1. Describa algunos dispositivos que permitan medir el tiempo.
2. Escriba un Ámbito Temporal. (Puede ser periódico o aperiódico).
3. Aún si se ha demostrado que el sistema es planificable incluso con los tiempos de ejecución del peor caso, ¿Se pueden incumplir los tiempos límites? ¿En cuáles casos?
4. ¿Cuáles son las consecuencias de un error de temporización y cómo se conocen?
5. Compare la programación N-versiones con los bloques de recuperación.

***Programación N-versiones:*** consiste en N programas funcionalmente equivalentes, es decir, que tienen la misma especificación inicial. Sin embargo, su implementación es realizada por diferentes grupos de programadores en distintos lenguajes de programación (lo cual es lo más recomendable), estos programas se ejecutan concurrentemente con las mismas entradas y un programa director compara sus resultados, en principio todas las versiones deberían devolver resultados iguales, pero en la práctica existirán algunas diferencias, en cuyo caso se toma como correcto, por consenso, uno de ellos.

***Bloques de Recuperación:*** son bloques en el sentido normal de los lenguajes de programación, excepto que en la entrada del bloque se encuentra un punto de recuperación automático, y en la salida un test de aceptación. El test de aceptación se utiliza para comprobar que el sistema se encuentra en un estado aceptable después de la ejecución del bloque. El fallo en el test de aceptación provoca que el programa sea restaurado al punto de recuperación del principio del bloque, y que se ejecute un módulo alternativo. Si el modulo alternativo también falla se ejecuta otro módulo, y así sucesivamente. Si todos los módulos fallan entonces el bloque falla y la recuperación debe llevarse a cabo a un nivel superior.

<graficos>

Comparación

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Programación de N-versiones | Bloques de Recuperación |
| Redundancia Estática frente a Dinámica | Redundancia Estática | Redundancia Dinámica |
| Sobrecargas asociadas | Las dos técnicas provocan una sobrecarga en el sistema, por un lado en la programación de n-versiones existe un proceso director, y por otro lado, los bloques de recuperación deben tener procesos para la creación de Puntos de Recuperación y Test de aceptación. | |
| Diversidad en el Diseño | Ambas aproximaciones explotan la diversidad en el diseño para conseguir la tolerancia a errores no previstos. Ambas son, por lo tanto, susceptibles de contener errores originados en la especificación de requisitos. | |
| Detección de Errores | Utilizan comparación de votos para detectar los errores. | Utilizan test de aceptación. |
| Atomicidad | Son atómicas ya que las versiones no interfieren entre si. | No son atómicas. |

1. ¿En qué casos no es conveniente usar la recuperación de errores hacia atrás?

Los casos en los que no es conveniente utilizar la recuperación de errores hacia atrás es cuando se tienen que realizar cálculos precisos en un amplio rango de ecuaciones, ya que cuando se realizan muchos cálculos en un mismo módulo este puede conducir a una acumulación de errores de redondeo.

1. Describa la Tolerancia a fallos usada en el Trabajo adjunto al práctico: “Computación Tolerante a Fallas Aplicada en el Mantenimiento Automático del Microsatélite Satex.

El proyecto MES persigue el mantenimiento automatizado de la Computadora de Vuelo de tal forma que el Microsatélite pueda ofrecer servicios de **Comunicación Continua** con su estación terrena de supervisión y control. Para cumplir con ese objetivo debe ser un sistema tolerante a fallas, por ello se realizaron lo siguiente:

***Redundancia Dinámica de Hardware***

* La Computadora de Vuelo (CV) cuenta con tres tarjetas de procesamiento, una principal y dos de respaldo en frío cada una con protección de Detección y Corrección de Errores para la memoria RAM.
* Diagnósticos de fallas en la ACTF: el diagnóstico de los procesadores incorpora suficiente cobertura del núcleo del procesamiento, el algoritmo analiza los componentes principales: Registros, unidad aritmética, unidad lógica y temporizadores.

***Redundancia Estática de Hardware***

* La CV fue diseñada posee dos refacciones adicionales para sus tarjetas de procesadores con una unidad de conmutación de procesadores.
* Para aplicar mantenimiento automatizado a la computadora crítica del MES se desarrolló la ACTF, la cual utiliza todos los procesadores disponibles en el satélite para emular un servidor de redundancia modular cuádruple acoplado por software.
* La Arquitectura se integra periódicamente por medio de una red de área local completamente redundante.

***Redundancia de Software***

* Se elaboraron algoritmos dedicados para el diagnóstico de procesadores y para detectar fallas por medio de Voteo Moyoritario (VM.
* Para la reconfiguración y el reinicio de la CV se utilizó el SIM-SOS, el cual tiene permisos por hardware para aumentar la seguridad.
* Detección de fallas en la ACTF: El algoritmo se basa en el voteo de resultados de diagnósticos de los procesadores involucrados. Se utiliza un voteo por software para detectar fallas maliciosas en las que los procesadores pudieran dar la impresión de que trabajan correctamente, cuando no lo estuviesen.

Para validar la ACTF se emplearon:

* Simulador de satélite SIMSAT.
* Software de depuración, emulación y validación operativa de computadoras experimentales satelitales SOFDEVO.
* Módulo de electrónica de acondicionamiento de sensores y mantenimiento EASyM.
* Software de estación terrena SET.