

Problemas que causaron los errores numéricos

Análisis Numérico - UNaM
Prof. Moreno Alejandro D.

Falla del misil Patriot



Falla del misil Patriot

- El 25/2/1991, durante la Guerra del Golfo, un misil Patriot no pudo interceptar a un misil Scud iraquí que alcanzó su objetivo produciendo 28 muertes.
- Para seguir su objetivo, el sistema debía determinar el intervalo de tiempo, restando dos valores de tiempo medidos.
- Los tiempos, en 1/10 de segundos estaban en registros de enteros.
- Para calcular el incremento de tiempo, los valores del registro (entero) eran convertidos a valores de punto flotante multiplicándolos por 0.1

Fuente:

<https://www.xataka.com/historia-tecnologica/dia-que-misil-mato-a-28-soldados-porque-sistema-defensa-antimisiles-ignoro-error-0-000000095-segundos>

Falla del misil Patriot

- Pero 0.1 en expansión binaria no es representado exáctamente con un número finito de dígitos.

$$0.1_{(10)} = 0.0001100110011..._{(2)}$$

- Hay un error de redondeo (truncamiento). Los registros tenían 24 bits. El error introducido entre la representación (en 24 bits) y el número 0.1 es $0.95E-07$
- Después de 100 hs el error acumulado es:

$$0.95E-07 \times 100 \times 3600 \times 10 = 0.34s$$

- La velocidad del misil Scud es aprox. 1676 m/s. En 0.34 seg. recorre más de 1/2 km. Quedó fuera del alcance del Patriot.

Bolsa de valores de Vancouver

- En 1982 la Bolsa de Valores de Vancouver (Canadá) introdujo un índice con un valor nominal de 1000.000
- Luego de cada transacción se actualizaba el índice, truncándose al tercer decimal después de la coma.
- Después de 22 meses el índice fue 524.881
- El valor real debía haber sido 1098.811

Hundimiento de la plataforma Sleipner A

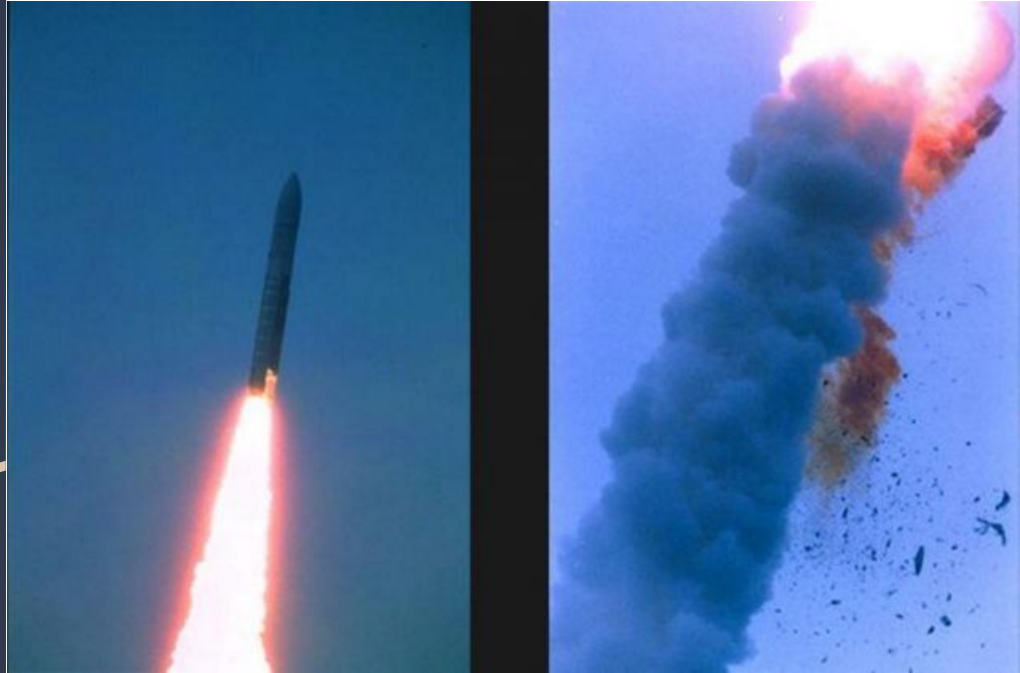


Fuente:
<https://www-users.cse.umn.edu/~arnold/disasters/sleipner.html>

Hundimiento de la plataforma Sleipner A

- El 23 de agosto de 1991, la plataforma petrolífera Sleipner A propiedad de la empresa noruega Statoil situada en el mar del Norte a 82 metros de profundidad se hundió.
- La causa del error fue un fallo en el modelado numérico de la plataforma utilizando elementos finitos.
- Se produjo una fuga de agua en una de las paredes de uno de los 24 tanques de aire de 12 metros de diámetro que permitían la flotación de la plataforma de 57000 toneladas de peso que además soportaba a más de 200 personas y a equipamiento de extracción con un peso adicional de unas 40000 toneladas.
- Las bombas de extracción de agua no fueron capaces de evacuar toda el agua.
- El fallo tuvo un coste económico total de 700 millones de euros.

Explosión del Ariane 5



Fuente:

https://elpais.com/diario/1996/07/24/sociedad/838159214_850215.html

Explosión del Ariane 5

- El 4/6/1996 el cohete Ariane 5 , de la Agencia Espacial Europea fue lanzado desde la base de Kourou. Durante 36 segundos voló normalmente. Al segundo 37 salió de su curso y se autodestruye.
- El problema estuvo en un error de software en el Sistema de Referencia Inercial (SRI).
- Un número de punto flotante de 64 bits, que relacionaba la velocidad horizontal con respecto a la plataforma, fue tratado de convertir a un entero de 16 bits.
- Este número llegó a ser mayor que 32768: no entraba en 16 bits! El sistema devolvió un mensaje de error, que fue interpretado como un dato.