30-1-2020

Lisbeth Martínez Velázquez

ing.mecatrónica 8-at/m prof:CARLOS gARABITO



Selección de sistemas embebidos

Programación de sistemas de embebidos

**¿Cuáles son las características básicas de los sistemas embebidos (ES)?**

Las características básicas de los sistemas embebidos son las siguientes:

-Deben ser confiables,

-La confiabilidad, en inglés reliability R(t), es la probabilidad de que el sistema trabaje correctamente dado que está funcionando en t=0.

-La mantenibilidad, en inglés Maintainability M(d), es la probabilidad de que el sistema vuelva a trabajar correctamente d unidades de tiempo después de un fallo.

-La disponibilidad, en inglés Availability A(t), es la probabilidad de que el sistema esté funcionando en el tiempo t.

-La seguridad informática: consiste en disponer de una comunicación confidencial y autentificada.

-La creación de un sistema confiable debe ser considerada desde un comienzo, no como una consideración posterior.

-Deben ser eficientes en cuanto a la energía, al tamaño de código, al peso y al costo. - Están dedicados a ciertas aplicaciones.

-Interfaces de usuario dedicadas (sin ratón, keyboard y pantalla) Muchos sistemas embebidos deben cumplir restricciones de tiempo real. Un sistema de tiempo real debe reaccionar a estímulos del objeto controlado (u operador) dentro de un intervalo definido por el ambiente.

Hay que tener en cuenta qué respuestas correctas pero tardías son erróneas. Una restricción de tiempo real se dice DURA ó ESTRICTA (hard) si su incumplimiento puede resultar una catástrofe.

Toda otra restricción de tiempo es blanda (soft).

La mayoría de los sistemas embebidos son de tiempo real (Real-Time) y la mayoría de los sistemas de tiempo real son embebidos.

Se encuentran frecuentemente conectados a ambientes físicos a través de sensores y actuadores. Son sistemas híbridos (es decir, poseen partes analógicas + digitales), típicamente son sistemas reactivos, los cuales son “aquellos que están en interacción continua con su entorno y su ejecución es a un ritmo determinado por ese entorno” (Bergé, 1995).

Podemos añadir también que los sistemas embebidos poseen un número limitado de funciones predefinidas para actuar, tienen una fuente de alimentación limitada y una administración de energía efectiva.

Poseen disponibilidad de recursos de reservas para situaciones inesperadas.

Los sistemas embebidos suelen tener en una de sus partes una computadora con características especiales conocida como microcontrolador que viene a ser el cerebro del sistema, el cual incluye interfaces de entrada/salida en el mismo chip. Normalmente estos sistemas poseen un interfaz externo para efectuar un monitoreo del estado y hacer un diagnóstico del sistema.

Además, cabe reseñar que el uso de sistemas embebidos en productos complejos implica un desafío de la seguridad en TI para proteger la información contenida en el sistema embebido y también la que es transmitida desde y hacia el dispositivo por redes privadas o Internet. Por tanto, cabe incluir funciones criptográficas, diseño de protocolos y consultoría en análisis y verificación, así como servicios de pruebas de seguridad, así como evaluaciones específicas para sistemas embebidos.

El diseño de un producto que incorpora sistemas embebidos está orientado a minimizar los costos y maximizar la confiabilidad, pero también es imprescindible incorporar en el diseño consideraciones de seguridad, incluyendo funciones y protocolos criptográficos que protejan la información durante todas las fases. Los sistemas embebidos a menudo operan en un ambiente dedicado con condiciones operacionales y escenarios muy específicos. Es importante que dichas condiciones y amenazas se tengan en cuenta cuando se diseñan las funciones de seguridad.

Tradicionalmente esto ha sido realizado a través de una terminal serie, pero con el tiempo la industria ha observado las ventajas del monitoreo a distancia, así como también la posibilidad de efectuar pequeños ajustes sin necesidad de estar físicamente en el mismo lugar donde surten efecto dichos cambios.

**Existen varias interfaces:**

-Las interfaces de operador (Hombre-Máquina-HMI) – monitores, interruptores, botones, indicadores, emisores individuales o grupales de los diferentes tipos de señales, motores eléctricos, solenoides y otros. Se puede aplicar en los trenes. Las características del software son las siguientes: robustez, facilidad de uso, presentación clara de la información, diseño atractivo, flexibilidad de proyecto.

-Las interfaces eléctricas (interfaces con otros componentes y dispositivos): Interno - I2C, SPI, ISA y otros.

-Las interfaces Exteriores - RS232, TTY, Ethernet, Centronics, FlexRay, CAN, LIN, RF y otros.

**Estructura**

Las principales características de un sistema embebido son el bajo costo y consumo de potencia. Dado que muchos sistemas embebidos son concebidos para ser producidos en miles o millones de unidades, el costo por unidad es un aspecto importante a tener en cuenta en la etapa de diseño. Normalmente, los sistemas embebidos emplean procesadores muy básicos, relativamente lentos y memorias pequeñas para minimizar los costos.

La velocidad no solo está dada por la velocidad del reloj del procesador, sino que la totalidad de la arquitectura se simplifica para reducir costos. Usualmente un ES (sistema embebido) utiliza periféricos controlados por interfaces seriales sincrónicas, las cuales son muchas veces más lentas que los periféricos de un PC.

Un ES debe afrontar fuertes restricciones de recursos, por tanto normalmente deberá hacer uso de sistemas operativos especiales, denominados de tiempo real (RTOS Real time operating system), tal y como se mencionó en el apartado anterior en las características de un ES. Los sistemas embebidos deberán reaccionar a estímulos provenientes del entorno, respondiendo con fuertes restricciones de tiempo en muchos casos, por lo tanto, un sistema se dice que trabaja en tiempo real si la información después de la adquisición y tratamiento es todavía vigente. Es decir, que en el caso de una información que llega de forma periódica, los tiempos de adquisición y tratamiento deben ser inferiores al período de actualización de dicha información.

Los programas en estos sistemas se ejecutan minimizando los tiempos muertos y afrontando fuertes limitaciones de hardware, ya que usualmente no tienen discos duros, ni teclados o monitores, una memoria flash reemplaza los discos y algunos botones y una pantalla LCD normalmente reemplazan los dispositivos de interfaz.

El software que controla un dispositivo de hardware, se conoce como Firmware. La programación en estos dispositivos se realiza en lenguaje ensamblador o en lenguaje C, actualmente se han desarrollado algunas máquinas virtuales y otros compiladores que permiten el diseño de programas más complejos.

Se puede encontrar depuradores, simuladores, bases de datos entre otras herramientas para el diseño y programación de este tipo de sistemas.

**Componentes de un sistema embebido**

Un ES estaría formando por un microprocesador y un software que se ejecute sobre éste. Sin embargo, este software necesitará sin duda un lugar donde poder guardarse para luego ser ejecutado por el procesador. Esto podría tomar la forma de memoria RAM o ROM. Todo sistema embebido necesitará una cierta cantidad de memoria, la cual puede incluso encontrarse dentro del mismo chip del procesador. También contará con una serie de salidas y entradas necesarias para comunicarse con el mundo exterior.

Debido a que las tareas realizadas por sistemas embebidos son de relativa sencillez, los procesadores comúnmente empleados cuentan con registros de 8 o 16 bits.

En su memoria sólo reside el programa destinado a gobernar una aplicación concreta. Sus líneas de entrada/salida (I/O) soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar y todos los recursos complementarios disponibles tienen como finalidad atender a sus requerimientos.

Estas son las únicas características que tienen en común los sistemas embebidos, todo lo demás será totalmente diferente para cada sistema embebido en particular debido a la variedad de aplicaciones disponibles.

**Plataforma de sistemas integrados:**

* El Microprocesador (MP o µP) y los microcontroladores (MCU), que tienen menos poder de cómputo, pero varios periféricos;
* Arquitecturas de base - Von Neumann and Harvard;
* Utilizado µP y MCU - CISC (Complex Instruction Set Computer) y más a menudo RISC (Reduced Instruction Set Computer);
* Popular RISC familias de procesos: ARC (ARC International), ARM (ARM Holdings), AVR (Atmel), PIC (Microchip), MSP430 (TI) y otros;
* CISC CPUs: Intel y Motorola;
* Por lo general en el interior hay una memoria caché y procesamiento canalización de instrucciones;
* Memoria para datos e instrucciones: RAM, PROM - OTP (OneTime Programmable), EEPROM o memoria Flash;
* Periféricos: General Purpose Input / Output - GPIO, temporizadores, ADC, DAC y mucho más.

**Comunicación:**

* RS-232, RS-422, RS-485, UART / USART (Receptor Universal Sincrono y Asíncrono / Transmisor);
* I2C (Circuito Inter-Integratedo), SPI (Bus de Interface periférico en serie), SSC y ESSI (Interfaz mejorada serie síncrona), USB (Universal Serial Bus);
* Protocolos de comunicación de red: Ethernet, CAN (Controlador del área de red), LonWorks etc.
* Software: Popular OS – QNX4 RIOS, Linux embebido y Linux-base (Android, etc.), iOS, Windows CE, etc.

**Herramientas para probar y corregir (Depuración)**

* JTAG (Joint Test Action Group) – una interfaz especializada para la prueba saturada PCB;
* ISP (In-System Programming) – Programación de Circuito;
* ICSP (circuito de programación en serie) - un método para la programación directa del microcontrolador, por ejemplo, de la serie PIC and AVR;
* BDM (Modo de depuración de fondo) – utilizado principalmente en productos de Freescale;
* IDE (Entorno de desarrollo integrado) – para el desarrollo de programas.

**Bibliografía:**

[1] Jonathan Valvano. Introducción a los Sistemas De Microcomputadora Embebidos: Simulación De Motorola G811 Y G812. (2003)

[2] José Daniel Muñoz Frías. Sistemas empotrados en Tiempo Real (2009).