

Estructura del programa

Bloques funcionales del programa

La máquina de estados

La forma óptima de afrontar una aplicación orientada a la comunicación por módems es utilizando la máquina de estados, donde cada estado está ligado a un ciclo pregunta-respuesta con el módem, a un periodo de espera, o a una operación concreta de procesamiento de datos.

La secuenciación de estados viene dada por la lista de comandos y sus respuestas posibles, estableciéndose un árbol de estados en función de las repuestas que da el módem. Por ejemplo, al preguntar si el PIN está cargado, una respuesta negativa hace pasar al estado de carga de PIN y una positiva hace saltar al comando siguiente, la consulta del IMEI.

En el estado de reposo es un gestor de transiciones el que decide salir a un estado ejecutivo si procede. Los eventos que pueden provocar salir del reposo son la existencia de SMSs en el buffer de salida, la temporización de consulta de SMSs entrantes.

El gestor de salida de SMSs

Durante el reposo, en cada ciclo de programa el gestor de salida de SMS consulta si hay nuevos mensajes en el buffer de salida, en cuyo caso hace salir al sistema del estado de reposo e iniciar el proceso de envío de SMS, que se compone de 4 estados: indicación al módem del teléfono de destino, construcción del texto del SMS, envío del texto y fin del envío.

El buffer de salida de SMSs es un buffer para 7 mensajes diferentes, donde se guarda información sobre el estado de progreso de cada envío, el/los número(s) de destino, la posición de memoria donde se encuentra el mensaje, y en su caso el valor que se quiere integrar en el cuerpo del mensaje.

La separación entre las operaciones que introducen datos en el buffer y las que ejecutan el envío de los SMS es un pilar básico de la estructura de esta aplicación. Esto permite simplificar los procesos y a su vez hacerlos más eficientes.

La petición de envío de un SMS es un proceso controlado por el programador y está asociado a eventos ajenos a la aplicación, por lo que se puede producir en cualquier estado. Con la separación de procesos se permite que se ordenen varios envíos simultáneamente o que se haga cuando el modem esté ocupado en otro proceso.

El envío de SMSs se dispara siempre que la aplicación está en estado de reposo y hay mensajes en el buffer. Durante el reposo el sistema recorre el buffer buscando algún registro ocupado, en cuyo caso lo marca como activo y dispara el proceso de envío.

A efectos prácticos, aunque la entrada de un SMS enviado a 2 destinos diferentes sea un único registro en el buffer, el proceso de envío lo considera completamente como 2 envíos diferentes. Primero se envía el SMS al primer número de teléfono, una vez finalizado el proceso y vuelto al estado de reposo, el sistema volverá a recorrer el buffer y encontrará que este registro sigue ocupado y que falta por enviar al segundo destino, por lo que lanzará un segundo proceso de envío.

El sistema de buffer de salida hace que el sistema sea aún más robusto, puesto que el buffer no se libera hasta que el SMS ha sido enviado con éxito. Si hubiera un problema con el envío, la aplicación realizará un proceso de

inicialización y reconfiguración del módem, tras el cual volverá a un estado de reposo, en el que encontrará de nuevo que tiene un SMS en el buffer de salida.

El gestor de recepción de SMSs

La llegada de SMSs al módem puede ocurrir en cualquier momento, no ya solo en cualquier estado, sino en cualquier momento de la ejecución del programa. Es un evento completamente asíncrono. Por eso la aplicación, durante la configuración, indica al módem que no notifique la llegada de SMSs, sino que espere a ser consultado sobre ello.

Así la aplicación sí que puede gestionar la recepción de SMSs de una forma controlada y síncrona, en el momento que le interesa. Durante el estado de reposo el sistema hace correr un temporizador. Cuando se acumulan 5 segundos en estado de reposo, el gestor de recepción hace salir del estado de reposo y entrar en el proceso de recepción de SMS.

Lo primero que hace es consultar si hay algún mensaje nuevo. La respuesta puede ser negativa, en cuyo caso vuelve al estado de reposo, o positiva, en cuyo caso la respuesta es el propio SMS, junto con todos los datos asociados: fecha y hora, remitente, etc.

En caso de haber recibido un nuevo SMS se coloca el texto en un buffer y se lanza el proceso de reconocimiento, tras lo cual se borra el mensaje de la SIM y se vuelve al proceso de reposo.

El gestor de fallo

El gestor de fallo es un proceso dentro de la aplicación que gestiona de una forma centralizada cualquier incidente que se haya podido producir.

Cuando un proceso detecta un problema aborta su ejecución y activa un bit de fallo específico, que es analizado por el gestor de fallo. La actuación

posterior consiste en informar del error o incidencia ocurrida, escribiendo el código de error en el campo al efecto, y acudir a un estado apropiado, como pueda ser el de bloqueo (por ejemplo por fallo de PIN o de clave), el de inicialización de la aplicación (por ejemplo por fallo de comunicación con el módem) o el de continuar por donde iba (por ejemplo por medida de cobertura escasa).

El gestor de fallo es una herramienta fundamental para este tipo de aplicaciones si se pretende que sea válida para que una comunidad de programadores haga uso de ella, pues es necesario que dispongan de opciones de depuración de fallos para cuando realizan la puesta en marcha de la aplicación, en muchas ocasiones desplazados, con pocas opciones de recibir soporte, y con plazos de finalización ajustados.

El área de variables de usuario

La aplicación dispone de dos vías de intercambio de información con el programador/usuario.

La primera es el propio programa, a través del intercambio de parámetros en la llamada a las funciones de la librería: pin de la tarjeta SIM, teléfonos de destino, etc.

El otro interfaz es el área de intercambio de variables de usuario, que se mapea al comienzo del área de memoria V asignado a la librería. En este grupo de variables se encuentra información de interfaz con la aplicación en ambos sentidos, y se enfoca a procesos de puesta en marcha y de eventos puntuales paralelos al programa, como el código de error, la medida de la cobertura, la gestión del teleservicio, etc.

Esta forma de intercambiar información con el usuario permite englobar un amplio surtido de datos para que programadores avanzados puedan integrarlas en la aplicación de SMS, para que aplicaciones un poco más

complejas dispongan de su interfaz, para que el soporte y el proceso de puesta en marcha sea más claro. Igualmente con este sistema se limita el interfaz de las funciones de usuario a los parámetros estrictamente indispensables.

Enviar SMS

Función de envío de SMSs

La función de envío de SMS se usa una vez por cada mensaje SMS que se quiera enviar. Dispone de 4 parámetros de entrada, 2 de los cuales son de obligada definición: la posición del texto del mensaje y de un número de destino. Aparte se puede incluir un segundo teléfono de destino y un valor numérico que se desea integrar en el texto del mensaje, (usando el procedimiento previsto para ello).

La función de envío de mensaje funciona internamente como un administrador que busca un hueco libre en el buffer de salida de mensajes e introduce en él todos los datos necesarios para que el mensaje sea procesado.

Así, la orden de enviar un mensaje, desde el punto de vista del usuario, se procesa incluso cuando el modem no está habilitado o cuando hay otro SMS siendo enviado.

Estructura de buffer de salida de SMS

El buffer de salida de SMS consta de 7 registros de 18 bytes cada uno. La llamada a la función `Send_SMS` busca un registro libre y lo rellena con los datos del SMS que se quiere enviar.

La cabecera del registro se utiliza en modo binario, teniendo cada bit un significado. El primero indica que el registro está ocupado, y el segundo que el

registro está activo, es decir, que se está procesando el envío de uno de sus SMSs. En la cabecera hay además 2 bits para indicar qué registros de teléfono están ocupados (el primero, el segundo, o los dos) y 2 bits para hacer el seguimiento de envío de los textos.

A continuación hay 4 registros de 4 bytes cada uno. El primero es un puntero al comienzo del texto del SMS, el segundo y tercero son los punteros al comienzo de las cadenas de los números de teléfono de destino, y el último es un puntero a la variable que se desea insertar en el texto.

La importancia del buffer es que permite desligar la parte síncrona de la asíncrona en el envío de SMSs. Además permite que la gestión del proceso de envío se gestione de una forma síncrona por parte de la aplicación principal, y que las órdenes de envío se generen de forma asíncrona y distribuida por las funciones de envío SMS.

Proceso de envío de un SMS

Cuando la máquina de estados está en reposo el proceso de salida de SMS escanea permanentemente el buffer de salida en busca de registros ocupados y pendientes de ser enviados.

Cuando encuentra uno lo primero que hace es marcarlo como activo y guarda el puntero al inicio del buffer en el campo reservado para ello.

A continuación salta al primer estado del proceso de salida de un SMS: la petición de envío de SMS a un teléfono de destino. Se envía el comando `at+cmgs` al módem, seguido del primer teléfono de destino, que se concatena a la cadena de comando gracias a que se dispone del puntero a su comienzo.

Cuando se recibe la respuesta `>` el modem está listo. Entonces se pasa al siguiente estado, que es la construcción del texto y su colocación en el buffer correspondiente. Se copia, usando el puntero al comienzo del texto, y si

procede se sustituye el identificador de variable por la cadena con el valor actual de la variable que se quiera insertar (cuyo puntero está en el cuarto campo del registro).

A continuación se pasa al siguiente estado, que es el envío del texto. Se comunica directamente al módem, acabando con el marcador Control^Z.

La respuesta "CMGS" indica que el envío ha resultado con éxito, y entonces se pasa al último paso de un envío, que es el cierre. En este proceso se actualizan los datos del registro. Si no hay un segundo teléfono de envío, se libera el registro. Si lo hay, se borran los datos del campo de cabecera que indican que hay que enviar el primer SMS y se desactiva el bit de registro activo.

Finalmente se vuelve al modo de reposo, que volverá a recorrer el buffer en busca de SMSs que enviar.

Construcción del texto e inclusión de valores numéricos

La aplicación de envío de SMSs permite insertar de forma automática el valor de una variable en el lugar que se precise del cuerpo del SMS. Para ello es necesario cubrir dos aspectos:

En la cadena de texto general debe colocarse un identificador adecuado que marca la posición en la que se pone la variable, y el tipo de dato que es.

En la llamada al bloque envío SMS, debe incluirse el puntero al dato que debe ser insertado. Por supuesto, debe coincidir en tipo de dato con el del identificador.

Llegado el momento del envío del SMS, en la fase de construcción del texto la aplicación coloca la cadena en el buffer de envío y lo escanea en busca de un identificador de tipo &. Si no lo encuentra se da el visto bueno al envío, pero si lo encuentra se inicia el proceso de inserción de la variable:

Se identifica el tipo de dato que debe ser insertado, en función del carácter localizado a continuación del modificador “&”. Puede ser I,D o R, para indicar un valor entero, doble entero o de tipo real.

Se lee el valor de la variable a la que apunta el puntero y se hace la conversión a cadena de texto.

Se elimina de la cadena a enviar el identificador y se sustituye por la cadena generada con el valor numérico de la variable.

Ahora sí se da el visto bueno al envío.

Recibir SMS

Función de recepción de SMS

La función de recepción de SMSs se utiliza para declarar un patrón que, de ser reconocido en un SMS entrante, hará que se active un bit de reconocimiento.

La función principal es la que gestiona el flujo de SMSs entrantes, y captura el texto para servirlo limpio a las funciones de recepción de SMS, que se limitan a analizarlo y activar el bit de reconocimiento de SMS si procede. Es por así decirlo, una gestión centralizada y un análisis distribuido.

Muestreo de recepción de SMS

La recepción de un mensaje en el módem es un evento absolutamente asíncrono, que depende de la red GSM, no del PLC. Para que no interfiera en la cadencia de comunicaciones por el puerto del PLC, el módem se configura para que no anuncie de manera activa la llegada de un nuevo mensaje. Así, es el PLC el que, cada 5 segundos aproximadamente, le consulta al modem si tiene un nuevo mensaje recibido. Esta forma de consulta se integra fácilmente

dentro del orden del PLC, y le permite seguir manteniendo la iniciativa en cualquier tipo de comunicación con el módem.

Para facilitar la tarea de muestreo, se utiliza una de las características del almacenamiento de SMSs: el sistema de la SIM dispone de una serie de buzones, entre 1 y n, en los que puede guardarse el mensaje recibido, y un mensaje entrante siempre se almacena en el que esté libre con el valor de dirección más bajo. La aplicación utiliza el buzón 1, de forma que lo mantiene siempre vacío. Si llega un mensaje, lo lee, lo sirve al análisis y lo borra, para que el siguiente mensaje vuelva a guardarse en el buzón 1.

Las 3 posibles respuestas a una consulta de lectura de SMS son: a) que el buzón está vacío, con lo que no se hace nada y se vuelve a preguntar transcurrido un tiempo, b) que el buzón tiene un mensaje ya leído, con lo que el modem lo sirve pero el PLC lo ignora y lo que hace es borrar el mensaje para dejar el buzón libre, y c) que el buzón tiene un mensaje nuevo, con lo que el modem también lo sirve y la aplicación actúa.

La actuación en caso de mensaje entrante, siempre dentro de la gestión central, consiste en capturar de la respuesta global del modem lo que es el texto limpio del SMS, y colocarlo en una posición de memoria predeterminada. A continuación se activa un bit de “mensaje recibido y listo para ser analizado”, que permita a las funciones distribuidas de recepción de mensaje analizarlo y compararlo con cada uno de los patrones definidos.

Tras el ciclo de análisis se borra el mensaje del buzón para volver a dejarlo vacío. Si el mensaje recibido no se ajustara a ningún patrón, se activaría el aviso de “mensaje recibido no ajustado a ningún patrón”.

En resumen, toda la gestión de mensajes entrantes queda bajo la responsabilidad de la función principal, que cuando recibe uno nuevo lo deja dispuesto para que las funciones de “análisis de patrón” lo identifiquen.

Análisis de mensajes entrantes

Las función de análisis de SMS entrante están siempre activas, en todos los ciclos de programa. Sin embargo solo actúan si está activo el bit de “mensaje recibido y listo para ser analizado”. En ese caso cotejan el patrón que tienen definido a la entrada con la cadena de texto del mensaje entrante, y avisan si el resultado es positivo.

La función puede utilizarse en el programa tantas veces sea necesario para definir todos los patrones diferentes que se quiera. Cada llamada debería activar un bit diferente, correspondiente a cada patrón diferente.

La función de recepción de SMS permite que se declaren 1 ó 2 palabras clave. Si son encontradas en el texto de un mensaje entrante, se activa el bit de salida (en el caso de tener dos palabras clave definidas, deben encontrarse las dos para dar respuesta positiva).

El sistema incorpora tres vías para robustecer la identificación de mensajes:

- Permite que las palabras clave se integren en un texto con más información aparte de las propias palabras clave, es decir, solo es necesario que las palabras estén contenidas en el mensaje. Si hay palabras o texto de más, es ignorado.
- Permite que el orden en el que se encuentran las palabras sea cualquiera, es decir, no requiere que el orden en el que se sitúan las palabras clave dentro del mensaje sea el mismo que con el que se definen en la función.
- No diferencia entre letras en mayúsculas y minúsculas, lo que minimiza errores por este motivo. La aplicación primero convierte a minúsculas el texto del mensaje y también las palabras clave, y luego hace la labor de cotejado. Así, si el patrón estuviera definido en minúsculas, no dejaría de identificarse en un mensaje enviado en mayúsculas, o que tenga la

primera letra en mayúsculas por acción correctora automática del móvil.

Captura de valores numéricos

Si el patrón definido por palabras clave es localizado de forma positiva, la función de análisis de mensajes entrantes lanza una segunda funcionalidad, tratando de localizar valores numéricos en el cuerpo del mensaje. Si localiza alguno, lo convierte a valor de tipo real y lo sirve a través del otro de los parámetros (en este caso de entrada/salida) de la función.

Esto permite al usuario dar comandos al sistema no solo de tipo maniobra, sino también de configuración o parametrización.

Teleservicio

El teleservicio es una funcionalidad propia de los sistemas Siemens. Permite que el entorno de desarrollo del S7-200, STEP7 MicroWIN, acceda de forma remota al equipo, al igual que lo haría si estuviese físicamente conectado con un cable. La aplicación está integrada en el entorno MicroWIN y resulta de gran utilidad a los programadores porque les permite realizar un acceso remoto para mantenimiento y modificaciones.

El teleservicio consiste en realizar una llamada de datos desde un módem GSM conectado al PC hasta el módem GSM conectado al PLC. MicroWIN, el PLC y ambos modems deben estar correctamente configurados para soportar esta operación. Una vez establecida la llamada de datos, que inicia la parte del PC, se habilita el enlace entre MicroWIN y el PLC para trabajar con el programa en la forma habitual (tan solo difiere en la velocidad de trabajo, que se reduce considerablemente). El enlace se conforma sobre una llamada de datos, no sobre enlace de tipo GPRS.