda, 540 ha en Francia, 250 en España, 220 en Israel y 200 ha en Alemania. Los países Sudamericanos han incrementado en los últimos años su producción, destacando, México, Colombia y Ecuador (con cerca de mil ha). La producción se desarrolla igualmente en África del Este: Zimbabwe con 200 ha y Kenia con 175 ha. En Japón, primer mercado de consumo en Asia, la superficie

destinada al cultivo de rosas va en aumento y en la India, se cultivan en la actualidad 100 ha.

3.4 Material vegetal.

Las cualidades deseadas de las rosas para corte, según los gustos y exigencias del mercado en cada momento, son:

- Tallo largo y rígido: 50-70 cm, según zonas de cultivo.
- Follaje verde brillante.
- Flores: apertura lenta, buena conservación en florero.
- Buena floración (= rendimiento por pie o por m²).
- Buena resistencia a las enfermedades.
- Posibilidad de ser cultivados a temperaturas más bajas, en invierno.

3.4.1 Clasificación de los principales cultivares.

- Rosas grandes (80% de la producción).

- Rojas (40-60% de la demanda)
- Amarillas (20% de la demanda)
- Naranjas, blancas y bicolors (en aumento)

3.5 Multiplicación.

La propagación se puede llevar a cabo por semillas, estacas, injertos de vareta e injertos de yema, aunque es este último el método más empleado a nivel comercial.

- La reproducción por semillas está limitada a la obtención de nuevos cultivares.
- Las estacas se seleccionan a partir de vástagos florales a los que se le ha permitido el desarrollo completo de la flor para asegurar que el brote productor de flores es del tipo verdadero.

Pueden utilizarse estacas con 1, 2 ó 3 yemas, dependiendo de la disponibilidad de material vegetal, aunque son preferibles las de 3 yemas, ya que presentan mayor longitud y más tejido nodal en la base, disminuyendo así las pérdidas debidas a enfermedades.

La base de las estacas se sumerge en un compuesto a base de hormonas enraizantes antes de proceder a la colocación en un banco de propagación con sustrato de vermiculita o con propiedades similares, con una separación de 2,5-4 cm entre plantas y 7,5 cm entre hileras.

Debe mantenerse una humedad adecuada y una temperatura en el medio de 18-21°C. En estas condiciones el enraizamiento tiene lugar a las 5-6 semanas, dependiendo de la época del año y de la naturaleza del vástago. Posteriormente se procede al trasplante a macetas de 7,5 cm o directamente al invernadero. El problema de este sistema es que las plantas con raíz propia son bastante pequeñas y necesitan un tiempo considerable para que la planta crezca lo suficiente para que se comiencen a recolectar flores.

- El injerto de vareta o injerto inglés, rara vez se utiliza para la producción comercial de flor de corte, ya que también requiere demasiado tiempo.

- Para el injerto de yema el patrón más común es *Rosa manetti* y, ocasionalmente *R. odorata*. En zonas cálidas se emplea *R. multiflora inermis* y en zonas más frías, *R. canina*.

El material para los patrones se obtiene de plantas que han sido tratadas con calor para la eliminación de virus y otras enfermedades. A finales de septiembre se cortan los brotes largos de las plantas patrón, se les eliminan las espinas y se sumergen en una solución de hipoclorito sódico (1/3 de 1%) durante 15 minutos. Se cortan en segmentos de 20-21 cm y se quitan las yemas de las estacas, retirando todas las yemas inferiores, dejando tres en el extremo superior. Después del tratamiento o desinfección del suelo, se procede al abonado de fondo previo análisis de suelo. Los tallos se tratan con hormonas enraizantes y se plantan en surcos separados a 122 cm, distanciándolos a 13 cm, desde mediados de noviembre hasta mediados de diciembre, dando un riego inmediatamente después de la plantación.

El injerto normalmente se realiza a mitad de junio, cuando ya hay suficiente enraizamiento y la corteza se puede pelar fácilmente. Se practica una incisión en forma de "T" hasta la profundidad del cambium, bajo los brotes del patrón. Se inserta entre las solapas que forman la "T" la yema procedente del brote de un cultivar elegido, procurando un sistema de sujeción por encima y por debajo de la yema. Transcurridas 3-4 semanas se corta aproximadamente 1/3 del patrón por encima del injerto y se rompen las puntas, las cuales serán eliminadas 3 semanas después, cuando se extraen los patrones del suelo. Las plantas se limpian y se clasifican según su calidad (desarrollo

del sistema radicular, crecimiento de la planta, etc.), se empaquetan y se almacenan en frío (0-2°C) hasta que se transportan al floricultor entre enero y junio.

En Ecuador se emplea una técnica alternativa conocida como "stenting", que consiste en injertar lateralmente el cultivar deseado sobre una estacilla del portainjertos que se enraíza mediante los métodos normales de propagación. Actualmente también es posible la producción de rosales in vitro.

3.6 Requerimientos climáticos.

3.6.1 Temperatura.

Para la mayoría de los cultivares de rosa, las temperaturas óptimas de crecimiento son de 17°C a 25°C, con una mínima de 15°C durante la noche y una máxima de 28°C durante el día. Pueden mantenerse valores ligeramente inferiores o superiores durante períodos relativamente cortos sin que se produzcan serios daños, pero una temperatura nocturna continuamente por debajo de 15°C retrasa el crecimiento de la planta, produce flores con gran número de pétalos y deformes, en el caso de que abran. Temperaturas excesivamente elevadas también dañan la producción, apareciendo flores más pequeñas de lo normal, con escasos pétalos y de color más cálido.

3.6.2 Iluminación.

El índice de crecimiento para la mayoría de los cultivares de rosa sigue la curva total de luz a lo largo del año. Así, en los meses de verano, cuando prevalecen elevadas

intensidades luminosas y larga duración del día, la producción de flores es más alta que durante los meses de invierno.

Una práctica muy utilizada en Ecuador consiste en una irradiación durante 16 horas, con un nivel de iluminación de hasta 3.000 lux (lámparas de vapor de sodio), pues de este modo se mejora la producción invernal en calidad y cantidad.

No obstante, a pesar de tratarse de una planta de día largo, es necesario el sombreo u oscurecimiento durante el verano, dependiendo de la climatología del lugar, ya que elevadas intensidades luminosas van acompañadas de un calor intenso. La primera aplicación del oscurecimiento deberá ser ligera, de modo que el cambio de la intensidad luminosa sea progresivo. Se ha comprobado que en lugares con días nublados y nevadas durante el invierno, podría ser ventajosa la iluminación artificial de las rosas, debido a un aumento de la producción, aunque siempre hay que estudiar los aspectos económicos para determinar la rentabilidad.

3.6.3 Ventilación y enriquecimiento en CO₂.

En muchas zonas las temperaturas durante las primeras horas del día son demasiado bajas para ventilar y, sin embargo, los niveles de CO₂ son limitantes para el crecimiento de la planta. Bajo condiciones de invierno en climas fríos donde la ventilación diurna no es económicamente rentable, es necesario aportar CO₂ para el crecimiento óptimo de la planta, elevando los niveles a 1.000 ppm. Asimismo, si el cierre de la ventilación se

efectúa antes del atardecer, a causa del descenso de la temperatura, los niveles de dióxido de carbono siguen reduciéndose debido a la actividad fotosintética de las plantas.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que las rosas requieren una humedad ambiental relativamente elevada, que se regula mediante la ventilación y la nebulización o el humedecimiento de los pasillos durante las horas más cálidas del día. La aireación debe poder regularse, de forma manual o automática, abriendo los laterales y las cumbres, apoyándose en ocasiones con ventiladores interiores o incluso con extractores (de presión o sobrepresión). Ya que así se produce una bajada del grado higrométrico y el control de ciertas enfermedades.

3.7 Cultivo en invernadero.

Con el cultivo de rosa bajo invernadero se consigue producir flor en épocas y lugares en los que de otra forma no sería posible, consiguiendo los mejores precios. Para ello, estos invernaderos deben cumplir unas condiciones mínimas: tener grandes dimensiones (50 x 20 y más), la transmisión de luz debe ser adecuada, la altura tiene que ser considerable y la ventilación en los meses calurosos debe ser buena. Además, es recomendable la calefacción durante el invierno, junto con la instalación de mantas térmicas para la conservación del calor durante la noche.

3.7.1 Preparación del suelo.

Para el cultivo de rosas el suelo debe estar bien drenado y aireado para evitar encharcamientos, por lo que los suelos que no cumplan estas condiciones deben mejorarse en este sentido, pudiendo emplear diversos materiales orgánicos.

Las rosas toleran un suelo ácido, aunque el pH debe mantenerse en torno a 6. No toleran elevados niveles de calcio, desarrollándose rápidamente las clorosis debido al exceso de este elemento. Tampoco soportan elevados niveles de sales solubles, recomendando no superar el 0,15%.

La desinfección del suelo puede llevarse a cabo con calor u otro tratamiento que cubra las exigencias del cultivo. En caso de realizarse fertilización de fondo, es necesario un análisis de suelo previo.

3.7.2 Plantación.

La época de plantación va de noviembre a marzo. Esta se realizará lo antes posible a fin de evitar el desecamiento de las plantas, que se recortan 20 cm; se darán riegos abundantes (100 l de agua/m²), manteniendo el punto de injerto a 5 cm por encima del suelo. En cuanto a la distancia de plantación la tendencia actual es la plantación en 4 filas (60 x 15 cm) (viveristas no especializados) o 2 filas (40 x 20 ó 60 x 12,5 cm) con pasillos al menos de 1 m (viveristas especializados), es decir, una densidad de 6 a 8

plantas/m² cubierto. De este modo se consigue un mantenimiento más sencillo y menores inversiones.

3.7.3 Fertirrigación.

Actualmente la fertilización se realiza a través de riego, teniendo en cuenta el abonado de fondo aportado, en caso de haberse realizado. Posteriormente también es conveniente controlar los parámetros de pH y conductividad eléctrica de la solución del suelo así como la realización de análisis foliares.

El pH puede regularse con la adición de ácido y teniendo en cuenta la naturaleza de los fertilizantes. Así, por ejemplo, las fuentes de nitrógeno como el nitrato de amonio y el sulfato de amonio, son altamente ácidas, mientras que el nitrato cálcico y el nitrato potásico son abonos de reacción alcalina. Si el pH del suelo tiende a aumentar, la aplicación de sulfato de hierro da buenos resultados. El potasio suele aplicarse como nitrato de potasio, el fósforo como ácido fosfórico o fosfato monopotásico y el magnesio como sulfato de magnesio.

3.7.4 Formación de la planta y poda posterior.

Los arbustos de dos años ya tienen formada la estructura principal de las ramas y su plantación debe realizarse de forma que el injerto de yema quede a nivel del suelo o enterrado cerca de la superficie. Las primeras floraciones tenderán a producirse sobre brotes relativamente cortos y lo que se buscará será la producción de ramas y más

follaje antes de que se establezca la floración, para lo cual se separan las primeras yemas florales tan pronto como son visibles. Las ramas principales se acortan cuatro o seis yemas desde su base y se eliminan por completo los vástagos débiles. Puede dejarse un vástago florecer para confirmar la autenticidad de la variedad.

Hay que tener en cuenta que los botones puntiagudos producirán flores de tallo corto y éstos se sitúan en la base de la hoja unifoliada, la de tres folíolos y la primera hoja de cinco folíolos por debajo del botón floral del tallo. En la mitad inferior del tallo las yemas son bastante planas y son las que darán lugar a flores con tallo largo, por lo que cuando un brote se despunta es necesario retirar toda la porción superior hasta un punto por debajo de la primera hoja de cinco folíolos. Posteriormente la poda se lleva a cabo cada vez que se cortan las flores, teniendo en cuenta los principios antes mencionados.

3.8 Plagas, enfermedades y fisiopatías.

3.8.1 Plagas.

-Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Es la plaga más grave en el cultivo de rosal ya que la infestación se produce muy rápidamente y puede producir daños considerables antes de que se reconozca. Se desarrolla principalmente cuando las temperaturas son elevadas y la humedad ambiente es baja.

Inicialmente las plantas afectadas presentan un punteado o manchas finas blanco-amarillentas en las hojas, posteriormente aparecen telarañas en el envés y finalmente se produce la caída de las hojas.

Control:

- Evitar un grado higrométrico muy bajo unido a una temperatura muy elevada (más de 20°C).
- Debido al elevado número de generaciones y a la superposición de las mismas, especialmente en verano, los acaricidas utilizados deben tener acción ovicida y adulticida. Los tratamientos con acaricidas como dicofol, propargita, etc, dan buenos resultados. Aunque la materia activa más empleada es la abamectina.

- Pulgón verde (*Macrosiphum rosae*)

Se trata de un pulgón de 3 mm de longitud de color verdoso que ataca a los vástagos jóvenes o a las yemas florales, que posteriormente muestran manchas descoloridas hundidas en los pétalos posteriores. Un ambiente seco y no excesivamente caluroso favorece el desarrollo de esta plaga.

Control:

- Pueden emplearse para su control específico los piretroides.

- Nemátodos (*Meloidogyne, Pratylenchus, Xiphinema*)

Atacan la parte subterránea provocando frecuentemente agallas sobre las raíces, que posteriormente se pudren.

Control:

- Desinfección del suelo.
- Introducción de las raíces en un nematicida.

-Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los trips se introducen en los botones florales cerrados y se desarrollan entre los pétalos y en los ápices de los vástagos. Esto da lugar a deformaciones en las flores que además muestran listas generalmente de color blanco debido a daños en el tejido por la alimentación de los trips. Las hojas se van curvando alrededor de las orugas conforme se van alimentando.

Control:

- Es importante su control preventivo ya que produce un daño en la flor que deprecia su valor en venta. Los tratamientos preventivos conviene realizarlos desde el inicio de la brotación hasta que comiencen a abrir los botones florales.
- Para el control químico son convenientes las pulverizaciones, de forma que la materia activa penetre en las yemas; se realiza alternando distintas materias activas en las que destacamos acrinatrin y formetanato.

3.8.2 Enfermedades

- Mildiu vellosa o tizón (*Peronospora sparsa*)

Provoca la enfermedad más peligrosa del rosal ya que ocasiona una rápida defoliación, sino se actúa a tiempo puede resultar muy difícil recuperar la planta.

Se desarrolla favorablemente bajo condiciones de elevada humedad y temperatura, dando lugar a la aparición de manchas irregulares de color marrón o púrpura sobre el haz de las hojas, pecíolos y tallos, en las zonas de crecimiento activo. En el envés de las hojas pueden verse los cuerpos fructíferos del hongo, apareciendo pequeñas áreas grisáceas.

Control:

- Para prevenirlo debe mantenerse una adecuada ventilación en el invernadero. Además debe evitarse películas de agua sobre la planta ya que ésta favorece la germinación de las conidias.
- Se debe aplicar tratamientos preventivos con metalaxil + mancozeb y curativos con oxaditil + folpet.

- Moho gris o botrytis (*Botrytis cinerea*)

Su desarrollo se ve favorecido por las bajas temperaturas y elevada humedad relativa, dando lugar a la aparición de un crecimiento fúngico gris sobre cualquier zona de crecimiento, flores, etc. Asimismo hay que cuidar las posibles heridas originadas en las operaciones de poda, ya que son fácilmente conquistadas por el patógeno.

Control:

- Para el control de la enfermedad resultan de gran importancia las prácticas preventivas, manteniendo la limpieza del invernadero, ventilación, con la eliminación de plantas o partes enfermas y realizando tratamientos con fungicidas a base de iprodiona y procimidona.

- Agallas o tumores (*Agrobacterium tumefaciens*)

Las agallas o tumores producidos por *Agrobacterium tumefaciens* se forman en el tallo hasta una altura de 50 cm sobre el suelo o en las raíces, penetrando por las heridas cuando la planta se desarrolla sobre suelo infectado.

Control:

- El suelo debe esterilizarse, preferentemente con vapor, antes de la siembra.
- Las plantas con síntomas se deben desechar.

3.8.3. Fisiopatías.

La caída de las hojas puede tener su origen en diversas causas. Por un lado, cualquier cambio brusco en el nivel de crecimiento puede determinar cierto grado de defoliación, ya que el área de alrededor de los pecíolos se expande rápidamente, aumentando el diámetro del tallo en ese punto, mientras que la base de los pecíolos que no presentan tejido meristemático no puede expandirse, causando la ruptura del tejido del pecíolo y, por consiguiente, la caída de la hoja. Las enfermedades que dan lugar a la producción de etileno también pueden causar la defoliación y el mismo efecto tiene lugar en presencia de gases como el dióxido de azufre y el amoníaco.

A veces aparecen pétalos más cortos de lo normal y en número excesivo, lo cual en algunos sitios se conoce como "cabeza de toro". Se culpa a los trips de estos síntomas, aunque es frecuente que estas flores aparezcan en ausencia de trips sobre tallos muy vigorosos.

3.9. Recolección.

Generalmente el corte de las flores se lleva a cabo en distintos estados, dependiendo de la época de recolección. Así, en condiciones de alta luminosidad durante el verano, la mayor parte de las variedades se cortan cuando los sépalos del cáliz son reflejos y los pétalos aún no se han desplegado. Sin embargo, el corte de las flores durante el invierno se realiza cuando están más abiertas, aunque con los dos pétalos exteriores sin desplegarse. Si se cortan demasiado inmaduras, las cabezas pueden marchitarse y la flor no se endurece, ya que los vasos conductores del pedicelo aún no están suficientemente lignificados.

En todo caso, siempre se debe dejar después del corte, el tallo con 2-3 yemas que correspondan a hojas completas. Si cortamos demasiado pronto, pueden aparecer problemas de cuello doblado, como consecuencia de una insuficiente lignificación de los tejidos vasculares del pedúnculo floral.

3.10. Postcosecha.

En la postcosecha intervienen varios factores, en primer lugar hay que tener en cuenta que cada variedad tiene un punto de corte distinto y por tanto el nivel de madurez del botón y el pedúnculo va a ser decisivo para la posterior evolución de la flor, una vez cortada.

Una vez cortadas las flores los factores que pueden actuar en su marchitez son: dificultad de absorción y desplazamiento del agua por los vasos conductores, incapacidad del tejido floral para retener agua y variación de la concentración osmótica intracelular.

Los tallos cortados se van colocando en bandejas o cubos con solución nutritiva, sacándolos del invernadero tan pronto como sea posible para evitar la marchitez por transpiración de las hojas. Se sumergen en una solución nutritiva caliente y se enfrían rápidamente. Antes de formar ramos se colocan las flores en agua o en una solución nutritiva conteniendo 200 ppm de sulfato de aluminio o ácido nítrico y azúcar al 1,5-2%, en una cámara frigorífica a 2-4°C para evitar la proliferación de bacterias. En el caso de utilizar sólo agua, debe cambiarse diariamente. Una vez que las flores se sacan del almacén, se arrancan las hojas y espinas de parte inferior del tallo. Posteriormente los tallos se clasifican según longitudes, desechando aquellos curvados o deformados y las flores dañadas.

La clasificación por longitud de tallo puede realizarse de forma manual o mecanizada. Actualmente existen numerosas procesadoras de rosas que realizan el calibrado. Estas máquinas cuentan con varias seleccionadoras para los distintos largos. Su empleo permite reducir la mano de obra.

Contrariamente a la operación anterior, la calidad de la flor solo se determina manualmente, pudiendo ser complementada con alguna máquina sencilla.

Finalmente se procede a la formación de ramos por decenas que son enfundados en un film plástico y se devuelven a su almacén para un enfriamiento adicional (4-5°C) antes de su empaquetado, ya que la rosa cortada necesita unas horas de frío antes de ser comercializada.

3.11. Comercialización

La clasificación de las rosas se realiza según la longitud del tallo, existen pequeñas variaciones en los criterios de clasificación, orientativamente se detallan a continuación:

- Calidad EXTRA: 90-80 cm.
- Calidad PRIMERA: 80-70 cm.
- Calidad SEGUNDA: 70-60 cm.
- Calidad TERCERA: 60-50 cm.
- Calidad CORTA: 50-40 cm.

Clasificación de las mini-rosas:

- Calidad EXTRA: 60-50 cm.
- Calidad PRIMERA: 50-40 cm.
- Calidad SEGUNDA: 70-60 cm.
- Calidad TERCERA: 40-30 cm.
- Calidad CORTA: menos de 30 cm.

Es importante tener en cuenta que una rosa o mini-rosa de calidad EXTRA, además de cumplir con la longitud y consistencia del tallo, debe tener un botón floral proporcionado y bien formado y el estado sanitario de las hojas y del tallo deben ser óptimos.

CAPITULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPERVISION, CONTROL Y ADQUISICION DE DATOS A TRAVES DE LA TELEFONIA MOVIL PARA INVERNADEROS DE ROSAS

4.1 Introducción.

Los sistemas SCADA han permitido que muchas empresas que cuentan con estos sistemas, hayan mejorado en muchos aspectos su eficiencia y productividad. El permitir que un operador pueda manejar, controlar y vigilar cualquier tipo de maquinaria sin estar presente ha permitido que se ahorre en muchos casos recursos humanos. En el caso específico de un invernadero que se dedica al cultivo de rosas, se obtienen muchas ventajas, como la de evitar que algún operador este presente en algún proceso donde se ponga en riesgo su salud, conocer de forma rápida y precisa el estado de los parámetros que intervienen en el proceso del cultivo, etc. Los mensajes cortos como medio de comunicación garantizan que esta sea rápida, confiable y segura. Además que este servicio es económico y hay varias operadoras proveedoras de este servicio funcionando en el país. Por estas y muchas razones mas la implementación de un sistema SCADA en un invernadero de rosas garantiza su operabilidad y eficiencia en la producción.

4.2 Diagrama del sistema de supervisión, control y adquisición de datos a través de la telefonía móvil para invernaderos de rosas.

Para el diseño de este sistema SCADA se tomaron tres parámetros importantes: la estación remota, la estación central y el operador. La estación remota es donde se realiza

el proceso de producción (invernadero) y es en donde se hace la adquisición de la información que es de interés para el sistema SCADA. La estación central se encarga del proceso de la información enviada desde la estación remota, entendiéndose por proceso a almacenar y mostrar esta información de forma continua y confiable. Mientras que el operador es el encargado de realizar las correcciones a los posibles problemas que se presenten en el proceso de cultivo.

La comunicación entre estaciones y con el operador se lo hace mediante módems, la adquisición de los datos mediante sensores y el manejo y control de estos datos con un computador y un microcontrolador. La figura 4.1 presenta el esquema de un sistema SCADA implementado para un invernadero de rosas,

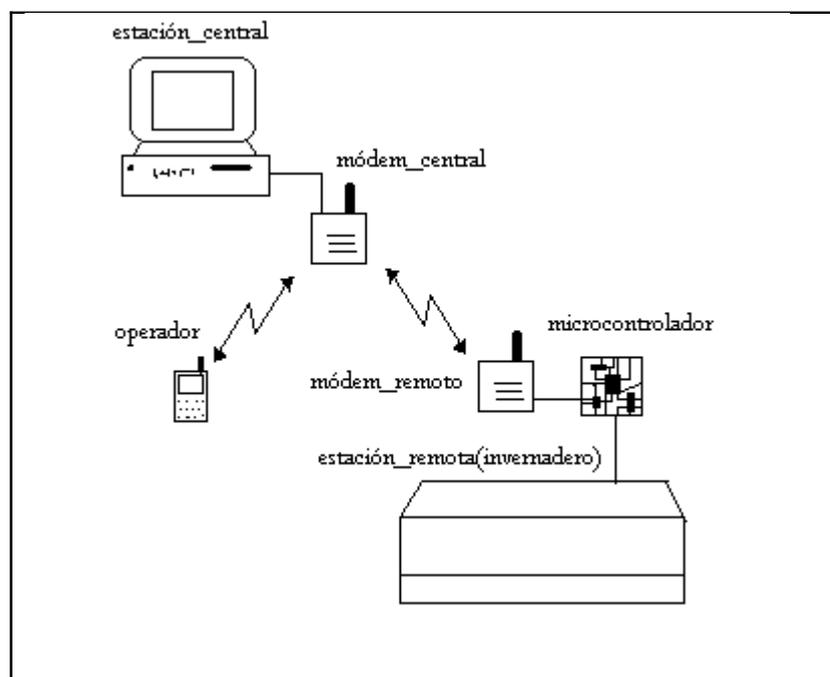


Figura 4.1 Esquema de un sistema SCADA para un invernadero de rosas.

4.3 La estación remota.

4.3.1 Aspectos generales.

En esta estación es en donde se realiza el proceso de producción y de donde se toman todos los datos que maneja el sistema SCADA, consta de sensores que se encargan de convertir variables físicas a variables eléctricas, conversores análogos/digital que convierte la señal de salida del sensor(señal análoga) a impulsos digitales para que puedan ser comprendidas por el microcontrolador, este ultimo se encarga de procesar los datos y ordenes(instrucciones enviados por la estación central o por el operador), y un módem que se encarga de la comunicación con la estación central. En el cultivo de rosas bajo invernadero se tienen muchos parámetros que deben ser tomados en cuenta y controlados continuamente para obtener un máximo de producción. Algunos de ellos se los puede controlar sin necesidad de que alguna persona este presente en el invernadero, pero en cambio otros parámetros necesitan que el encargado del control de estos parámetros este presente, como por ejemplo la fertilización del suelo, el podaje y en si el cultivo mismo. Mientras que temperatura, la humedad y el riego pueden ser controlados y manejados remotamente, es decir; que el encargado no tiene la necesidad de estar presente en el invernadero para conocer el estado de estos y dar oportunamente el correctivo necesario.

Es por esto que estos últimos parámetros han sido tomados en cuenta para la elaboración de este trabajo investigativo

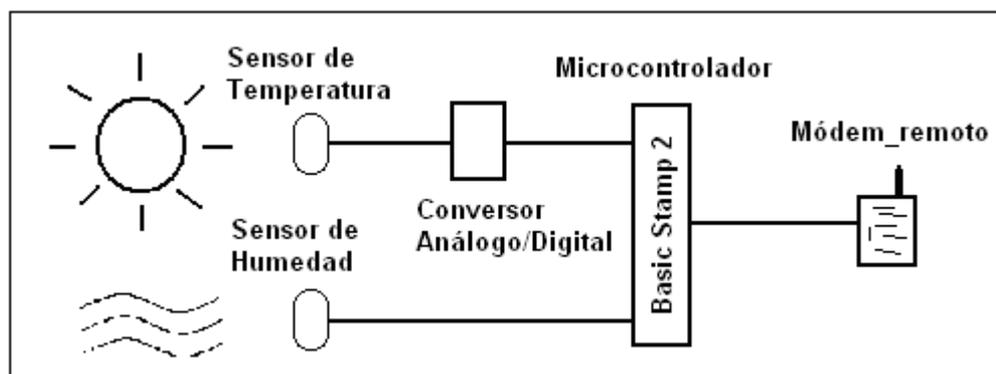


Figura 4.2 Diagrama de la estación remota.

4.3.2 Sensores.

Los sensores son los encargados de tomar las variables físicas y llevarlas a variables eléctricas, los utilizados para la implementación de este trabajo son: el sensor de temperatura LM35 y el sensor de humedad HS1100.

- **Sensor de temperatura LM35.**

El circuito integrado LM35 es un sensor de temperatura cuya tensión de salida es linealmente proporcional con la temperatura en la escala Celsius (centígrada). Posee una precisión aceptable para la aplicación requerida, no necesita calibración externa, posee sólo tres terminales, permite el censado remoto y es de bajo costo

- Factor de escala : $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ (garantizado entre $9,8$ y $10,2\text{mV}/^{\circ}\text{C}$)
- Rango de utilización : $-55^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$
- Precisión de : $\sim 1,5^{\circ}\text{C}$ (peor caso)

- No linealidad : $\sim 0,5^{\circ}\text{C}$ (peor caso)

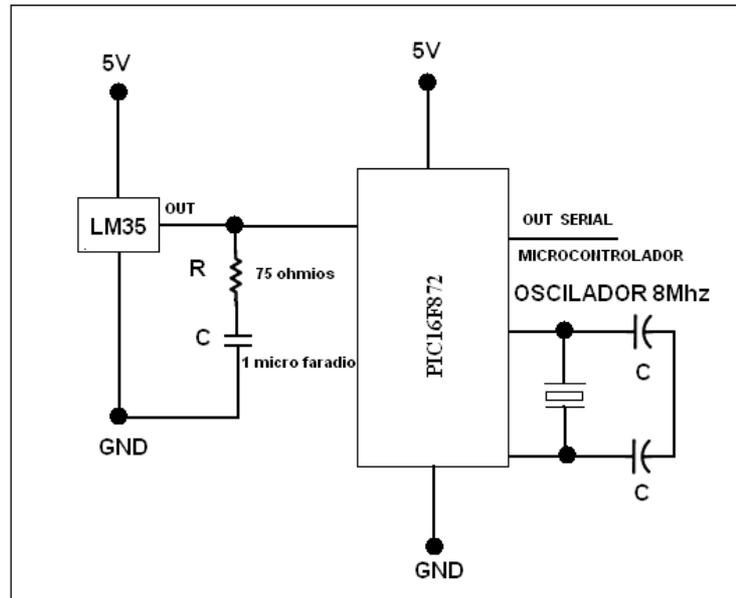


Figura 4.3 Sensor de temperatura LM35.

La resistencia de 75Ω y el capacitor de $1\mu\text{F}$ forman un filtro RC el cual purifica la señal de salida del sensor, esta señal va al microcontrolador PIC16F872 que esta programado para funcionar como un conversor análogo/digital con salida serial de 8 bits, es decir; cada grado centígrado censado se representa por un código binario de 8 bits para que pueda ser comprendido por el microcontrolador Basic Stamp 2.

Diagrama pictórico.

(aproximadamente $0.67 V_{cc}$) y se descarga solo a través de R2 hasta llegar a la tensión TRIGGER (aproximadamente $0.333 V_{cc}$) ya que en la descarga la resistencia R4 esta conectada a tierra a través del pin 7 (transistor en saturación). Cabe recalcar que los valores de las resistencias son establecidos por el fabricante del sensor.

Diagrama pictórico.

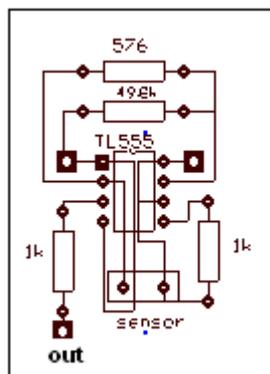


Figura 4.6 Diagrama pictórico del sensor de humedad.

4.3.3 Microcontrolador Basic Stamp 2.

El microcontrolador se encarga de procesar los datos en la estación remota, los datos que son recopilados por los sensores llegan al microcontrolador y este se encarga de analizarlos, y si algún parámetro esta fuera del rango permitido el microcontrolador envía una instrucción al módem para que este se comunique con la estación central, alertando que se produjo una anomalía en la estación remota y que necesita algún tipo de correctivo.

El microcontrolador Basic Stamp II es un pequeño computador que ejecuta programas en lenguaje PBasic. El microcontrolador BS2 tiene 16 pines de (entrada / salida) I/O que pueden ser conectados directamente a dispositivos digitales o de niveles lógicos, tales como botones, diodos Leds, altavoces, potenciómetros, etc. Además, con algunos componentes extras, estos pines de I/O pueden ser conectados a dispositivos tales como solenoides, relés, motores paso a paso, y otros dispositivos de alta corriente o tensión. En el anexo 1 se especifica las características técnicas de este microcontrolador. En la siguiente figura 4.7 se detalla la configuración de los pines del microcontrolador Basic Stamp II.

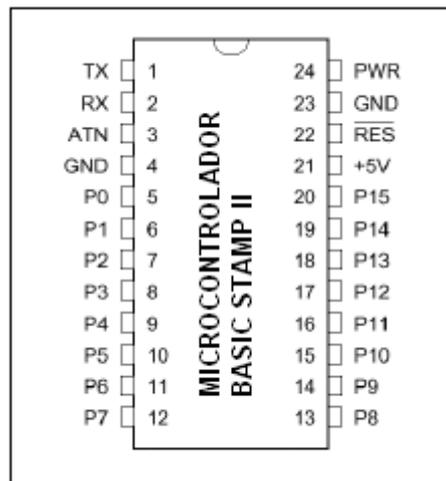


Figura 4.7 Configuración de los pines del microcontrolador.

La conexión con la cual el microcontrolador se comunica con el módem es por medio de un cable serial, puesto que módem utiliza una interfaz de comunicación serial síncrona. En la figura 4.8 se muestra la conexión básica del microcontrolador para la comunicación y su funcionamiento.

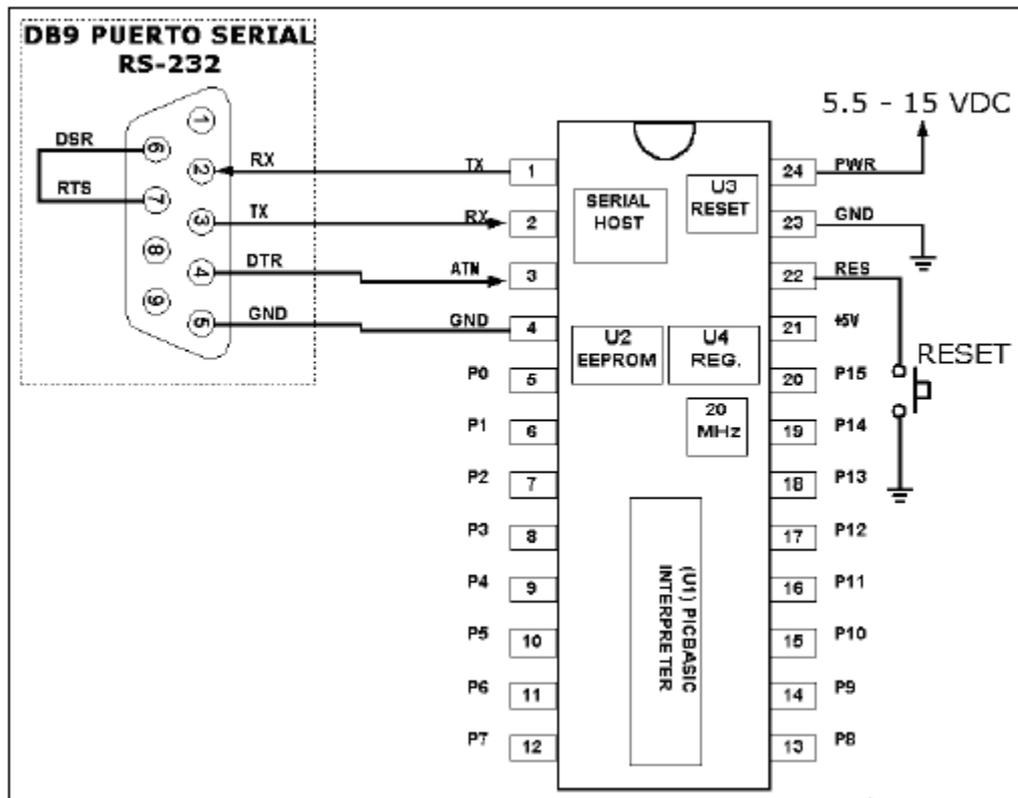


Figura 4.8 Conexión del microcontrolador con el módem.

Además el microcontrolador es el encargado de ejecutar las instrucciones que envié el operador, el encendido y apagado de luces, el inicio y el final del regadío, alzar y bajar cortinas, etc. A continuación en la tabla 4.1 se detallan las instrucciones que comprende el microcontrolador.

Instrucción	Descripción
scort	Levantar las cortinas
ncort	Bajar las cortinas
sluces	Encender las luminarias
nluces	Apagar las luces
sregar	Iniciar el bombeo de agua para el regadío
nregar	Parar el bombeo de agua para el regadío
svent	Enciende los ventiladores
nvent	Apaga los ventiladores

Tabla 4.1 Instrucciones utilizadas por el sistema.

Circuito pictórico.

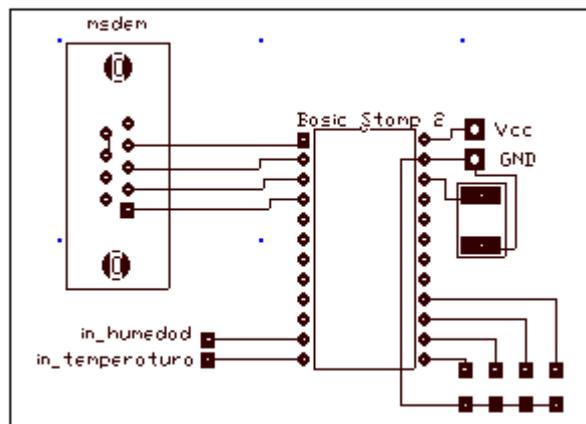


Figura 4.9 Funcionamiento básico de Basic Stamp 2.

4.3.4 Módem.

Este módem es el que nos permite tener comunicación entre estaciones, central y remota; además de enviar y recibir mensajes hacia y desde el operador, funcionamiento es básicamente igual al de un teléfono celular con tecnología GSM y gracias a los comandos AT se puede dar la orden de enviar y recibir mensajes de texto. El microcontrolador es el que envía los comandos AT hacia el módem indicándole que función debe cumplir en un momento dado, de emisor o receptor, vale la pena

mencionar que este módem debe estar en un sitio en donde se pueda acceder a la señal de cobertura de PORTA.

4.3.4.1 Comandos AT.

Los comandos AT son un conjunto de instrucciones que permiten el manejo del módem. Su nomenclatura básica es el comando precedido de la palabra “AT+” agregando algunos parámetros de configuración, mas adelante se detallaran algunos de los comandos AT que son utilizados en el presente trabajo investigativo.

Sintaxis de un comando AT:

ATCMD1 CMD2=12; +CMD1; CMD2=,,15; +CMD2?; +CMD2=?<CR>

Donde:

Subparámetro	Definición
AT	Prefijo de comando
CMD1	Comando básico
12	Subparámetro
+CMD1	Comando de extensión
;	Delimitador de comandos

”	Subparámetro que puede ser omitido
+CMD2?	Comando de lectura, revisa los valores actuales del subparámetro
+CMD2=?	Comando de prueba, revisa los posibles valores que puede tomar del subparámetro
<CR>	Caracter de terminación

Tabla 4.2 Sintaxis general de un comando AT.

En la Tabla 4.3 veremos un listado de subparámetros que son utilizados en los comandos AT.

Subparámetro	Definición
<stat>	De tipo entero en modo PDU y cadena en modo texto.
<alpha>	Representación alfanumérica de <oa> o <da> correspondiente a la búsqueda en el directorio MT
<oa>	Dirección original del mensaje recibido
<length>	Indica la longitud del cuerpo del

	mensaje
<pid>	Identificador de protocolo en formato entero
<CR>	Terminador
<LF>	Salto de línea
<toda>	Dirección a donde se requiere enviar el mensaje

Tabla 4.3 Definición de subparámetros mas importantes.

4.3.4.1.1 Formato de mensaje +CMGF.

Este comando dice al TA (message storage), el formato que es usado para enviar, listar, leer y escribir comandos y solicitudes de resultados de códigos de mensajes recibidos.

Sintaxis:

+CMGF=[<mode>]

Definición de valores: <mode>:

0 modo PDU

1 modo texto

Ejemplo:

Comando enviado:

AT+CMGF=1 (selecciona el modo texto)

Respuesta:

OK (aceptación del comando y cambio a modo texto)

4.3.4.1.2 Leer mensajes +CMGR.

Lee los mensajes que estén presentes en la memoria SIM del módem.

Sintaxis:

+CMGR: <stat>,<oa>,[<alpha>],<pid>,<length>]<CR><LF>

Ejemplo:

Comando enviado:

AT+CMGR=1 (estoy leyendo el mensaje que esta presente en la
dirección de memoria 1 del la tarjeta SIM)

Respuesta:

+CMGR: "REC READ","098950402",,"05/12/25,10:55:42-20" (recibo el
estado del mensaje, dirección, fecha y hora de envío)

Hola, este es un mensaje de prueba (mensaje recibido)

OK

4.3.4.1.3 Enviar mensaje +CMGS.

Este comando permite enviar un mensaje de texto a un TE (equipo terminal), basta con tener el servicio activo.

Sintaxis:

+CMGS=[<toda>]<CR>

Ejemplo:

Comando enviado:

AT+CMGS="098950402" (dirección a donde va el mensaje)

> Hola, este es un mensaje (edito el mensaje a enviar)

> de prueba <ctrl.-Z> (envió el mensaje presionando control+Z)

Respuesta:

+CMS: 110 (se envió correctamente el mensaje)

+CMS ERROR 500 (si el mensaje no se envió)

4.3.4.1.4 Borrar mensajes +CMGD.

Este comando permite borrar los mensajes almacenados en la memoria SIM del módem.

Sintaxis:

+CMGD=<index>

Definición de valores:

El subparámetro <index> puede tomar valores enteros comprendidos entre 1 y 10

Ejemplo:

Comando enviado:

AT+CMGD=1 (se borra el mensaje contenido en la posición 1 de la memoria SIM)

Respuesta:

OK (mensaje borrado)

ERROR (no se pudo borrar el mensaje)

4.3.5 Funcionamiento de la estación remota.

De acuerdo a las señales provenientes de los sensores el microcontrolador debe procesar esta información (compararla con ciertos parámetros pre-establecidos en la

programación) y tomar alguna medida de ser necesario, por ejemplo si la temperatura esta por encima del valor máximo pre-establecido, este debe emitir una orden hacia el módem para que envíe un mensaje a la estación central indicando que se produjo este ascenso de temperatura y esta a su vez al operador para que este tome las medidas correspondientes, y de igual manera en el caso de que temperatura descienda a niveles no permitidos. Además debe esperar las ordenes provenientes de la estación central para ejecutar la corrección del problema.

El LM35 toma una muestra de la temperatura ambiente cada minuto y cada valor de temperatura le asigna un valor en código binario para que el microcontrolador pueda comprender la señal censada. En la Tabla 4.4 se muestra un ejemplo de los valores binarios que toma algunos de los valores de temperatura.

Temperatura[°C]	V [mV]	Código binario
10	15	10010110
15	65	10011000
20	115	10011100
25	165	10011111
27	185	10100001
29	205	10100100
30	215	10100101
31	225	10101000

Tabla 4.4 Códigos asignados a las diferentes temperaturas.

Ejemplo:

Temperatura en el invernadero: 29°C

Temperatura máxima (pre-establecido en la programación): 28°C

El sensor de temperatura entrega una señal de voltaje de 205 mV al conversor análogo/digital, este a su vez le asigna el código binario 10100100 y lo transmite al

microcontrolador, luego de compararlo con el valor pre-establecido, envía la siguiente instrucción al módem_remoto:

```
serout var1,var2,["AT+CMGS=",34,"# módem _ central",34,15]
```

```
serout var1,var2,["var3", DEC num,"tempalta",26]      (informe del nivel de
temperatura)
```

Módem _ central recibe y envía al computador:

```
+CMGR:"REC UNREAD", "# módem_remoto", "05/12/29,15:12:42-20"
```

```
tempalta
```

```
OK
```

Luego de enviado el mensaje el microcontrolador verifica si hay algún mensaje de respuesta módem_remoto, señalando que tipo de acción se va a tomar para que la temperatura descienda a niveles aceptables para el correcto desempeño en el invernadero. Para este caso la solución será la de levantar las cortinas del invernadero por cierto tiempo hasta que la temperatura llegue a niveles normales, por lo cual debe recibir el siguiente mensaje que indica que se cumpla esta acción:

```
Mensaje recibido: "scort"
```

Entonces el microcontrolador ordena a un motor que funcione por un intervalo de tiempo hasta que las cortinas se hayan levantado por completo, estas se mantendrán así hasta que el sensor detecte una temperatura menor a la censada anteriormente. Para bajar las cortinas el micro debe recibir la orden:

```
Mensaje recibido: "ncort"
```

Puesto que en Ecuador una práctica muy usada es de iluminar artificialmente durante 16 horas al día con el fin de mejorar la producción invernal en calidad y cantidad, mediante el sistema SCADA se puede prender esta iluminación automática o manualmente, esto se lo hace programando al microcontrolador para que realice esta acción en el momento que se pierda toda luminosidad en el ambiente, o también un mensaje de texto enviado por el operador. Para este último caso la orden recibida por el microcontrolador será la siguiente:

Mensaje recibido: “sluces”

De igual manera para apagar las luminarias el microcontrolador debe recibir la instrucción “nluces” y este de inmediato se apagarán las luminarias.

El inicio del regadío se lo hace cuando el microcontrolador recibe del módem_remoto la instrucción “sregar”, entonces este activa las bombas para que se inicie el regadío del agua en el invernadero y de igual manera para parar el regadío en el invernadero debe recibir la instrucción “nregar”.

Para la humedad ambiente se toman casi las mismas medidas que para la temperatura, con excepción de que aquí es necesario encender un ventilador para sacar toda la humedad presente en el invernadero. El microcontrolador solo recibe una señal del sensor de presencia o no de humedad nociva para las rosas. Si hay anomalías el micro

envía al módem una instrucción a la estación central para que esta a su vez envíe un mensaje alertando del problema al operador.

4.4 Estación central.

4.4.1 Aspectos generales.

La estación central es en donde se encarga del manejo y del proceso de los datos obtenidos por la estación remota. El desarrollo de una aplicación que permita al operador interactuar con el sistema SCADA puede ser realizado bajo cualquier tipo de lenguaje de programación, para este trabajo investigativo se tomo en cuenta el lenguaje de programación Visual Basic 6.0. Este lenguaje de programación maneja un entorno visual que permite realizar aplicaciones de una rápida y eficiente para sistemas operativos Windows 98 y superiores. Además permite el manejo de otros dispositivos a través de los puertos que tiene el computador (serial, paralelo), hay que tener también en cuenta que las funciones, procedimientos y módulos son fáciles de comprender y diseñar en caso que se lo necesite. Por estas y muchas más razones se ha tomado como base este lenguaje de programación para el desarrollo de la interfaz de usuario.

Para la comunicación entre la estación central, la remota y el operador se utiliza módems, los mismos que han sido homologados para funcionar en la banda de frecuencias de Porta, operadora de telefonía celular que desde hace algunos años

funciona en el país. Estos módems son los encargados de recibir y enviar mensajes de texto hacia las tres partes del sistema SCADA. El manejo de estos se lo hace mediante los comandos AT que son un conjunto de instrucciones comprendidos por la gran mayoría de módems y teléfonos celulares. La conexión hacia el computador se lo hace a través del puerto serial (RS-232) y los comandos AT son enviados al módem mediante la utilización de la aplicación (interfaz de usuario).

4.4.2 Interfaz de usuario.

La interfaz de usuario no es más que la aplicación que permite al operador interactuar con el sistema SCADA. En la figura 4.10 se observa la aplicación funcionando en forma manual.

4.4.2.1 Forma manual.



Figura 4.10 Aplicación funcionando en forma manual

Cuando la aplicación funciona en forma manual la información recibida desde la estación remota no es enviada al móvil del operador, esta información es presentada solo en la aplicación y desde aquí se toman las decisiones pertinentes. En el momento que se recibe un mensaje este se presenta en el cuadro de texto “Recibido” activando a la par una alerta para avisar que se recibió un mensaje, mientras que en el cuadro de texto “Hora” se presenta la hora en que se recibió el mensaje.



Figura 4.11 Botón Verificar Estado

Con el botón de la figura 4.11 se puede observar el último mensaje recibido y que esta presente en la memoria SIM del módem _ central.

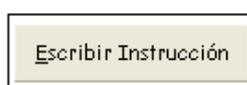


Figura 4.12 Botón Escribir Instrucción

Con este botón se escribe la instrucción que se quiere enviar a la estación remota, en el momento del clic el cursor se posiciona en el cuadro de texto “Escriba instrucción” aquí se escribir la instrucción dependiendo de lo que se haya recibido desde la estación remota. En ese mismo instante este botón se pone en estado oculto y se pone visible el botón “Enviar” que se puede observar en la siguiente figura.



Figura 4.13 Botón Enviar

Luego que se ha escrito la instrucción a enviar, este botón autoriza que se envíe esta, siempre y cuando la instrucción este dentro del listado de instrucciones que se maneja en la estación remota. En la figura vemos en ejecución el envío de un mensaje.



Figura 4.14 Enviando una instrucción a la estación remota.

4.4.2.2 Forma automática.



Figura 4.15 Aplicación funcionando en forma automática

Cuando la aplicación funciona en forma automática, todos los mensajes recibidos desde la estación remota son almacenados en la base de datos, procesados y enviados al

operador. Entonces el operador desde su móvil se conecta con el sistema SCADA y puede manejarlo desde lugar en donde se encuentre.

De igual manera que en forma manual el mensaje es mostrado en la pantalla del computador, pero en este caso el control ya no se lo hace desde el computador sino mas bien desde el móvil del operador. En la figura 4.16 se puede observar un ejemplo de cómo funciona la interfaz de usuario en forma automática. La interfaz de usuario recibió un mensaje indicando que la temperatura ha sobrepasado el rango superior de temperatura, entonces esta envía un mensaje al operador indicando el ascenso y espera una respuesta del operador. El operador envía la instrucción “scort” desde su móvil a la estación central, entonces esta reenvía el mensaje de texto la estación remota. En la estación remota el microcontrolador recibe la instrucción y entonces ejecuta la operación “subir las cortinas”

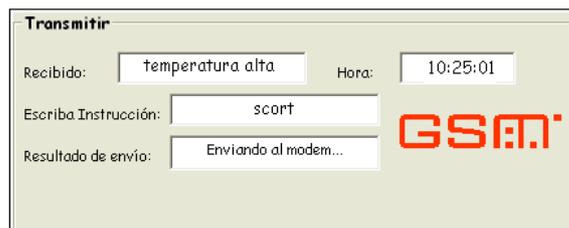


Figura 4.16 Mensaje enviado a la estación remota a través de la interfaz de usuario.

Menú Principal.



Figura 4.17 Menú principal.

El menú principal tiene algunas de las principales opciones de control del sistema.

Menú Archivo.

Submenú Abrir.

Principalmente contiene submenús que sirven para abrir y cerrar el puerto que se está utilizando, además de abrir otra forma donde se pueden observar e imprimir reportes de las bases de datos. En la figura 4.18 se observa el menú Archivo.



Figura 4.18 Menú archivo

Puerto.

Con esta opción se puede abrir y cerrar el puerto que se va a utilizar para la conexión del módem. En la figura 4.19 se observa el cuadro en donde se puede además de abrir, escoger el puerto con el que se va a trabajar.

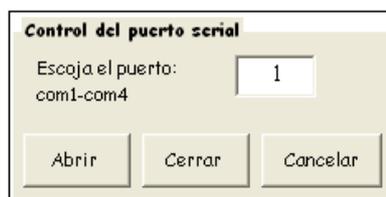


Figura 4.19 Cuadro para abrir el puerto.

Base de Datos.

Con esta opción ingresamos a otra pantalla en donde se pueden observar las bases de datos con todos los movimientos de mensajes del sistema SCADA. En la figura 4.20 se observa el reporte de la base de datos correspondiente al parámetro de temperatura.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS			
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES			
REPORTE-BASE DE DATOS			
Fecha	Hora	Teléfono	Mensaje Recibido
15-03-06	13:00:01	098950402	Encender luces
16-03-06	10:59:52	091107554	Regar
16-03-06	11:00:47	091107554	Encender ventiladores
16-03-06	11:00:59	098950402	Encender luces
16-03-06	11:01:59	098950402	Encender luces
16-03-06	11:07:00	098950402	Encender luces
16-03-06	11:12:15	098950402	Encender luces
16-03-06	11:53:25	091107554	Regar
16-03-06	11:58:24	091107554	Encender ventiladores
16-03-06	11:59:26	091107554	Encender luces
16-03-06	12:02:59	098950402	Apagar luces
16-03-06	12:03:59	091107554	Humedad alta
16-03-06	12:05:59	091107554	Humedad alta
16-03-06	12:07:59	098950402	Apagar ventiladores
16-03-06	12:13:59	091107554	Humedad alta
16-03-06	12:17:00	098950402	Encender ventiladores
16-03-06	12:26:00	098950402	Apagar ventiladores
16-03-06	12:56:59	098950402	Parar regar
16-03-06	12:57:59	098950402	Parar regar
16-03-06	13:01:03	098950402	Parar regar
16-03-06	13:04:59	098950402	Apagar ventiladores

Figura 4.20 Reporte base de datos.

Menú Control.

Contiene opciones de control y configuración de entrada y salida de los mensajes de texto que son utilizados por el sistema SCADA, además de la configuración del número telefónico del operador.



Figura 4.21 Menú Control.

Automático.

Permite que la aplicación entre a funcionar en modo automático, previo la deshabilitación del modo manual.

Manual.

Activa el funcionamiento de la aplicación en forma manual, previo la deshabilitación del modo automático.

Configurar.

Esta opción es de uso exclusivo del dueño del sistema o del encargado del control de la aplicación, ya que aquí se configuran parámetros para la interpretación de los mensajes de texto, tanto recibidos como enviados, además del número o números telefónicos que puede manejar el operador para el control del sistema.. Debido a esto es necesario contar con seguridad, por lo que hay que ingresar una clave de acceso para ingresar a la configuración. En la siguiente figura 4.22 se muestra el cuadro en donde se debe ingresar la clave de acceso.



Ingrese su contraseña:

Aceptar

Cancelar

Figura 4.22 Clave de acceso.

Una vez ingresada correctamente la clave de acceso se presenta el siguiente cuadro.



Figura 4.23 Cuadro en donde se escoge lo que se va a configurar.

Datos.

Si se escoge la opción “Datos” se ingresa a un cuadro en donde se deben digitar los comandos AT que sirven para la configuración del módem, pudiendo aquí por ejemplo encender y apagar el eco del módem, el modo de ingreso de los datos al sistema SCADA ya sea en modo texto o en modo PDU. En la figura 4.24 se observa la habilitación del módem para que trabaje en modo texto.

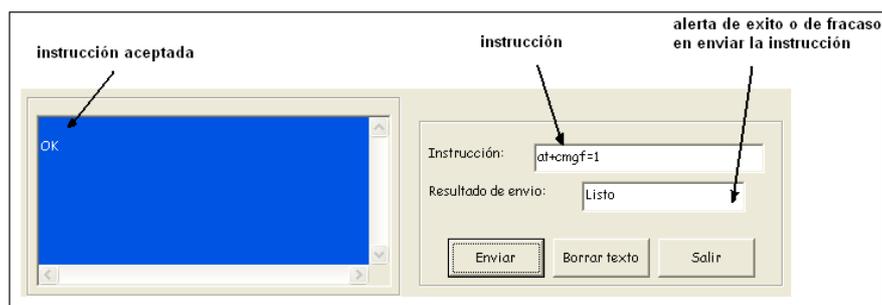


Figura 4.24 Cuadro de configuración.

Operador.

Esta opción permite ingresar un nuevo número telefónico del operador.

A dialog box titled 'Nuevo operador:' with a text input field containing '091107554'. Below the input field are two buttons: 'Guardar' and 'Cancelar'.

Figura 4.25 Nuevo número del operador.

Menú Ver.

Estado del puerto.

Permite conocer que puerto se está utilizando y si está abierto o cerrado para la comunicación.

A menu item labeled 'Ver' with a sub-label 'Estado del Puerto' below it.

Figura 4.26 Menú Ver.

En la siguiente figura se indica que el puerto en uso es el COM 1 y su estado actual es abierto.

A dialog box titled 'Estado del Puerto' showing the following information: 'Puerto en uso: COM 1' and 'Estado del puerto: ABIERTO'. Below the text is an 'Aceptar' button.

Figura 4.27 Estado del puerto.

4.5 El operador.

El operador es el encargado del manejo del sistema SCADA y su función principal es la de corregir las anomalías que se presentan en el invernadero, lo puede hacer estando presente en la estación central o donde se encuentre ya que mediante su teléfono móvil

el puede estar al tanto de todo lo que sucede en el invernadero a cualquier hora del día, este es el único que conoce las instrucciones que maneja el sistema SCADA para así evitar que alguien mas pueda tener acceso al control del mismo. Además este debe ser un experto conocedor del cultivo de rosas para poder dar solución a los problemas que se pueden presentar en el invernadero.

Mediante su teléfono móvil el operador envía una o mas instrucciones a la estación central y esta a su vez las envía a la estación remota después de archivarlas, cabe recalcar que el operador puede enviar las instrucciones directamente a la estación remota pero una de las funciones principales de un sistema SCADA es que debe llevarse un registro de todas las acciones que se hagan en el sistema. Una vez que las instrucciones llegan a la estación remota el microcontrolador se encarga de ejecutarlas y enviar un mensaje indicando que esa instrucción se esta ejecutando. Con el siguiente ejemplo se comprenderá mejor la función del operador.

Ejemplo:

Para el ejemplo anterior una vez que el computador recibe el mensaje proveniente de estación _ remota, el computador lo procesa y lo envía al móvil del operador.

El operador recibe en su móvil como mensaje de texto por parte de la estación _ central:

“temperatura alta”

La solución para la temperatura alta es levantar las cortinas del invernadero por un tiempo hasta que la temperatura descienda a niveles normales.

El operador envía a la estación _ central un mensaje de texto indicando que se deben levantar las cortinas.

scort (esta es la instrucción que ordena que se levanten las cortinas)

Luego la estación central reenvía el mensaje a la estación remota, el módem remoto recibe este mensaje y lo pasa hacia el microcontrolador para que este ejecute la instrucción recibida.

Además el operador también puede conocer el último mensaje que ha recibido la estación central, el operador con enviar la palabra “dato” como mensaje de texto a la estación central, entonces la estación central devuelve el mensaje con el siguiente texto:

“instrucción fecha hora”

Instrucción será la última instrucción almacenada en la base de datos, además de la fecha y hora en la que se almaceno esa instrucción.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Las siguientes conclusiones se hicieron en base a las experiencias en la realización del presente trabajo investigativo.

a.- El microcontrolador Basic Stamp II puede ser utilizado para una gran variedad de aplicaciones, ya que el lenguaje de programación utilizado es de alto nivel y se pueden ejecutar un promedio de 4000 instrucciones/segundo haciendo de este un microcontrolador de gran versatilidad al momento de utilizarlo en aplicaciones que se requiera un realizar una acción en tiempo real.

b.- Los sensores de temperatura de la serie LM35XX se pueden utilizar en cualquier tipo de aplicación que requieran del manejo de esta variable física, dado que tiene una respuesta lineal a las variaciones de temperatura prestando gran confiabilidad en el uso de este dispositivo.

c.- El uso del SMS (Short Message Service) como medio de comunicación, permite tener cobertura en la mayor parte del mundo, puesto que las operadoras que ofertan este servicio ya tienen instalado este sistema de comunicación, y tan solo basta con contratar este servicio en cualquiera de las operadoras que están actualmente funcionando en el país.

d.- Gracias al uso de los comandos AT se pueden utilizar cualquier tipo de módem y/o un teléfono celular para realizar la comunicación, estos comandos son utilizados por la gran mayoría de los dispositivos antes mencionados.

e.- Los sistemas SCADA prestan un servicio que garantiza la rapidez, fiabilidad, confiabilidad y versatilidad en el tratamiento de la información que influyen en los procesos productivos de cualquier tipo de empresas. Además de ser sistemas considerablemente económicos de construir, es bastante fácil de comprender su funcionamiento para alguien que tenga algo de experiencia en electrónica

f.- Visual Basic se presenta como una gran herramienta para el manejo de los puertos de comunicación del computador, sin duda alguna las aplicaciones hechas bajo este lenguaje de programación permite tener confiabilidad y alto rendimiento en las labores para las cuales fueron desarrolladas.

g.- El objetivo de realizar el diseño de un sistema de control y adquisición de datos a través de la telefonía móvil para invernaderos de rosas se cumplió en el tiempo previsto y con todas las expectativas que se tenían acerca del tema.

5.2 Recomendaciones.

Las recomendaciones siguientes son de vital importancia para alguien que quiera repetir total o parcialmente este trabajo investigación.

a.- La comunicación entre estaciones debe ser la mas clara posible, con el fin de evitar errores en la comprensión de los comandos e instrucciones utilizados para el control de los procesos, para esto se debe utilizar equipos y terminales que garanticen una comunicación fidedigna, rápida, oportuna y precisa.

b.- La interfaz de usuario no debe tener muchos requerimientos de hardware y software para su instalación y ejecución. Además de brindar un alto rendimiento debe tener un entorno que permita el fácil manejo por parte del usuario.

c.- La memoria del módem debe ser continuamente limpiada con el fin de evitar que los mensajes recibidos no sean comprendidos por el microcontrolador, debido a que estos se sobrepone en la memoria SIM del módem y el microcontrolador en el momento de la lectura de los mensajes no encuentra ninguna instrucción viable.

d.- Las variables físicas tienen que ser constantemente monitoreadas con el fin de tener un control exacto del proceso de producción en el invernadero, además con esto se lleva un registro de lo que sucede en el invernadero y se puedan tomar decisiones futuras para mejorar la producción y rentabilidad del negocio.

e.- Las instrucciones que controlan al sistema SCADA tienen que ser lo más claras y sencillas posibles, tienen que hacer referencia al proceso que va a controlar o a la orden que vaya a ejecutar para la corrección de algún problema en la estación remota, para que el operador pueda comprenderlas y dar soluciones precisas en el momento oportuno.

f.- Hay que asegurarse que el módem remoto esté instalado en una zona en donde cuente con la señal de la operadora que presta el servicio de mensajes cortos, que esté funcionando correctamente y que la conexión entre el módem y el microcontrolador no tenga una larga extensión, puesto que el módem no suministra gran corriente y por la distancia la señal se atenúa llegando al microcontrolador una señal que no presta garantías para la comprensión de la instrucción recibida en esta estación.

g.- El encargado del manejo del sistema SCADA debe ser una persona especializada en el cultivo de rosas en invernaderos, para que pueda dar soluciones de manera rápida y precisa a todos y cada uno de los problemas que se susciten en el proceso de cultivo.

Anexos

Anexo 1

El microcontrolador Basic Stamp 2

El Basic Stamp II es un pequeño computador que ejecuta programas en lenguaje PBasic, tiene 16 pines de entrada / salida que pueden ser conectados directamente a dispositivos digitales o de niveles lógicos, tales como botones, diodos leds, altavoces, potenciómetros y registros de desplazamiento. Además, con unos pocos componentes extras, estos pines de entrada/salida pueden ser conectados a dispositivos tales como solenoides, relays, servomotores, motores de paso a paso, y otros dispositivos de alta corriente o tensión.

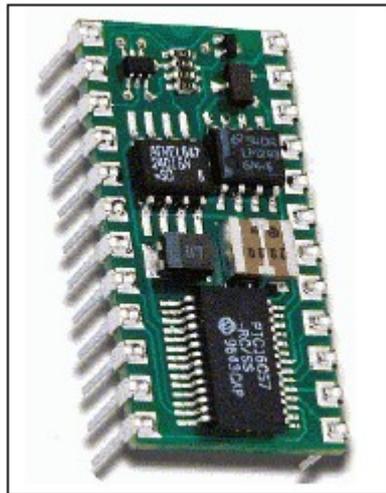


Figura 1 Basic Stamp 2

Equipos necesarios para trabajar con el BS2

- Un cable serial RS-232 (no null módem)
- Un Pulsador normalmente abierto

- Fuente de alimentación (5 - 15 V)
- Una computadora personal PC; S.O. Windows 95/98/NT4/2000 o superiores
- Programa Editor PBASIC

Aplicaciones de los microcontroladores Basic Stamp 2

La facilidad de un puerto abierto de entrada / salida, la capacidad de evaluación de señales para luego decidir una acción y poder controlar dispositivos externos, hacen que este microcontrolador tenga un campo de aplicación muy extenso.

Aquí algunos ejemplos de áreas de aplicaciones:

- Electrónica Industrial (Automatizaciones)
- Comunicaciones e interfase con otros equipos (RS-232)
- Interfase con otros Microcontroladores
- Equipos de Mediciones
- Equipos de Diagnósticos
- Equipos de Adquisición de Datos
- Robótica (Servo mecanismos)
- Proyectos musicales
- Proyectos de Física
- Proyectos donde se requiera automatizar procesos artísticos
- Programación de otros microcontroladores

- Interfase con otros dispositivos de lógica TTL: Teclado, Pantallas LCD, Protocolo de comunicación X-10, Sensores, Memorias, Real Time Clock (RTC), A/D, D/A, Potenciómetros Digitales, etc

Hardware del Basic Stamp 2

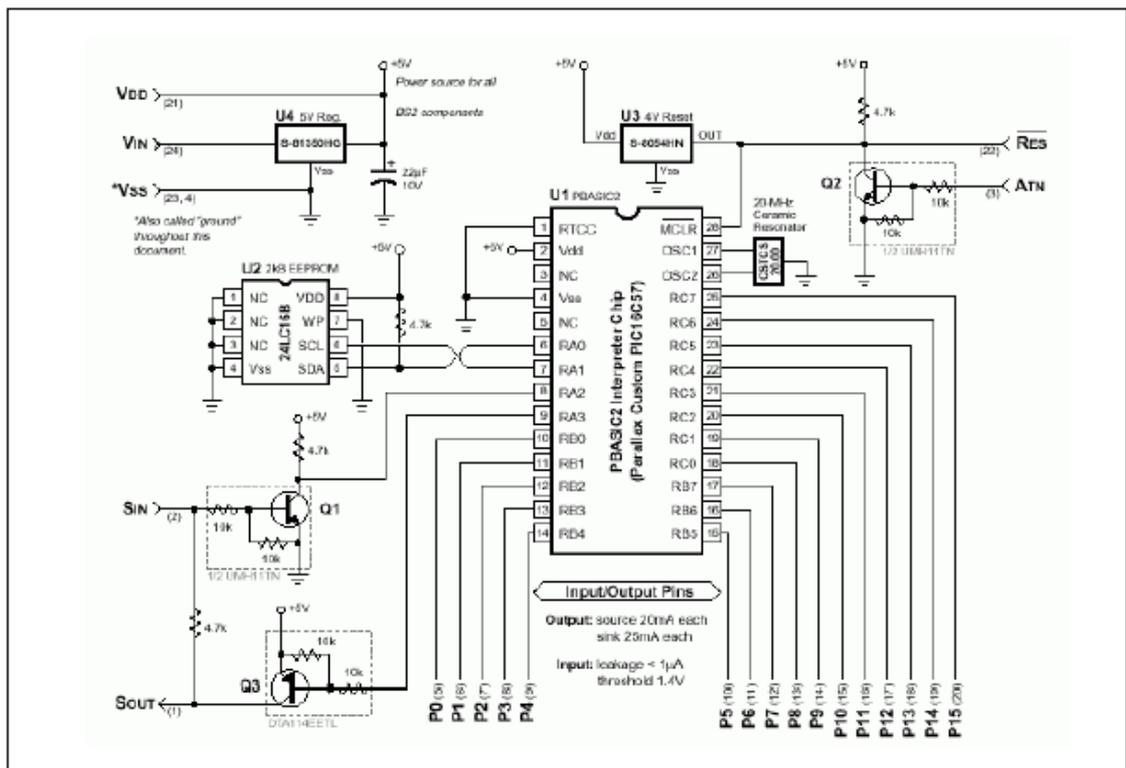


Figura 2 Diagrama eléctrico del Basic Stamp 2

Conexión entre la PC y el BS2

La siguiente figura muestra un conector DB9, el cual utiliza 6 pines de los cuales 4 van destinado al BS2 y dos conectados internamente. Preparando este cable usted puede

empezar a programar los BS2. En caso de que usted utilice un cable serial, debe realizar la conexión de los pines 6 y 7 del cable. Si utiliza cualquiera de los entrenadores de Parallax. Esto no será necesario.

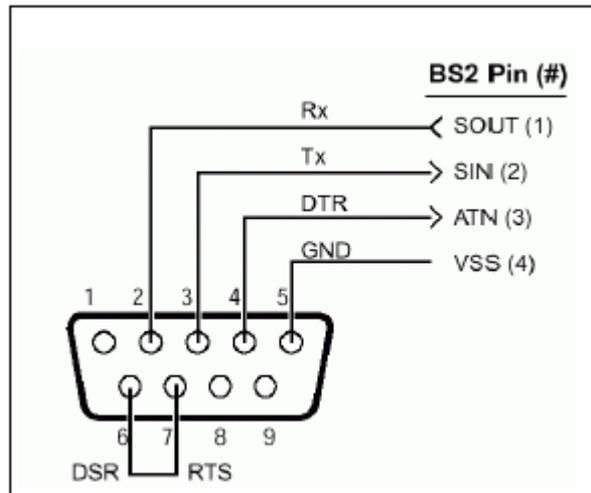


Figura 3 Conexión del BS2 con un PC

Descripción de pines del BS2

Pin	Nombre	Descripción
1	SOUT	Serial Out: Conectar al puerto serial RX (DB9 pin 2)
2	SIN	Serial In: Conectar al puerto serial TX (DB9 pin 3)
3	ATN	Atención: Conectar al puerto serial DTR (DB9 pin 4)
4	GND	Tierra entre el puerto serial y el BS2
5-20	P0-P15	Puerto de propósitos generales, cada uno puede entregar 25 mA, sin embargo, el total de la corriente no puede exceder los 75 mA utilizando el regulador interno y 100 mA utilizando +5V externo
21	VDD	Voltaje regulado a +5 VDC
22	RES	Reset, Basta con aterrizar y el BS2 reinicialaza
23	GND	Tierra del BS2
24	PWR	Voltaje no regulado entre +5.5 a +15 VDC, si VDD es utilizado VIN no puede ser utilizado

Tabla 1 Descripción de pines

Lenguaje de programación PBASIC

El lenguaje de programación PBASIC fue creado específicamente para programar a los BS2, es pariente cercano del lenguaje de programación BASIC, la ventaja que ofrece el PBASIC con otros lenguajes es su facilidad de aprendizaje.

PBASIC Editor

El PBASIC Editor es el programa donde escribimos el conjunto de instrucciones para el Basic Stamp. Es similar en apariencia a cualquier editor de texto del sistema operativo Windows. El editor contiene una serie de herramientas como son identificador del Basic Stamp, Corrector ortográfico de sintaxis, Mapa de memoria y Ventana del depurador.

El editor tiene la capacidad para abrir 16 ventanas simultáneamente. La capacidad de cortar, copiar y pegar se mantiene innata. Su entorno es muy sencillo y usted se familiarizara muy pronto.

Conjunto de instrucciones del PBasic:

El programa PBasic para el Basic Stamp 2 consiste en un conjunto de 36 comandos orientados a entrada y salida de señales y evaluación de variables para luego tomar una decisión, además de un conjunto de funciones matemáticas básicas. El método de programación es lineal, esto quiere decir que se ejecuta un comando a la vez, por lo general se programa de una forma en que se repita las instrucciones en un ciclo cerrado.

Los programas de PBasic contienen: variables de memoria, constantes, direccionamiento de puertos, instrucciones y sub-rutinas.

A continuación se detalla algunos de las instrucciones utilizadas en este trabajo investigativo.

GOTO

Formato

GOTO Dirección _ etiqueta

Función

Dirige el puntero a la Dirección _ etiqueta especificada.

Dirección _ etiqueta es una dirección o referencia que especifica a donde ir dentro del código escrito.

HIGH

Formato

HIGH Pin

Función

Asigna un 1 lógico al Pin especificado, esta salida es compatible con la familia lógica TTL.

Pin puede ser una variable/constante/expresión de (0-15) del puerto de Entrada / salida del BS2. Este Pin se direcciona como salida automáticamente.

IF...THEN

Formato

IF Condición THEN Dirección _ etiqueta

Función

Evalúa una condición lógica, y si es verdadera, entonces el programa se dirigirá a la dirección indicada.

Condición es una evaluación o comparación lógica sobre una variable y una constante o sobre dos variables. El resultado de la evaluación puede ser falso o verdadero.

Dirección _ etiqueta es la etiqueta que especifica a donde apuntara el programa en caso de que el resultado sea verdadero.

LOW

Formato

LOW Pin

Función

Asigna un 0 lógico al Pin indicado, esta salida es compatible con la familia lógica TTL.

Pin puede ser una variable/constante/expresión de (0-15) del puerto de Entrada / salida del BS2. Este Pin se direcciona como salida automáticamente.

OUTPUT

Formato

OUTPUT Pin

Función

Declara el Pin especificado, como modo de salida.

Pin puede ser una variable/expresión/constante de (0-15) del puerto de Entrada / salida del BS2. Este Pin se ajusta como modo de salida automáticamente.

PAUSE

Formato

PAUSE Periodo

Función

Detiene el programa momentáneamente por el periodo indicado.

Periodo puede ser una expresión/variable/constante de (0-65535) especifica la duración de la pausa en milisegundos.

RCTIME**Formato****RCTIME Pin, Estado, Variable****Función**

Mide el tiempo en el cual se carga o descarga un capacitor conformado por un circuito (RC) Resistor y capacitor, el que se mida la carga o descarga del capacitor dependerá del parámetro Estado el cual puede ser (0-1).

Pin puede ser variable/constante/expresión de (0-15) que especifica el pin a utilizar.

Cuando finaliza la función este Pin se convierte en entrada.

Estado puede ser una expresión/variable/constante de (0-1) que especifica si la medición será realizada durante la carga o descarga del capacitor a medir.

Variable es donde se almacena la duración del tiempo medido en unidades de 2 μ S. Por lo general es de tipo WORD.

RETURN**Formato****RETURN****Función**

RETURN es el complemento de la función GOSUB, RETURN indica la finalización de una sub-rutina.

SERIN

Formato

SERIN Rpin{Fpin},Baudmode,{Plabel},{Timeout,Tlabel,}[InputData]

Función

Recibe uno ó más datos en el Pin especificado en formato estándar asincrónico RS-232.

Rpin puede ser variable/constante/expresión de (0-16) que especifica el pin a utilizar. rpin es colocado como entrada en forma automática. Si se especifica rpin a 16, quiere decir que se utilizara el puerto de programación.

Fpin puede ser variable/constante/expresión de (0-15) es opcional. Se utiliza si se quiere establecer una comunicación con control de datos, muy importante para comunicación de microcontroladores entre sí.

Baudmode puede ser variable/constante/expresión de (0-65535) especifica la velocidad de transmisión y configuración.

Plabel es un parámetro opcional indica en caso de que ocurra un error, en realidad Plabel es una etiqueta de referencia. Si ocurre un error saltara al nombre de la etiqueta. Este argumento solo puede utilizarse si el Baudmode es 7 bits, y paridad par.

Timeout es un parámetro opcional, puede ser variable/constante/expresión de (0-65535) le indica a SERIN que si en el tiempo establecido por Timeout en milisegundos no arriban los datos, entonces salta a Tlabel.

Tlabel es un parámetro opcional, que funciona con Timeout, Tlabel es una etiqueta de referencia, que indica que los datos no arribaron, en el tiempo establecido por Timeout.

InputData es una lista de variables que serán recibidas a través del puerto serial RS-232. puede ser una variable o un arreglo de variables en forma matricial. De formato de texto, decimal, binario o hexadecimal

SEROUT

Formato

SEROUT Tpin{Fpin},Baudmode,{Timeout,Tlabel,}[OutData]

Función

Transmite uno ó más datos en el Pin especificado en formato estándar asincrónico RS-232.

Rpin puede ser variable/constante/expresión de (0-16) que especifica el pin a utilizar. tpin es colocado como salida en forma automática. Si se especifica rpin a 16, quiere decir que se utilizara el puerto de programación. Es decir, el que utiliza el DEBUG.

Fpin puede ser variable/constante/expresión de (0-15) es opcional. Se utiliza si se quiere establecer una comunicación con control de datos, muy importante para comunicación de microcontroladores entre sí.

Baudmode puede ser variable/constante/expresión de (0-65535) especifica la velocidad de transmisión y configuración.

Timeout es un parámetro opcional, puede ser variable/constante/expresión de (0-65535) le indica a SERIN que si en el tiempo establecido por Timeout en milisegundos no arriban los datos, entonces salta a Tlabel.

Tlabel es un parámetro opcional, que funciona con Timeout, Tlabel es una etiqueta de referencia, que indica que los datos no arribaron, en el tiempo establecido por Timeout.

OutData es una lista de variables que serán enviados a través del puerto serial RS-232. Puede ser una variable o un arreglo de variables en forma matricial.

Anexo 2

Sensores

Sensor de temperatura LM35

La serie LM35 son sensores de temperatura en circuitos integrados en el cual el voltaje de salida es linealmente proporcional a la temperatura en grados centígrados.

El LM35 no requiere ninguna calibración externa o ajuste para suministrar con una exactitud de $\pm \frac{1}{4} \text{ }^\circ\text{C}$ en temperaturas de habitaciones y $\pm \frac{3}{4} \text{ }^\circ\text{C}$ para temperaturas comprendidas entre el rango de -55 a $+150 \text{ }^\circ\text{C}$. Además tiene una baja impedancia de salida, salida lineal y una interfase fácil para conectarse con otros circuitos especialmente para circuitos de control.

Puede ser usado con fuentes de poder simples o más completas que suministren de 4 a 20 voltios con una corriente de $60\mu\text{A}$. En la figura siguiente se nota la configuración de los pines.

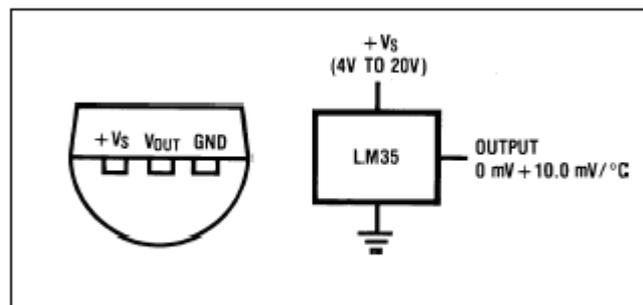


Figura 4 Sensor de temperatura LM35

Características técnicas

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5	± 1.0	$^\circ\text{C}$
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.3			± 0.3			$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4		± 1.5	$^\circ\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	$^\circ\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	+10.0	+9.9, +10.1		+10.0		+9.9, +10.1	mV/ $^\circ\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1$ mA	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.5		± 3.0	± 0.5		± 3.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.05		± 0.01	± 0.05		mV/V
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	± 0.02		± 0.1	± 0.02		± 0.1	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		μA
	$V_S = +5\text{V}$	105		131	91		114	μA
	$V_S = +30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56.2	68		56.2	68		μA
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		133	91.5		116	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	0.2	1.0		0.2	1.0		μA
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		2.0	0.5		2.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		+0.39		+0.5	+0.39		+0.5	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of <i>Figure 1</i> , $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	$^\circ\text{C}$

Tabla 2 Características técnicas del sensor de temperatura

Sensor de humedad HS1100

Basados en una única célula capacitiva, estos sensores de humedad están diseñados para grandes volúmenes y aplicaciones de bajo costo como oficinas automatizadas, cabinas de aviones, sistemas de mando de procesos industriales, etc. También pueden utilizarse en todas las aplicaciones donde la compensación de humedad sea necesaria.



Figura 5 Sensor de humedad HS1100

Características

- Intercambiabilidad total, en condiciones normales no requiere calibración.
- Desaturación instantánea después de largos periodos de fase de saturación.
- Compatible con el proceso de montajes automatizados.
- Alta fiabilidad y largo tiempo de estabilidad.
- Estructura de polímero sólido patentada.
- Apropriado para circuitos lineales o de impulsos.
- Tiempo de respuesta rápido.

Características de operación

Rango	Símbolo	Valor	Unidades
Temperatura de trabajo	Ta	-40 a 100	°C
Temperatura de Almacenamiento	Tstg	-40 a 125	0C
Tensión de alimentación	Vs	10	Vac
Rango de humedad ede trabajo	RH	0a 100	%RH
Suelda @ T=260°C	T	10	S

Tabla 3 Características de operación

BIBLIOGRAFIA

- AT commands for GSM/GPRS wireless Modems, Reference Guide, Revision C, Multitech Systems Inc. USA, 2004.
- Clayton Jade, Diccionario ilustrado de telecomunicaciones, McGraw-Hill, España, 2002.
- Multimodem GSM/GPRS & CDMA External wireless Módem, Quick Star Guide, Revision C, Multitech Systems Inc. USA, 2004.
- Petruzzellis Tom, Stamp 2, Communications and control Projects, McGraw-Hill, USA, 2003

Páginas Web

- <http://www.dreamfabric.com/sms/alert.html>
- <http://www.personales.com/pagina404.php>
- <http://www.iespana.es/infotutoriales/redes/redes.html>
- http://www.dreamfabric.com/sms/cms_error.html
- <http://www.monografias.com/trabajos11/sisco/sisco.shtml>
- <http://www.automatas.org/redes/scadas.html>
- <http://personal.redestb.es/efigueras/index.html>
- <http://www.rad-espanol.com/Article/0,6583,20319,00.html>
- <http://www.jegsworks.com/lessons-sp/numbers/basics/step-chart.html>
- http://www.ermez.cl/soporte/documentacion/Todos/AQCT_32/Web/Informe_Rapido/Informes_Fast.html

- <http://w3.mor.itesm.mx/~lssalced/excel.html>
- http://www.ifent.org/Lecciones/digitales/secuenciales/ConvertA_D.html
- <http://www.pablin.com.ar/electron/circuito/computer/12bitadc/index.html>
- http://www.tekcien.com/productos/integrados/ttl_lsl.html
- <http://www.monografias.com/trabajos15/termometro-digital/termometro-digital.shtml>
- <http://www.laneros.com/archive/index.php/t-37129.html>
- http://www.mundoprogramacion.com/vb/objetos/copiar_objetos.html
- http://www.mvp-access.com/softjaen/articulos/excel/ado_dao_excel.html
- http://www.kiranreddys.com/crystal_faqs/05071411.html
- <http://www.tvtronica.com.ar/Actuadores.html>
- <http://www.x-robotics.com/sensores.html>
- <http://www.x-robotics.com/downloads/rutinas/X-Higrometer/sht11.inc>
- <http://www.ehu.es/acustica/espanol/electricidad/transes/transes.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos3/transductores/transductores.shtml>
- http://www.el.uma.es/Docencia/Asignaturas/Transductores_Electronicos/Transductores_Electronicos.html
- <http://perso.wanadoo.es/chyryes/circuitos/archivos/termoreloj.asm>
- <http://www.multitech.com>
- <http://www.monografias.com/trabajos5/concla/concla2.shtml>
- <http://www.idg.es/pcworld/ShowSol.asp?ID=5067>

- <http://www.mvp-access.com/softjaen/manuales/adox/sjtadox009.html>
- <http://www.euskalnet.net/shizuka/rs232.htm>