

# COTS en el Espacio



## AMSAT Argentina

Pedro Converso (LU7ABF) - Augusto Parra (LU1KCQ)

2021

# Quienes somos?



Asociación Civil, constituida en 1987. Su finalidad es científica, técnica, no comercial para la teoría y práctica de las telecomunicaciones espaciales.



## QUE SON LOS COTS ?

**Commercial Off-The-Shelf (COTS)**, que en su traducción literal significa Componente tomado del estante, o lo que en el ámbito de las tecnologías de la información podría traducirse como Producto de Caja. (lo que compramos en las casas de electrónica en nuestro caso de interés).



# Problema:

## Uso Civil de la tecnología en el espacio

**Solución:**  
Democratizar el  
uso del espacio

# Industria Espacial Tradicional





Pocas misiones  
de la largo plazo



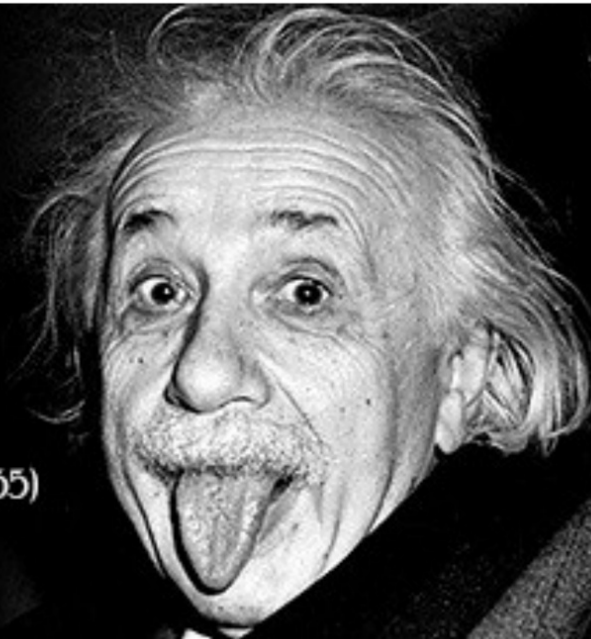
***Demanda de  
Mayor  
confiabilidad***

# Industria Espacial Tradicional



Insanity: doing the same  
thing over and over again  
and expecting different  
results."

- Albert Einstein (1879 – 1955)



# Industria COTS

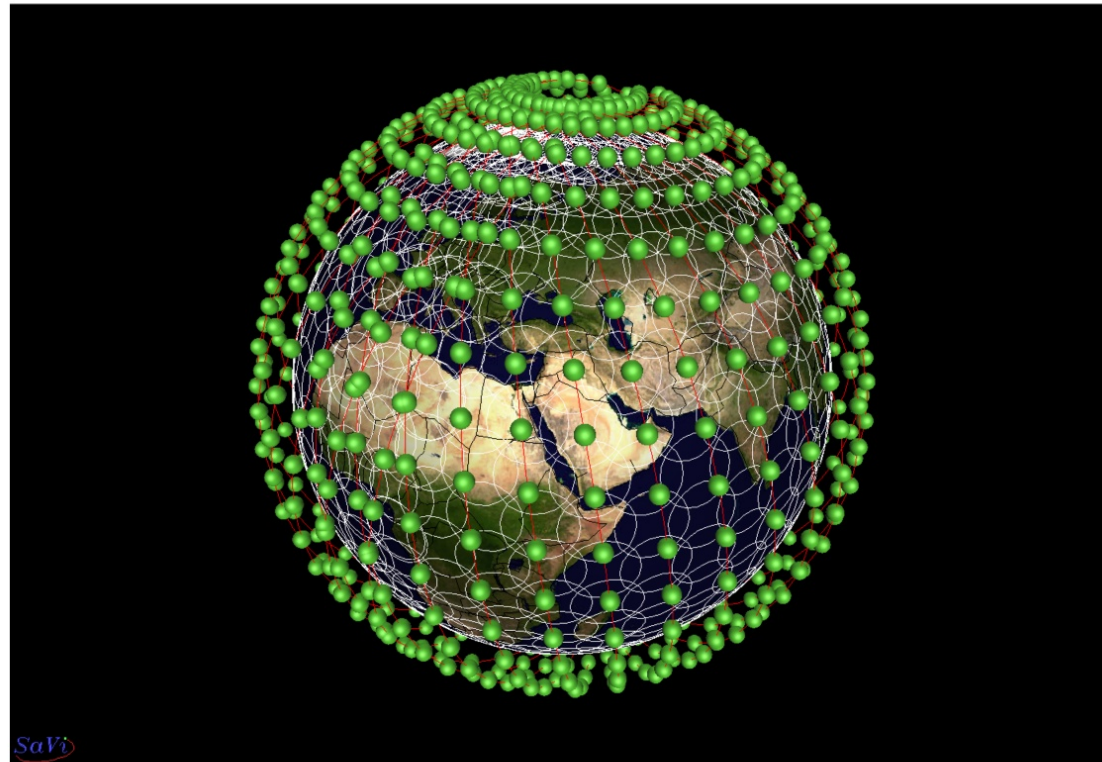


*Más misiones y  
mas breves  
**Redundancia!***

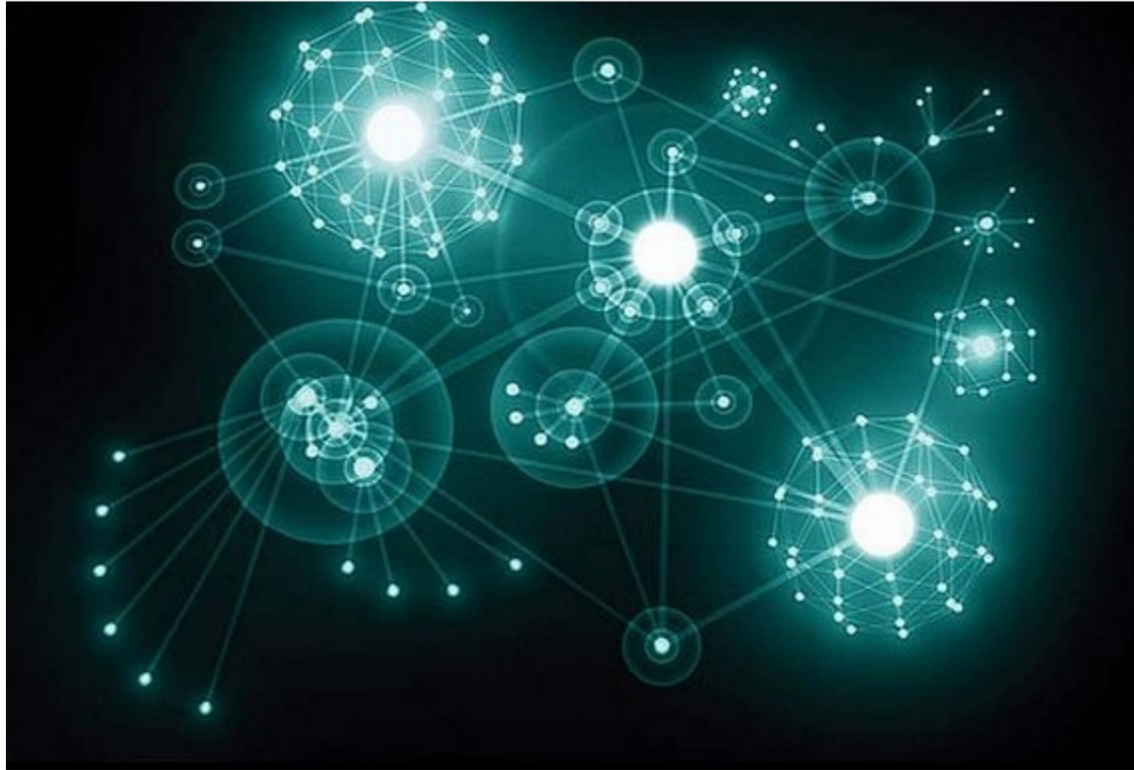




***Más misiones y  
mas breves  
Redundancia!***



Como la red DARPA (hoy:Internet)





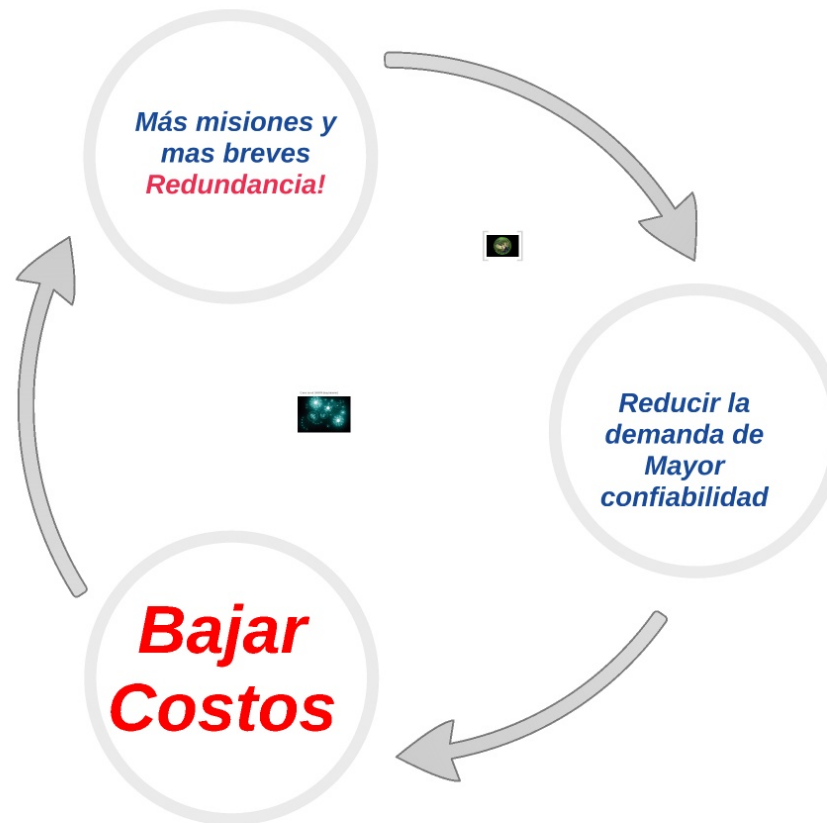
***Reducir la  
demanda de  
Mayor  
confiabilidad***



***Bajar  
Costos***



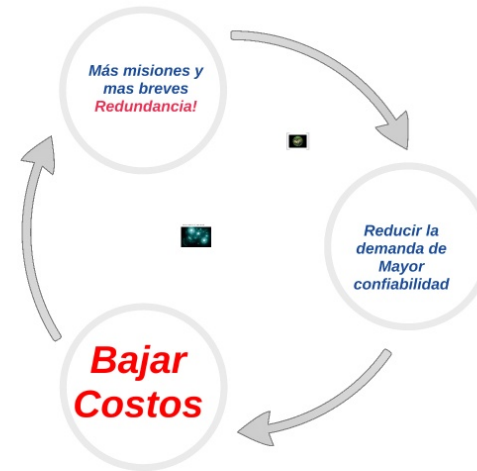
# Industria COTS



### Industria Espacial Tradicional



### Industria COTS



***Fiabilidad***



## ***Fiabilidad***

### ***Space Grade:***

- MTBF (Mean Time Between Failures): Very High
- MUT (Mean Up Time): Very High
- MTTR (Mean Time to Repair): Impossible or \$\$\$ (example Hubble)
- Low Performance
- Redundancy: Very Low
- Expensive

**Altos Costos - Alta Fiabilidad**

## ***Fiabilidad***

### ***Space Grade:***

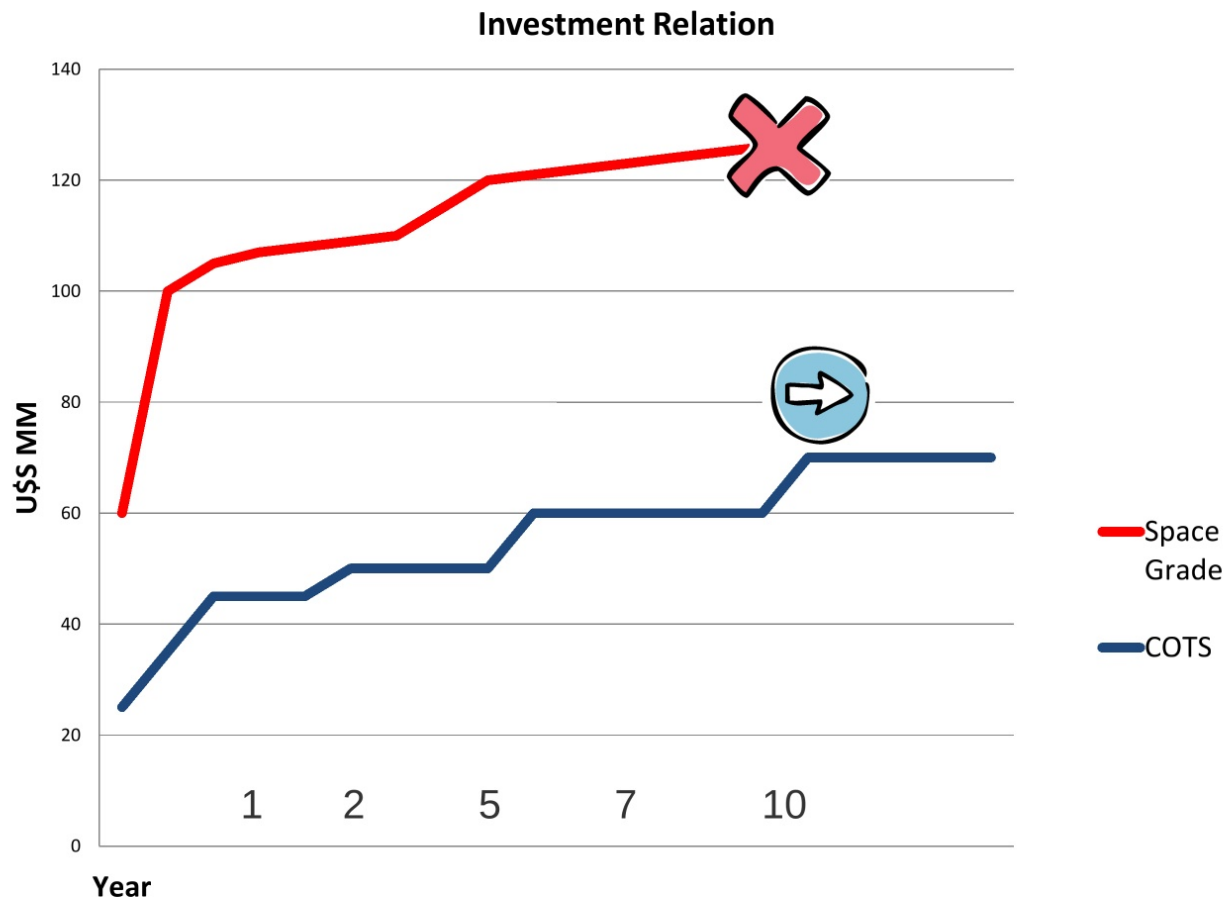
- MTBF (Mean Time Between Failures): Very High
- MUT (Mean Up Time): Very High
- MTTR (Mean Time to Repair): Impossible or \$\$\$ (example Hubble)
- Low Performance
- Redundancy: Very Low
- Expensive

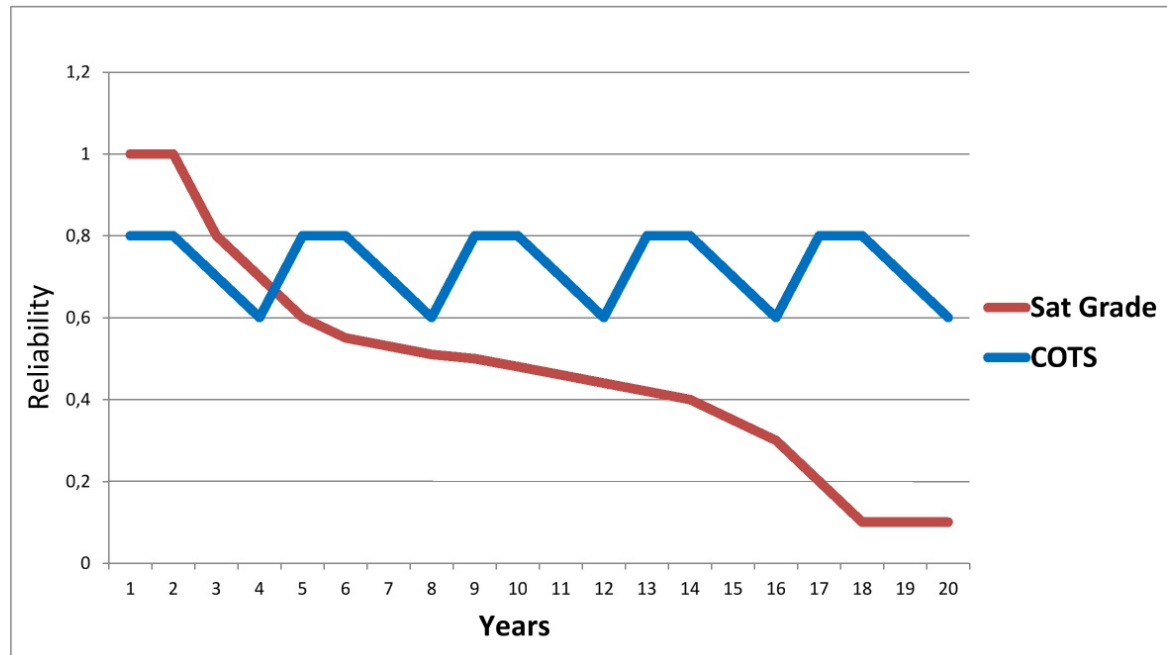
**Altos Costos - Alta Fiabilidad**

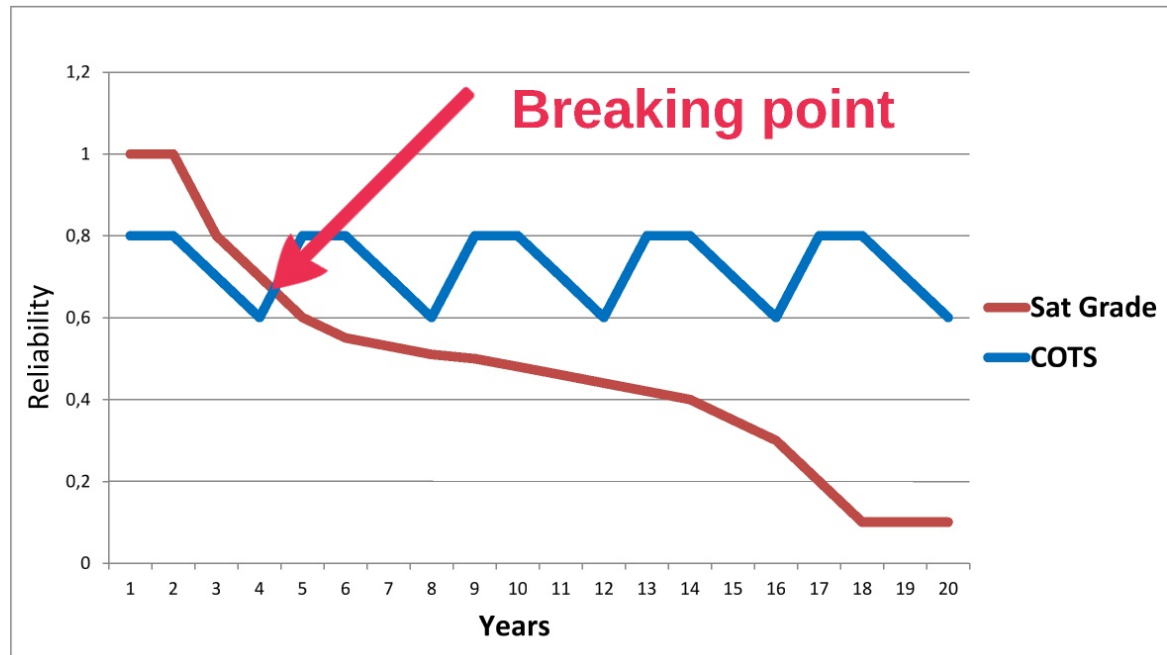
### ***COTS Grade:***

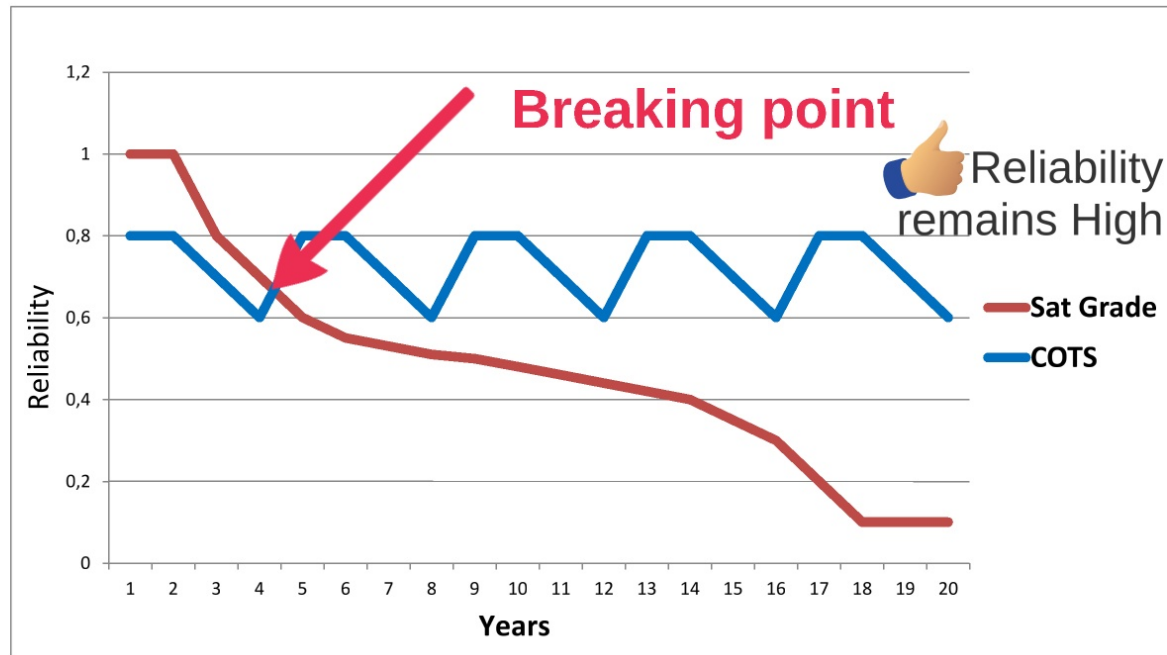
- MTBF (Mean Time Between Failures): Low
- MUT (Mean Up Time): Medium
- MTTR (Mean Time to Repair): Impossible
- Redundancy: Very High
- High Performance
- Cheap

**BAJO COSTO - ALTA REDUNDANCIA - ALTA FIABILIDAD**









## **Ventajas de COTS:**



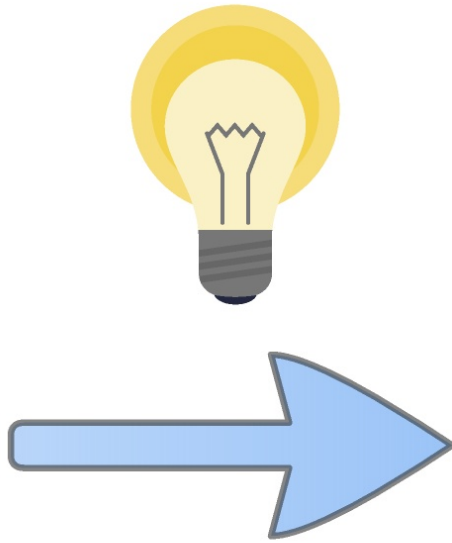
Inversión lineal en el tiempo

Mejor Capex

Redundancia

Mejora

Largo plazo (actualización y reemplazo)

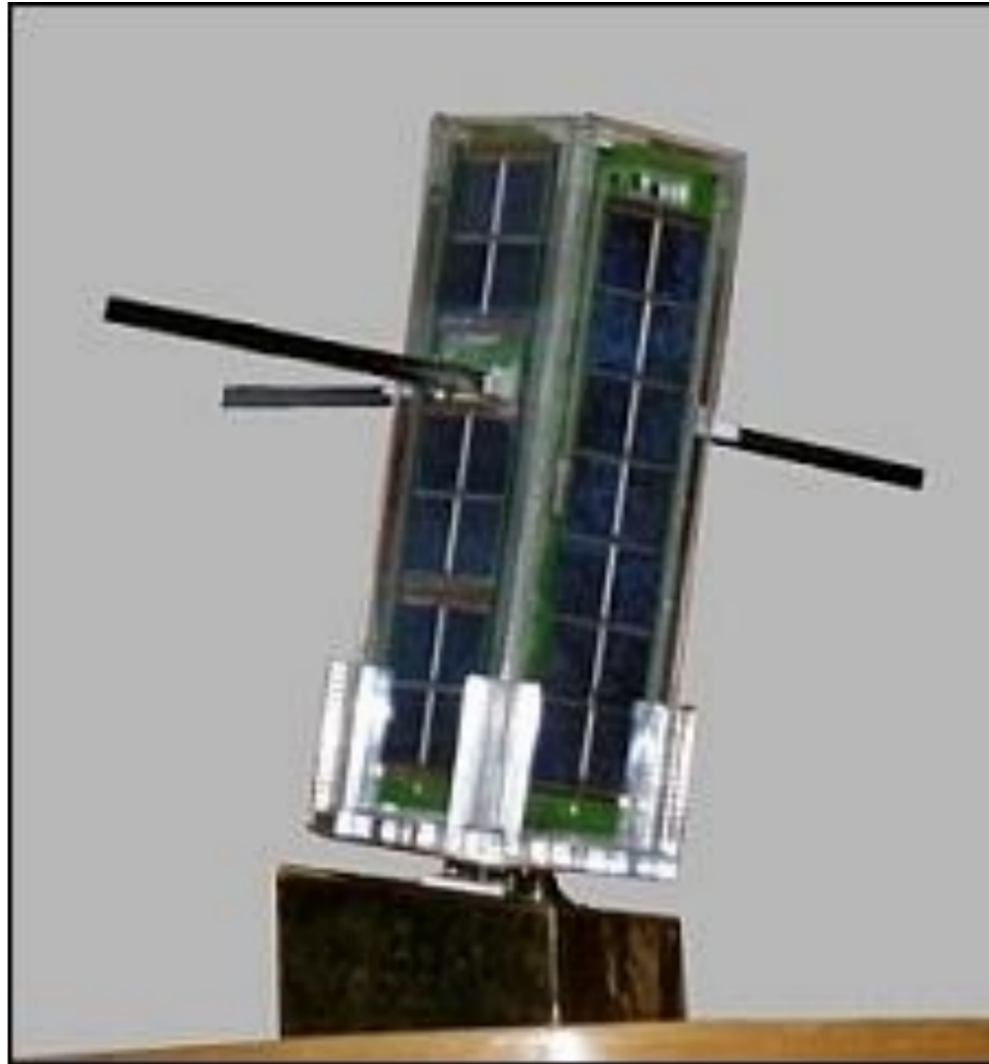


**NANOSATS**  
< 10 kg





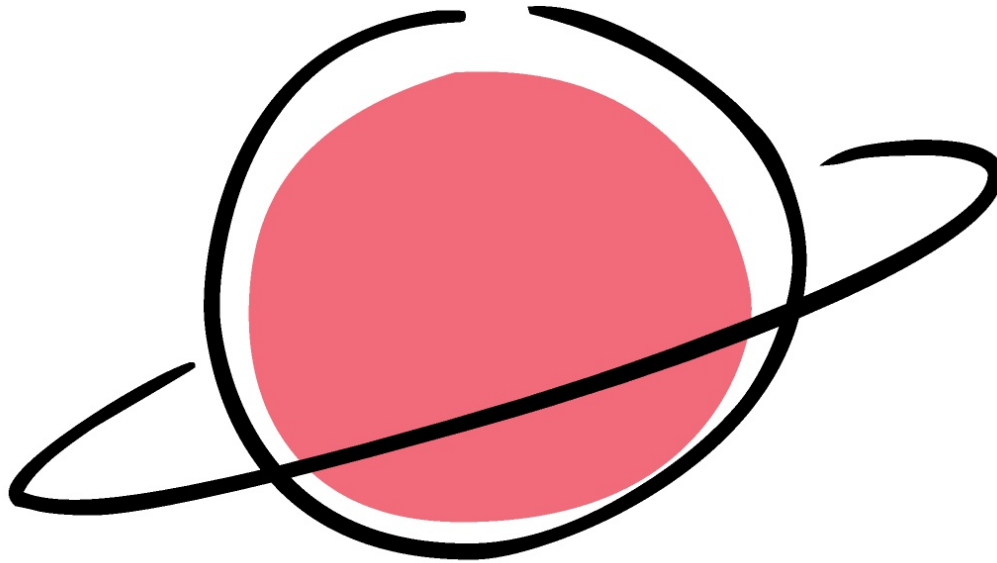
**NANOSATS**  
< 10 kg

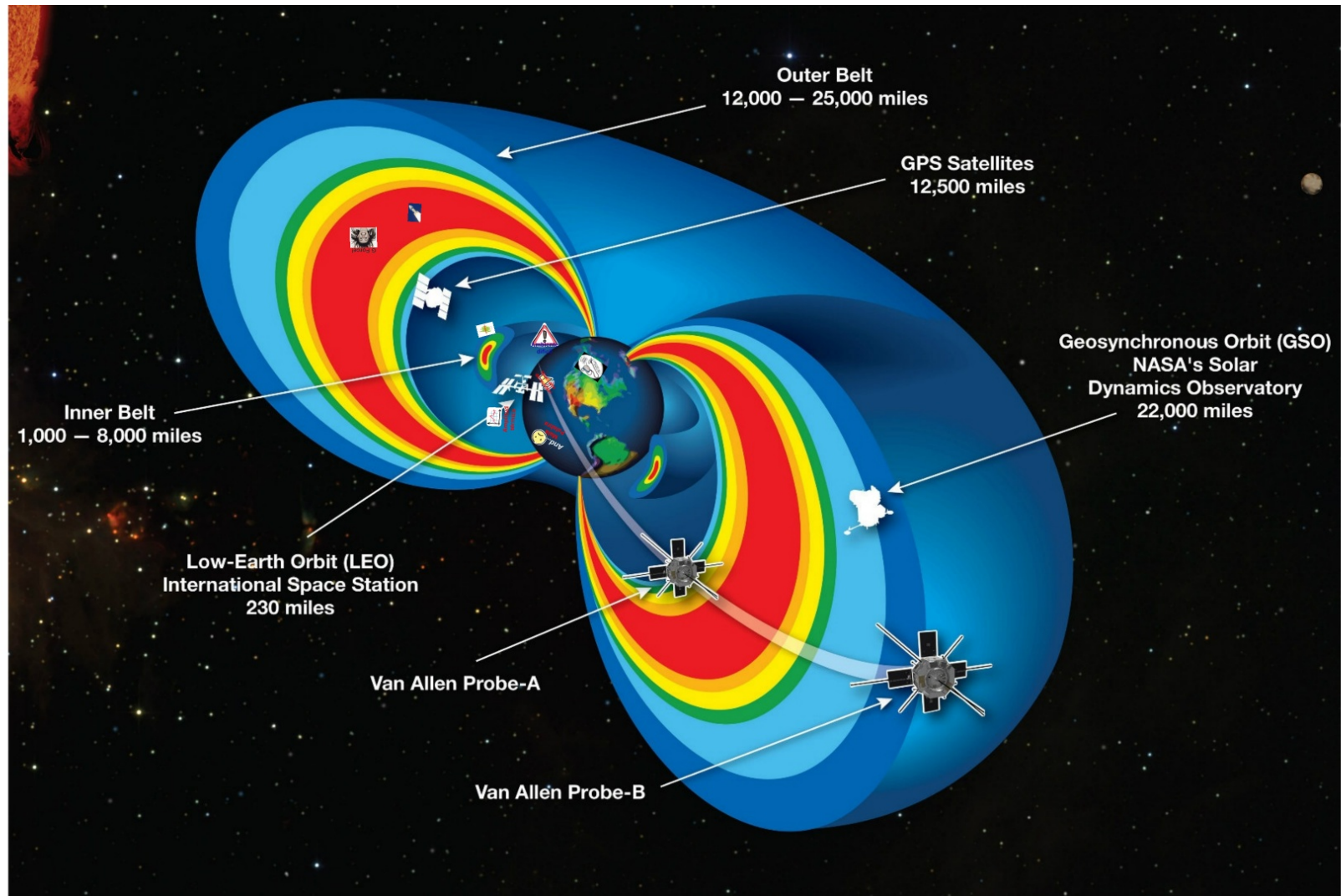


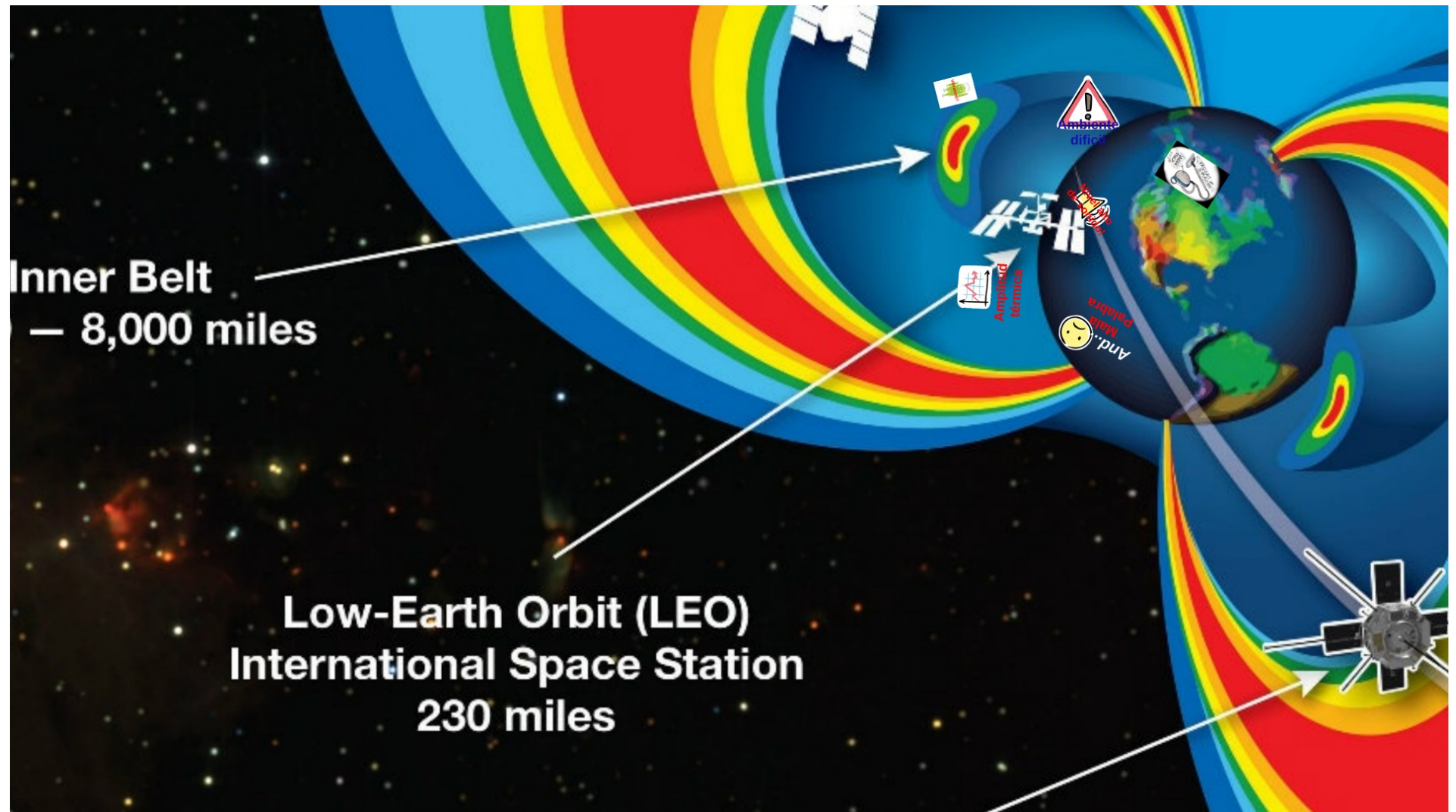


***Suena Fácil, pero...***

# Donde orbitan los Nanosat ?













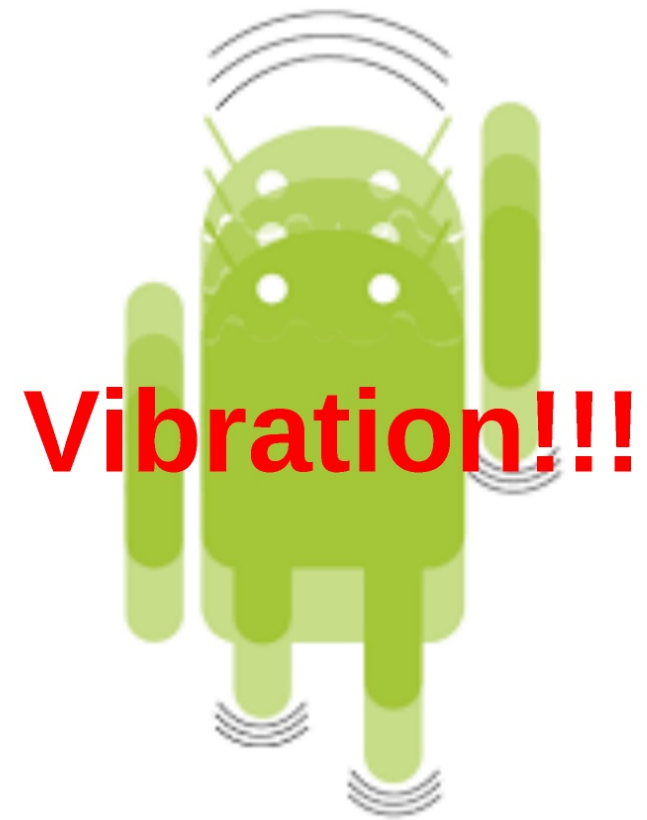
# G Force!



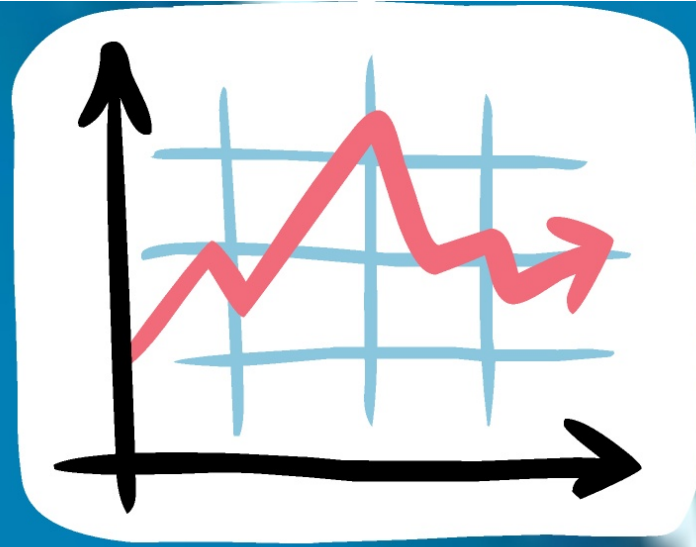




**Nivel alto  
de sonido!**







# Amplitud térmica



*And...*



**Mala  
Palabra**



# ***TID***

**Dosis ionizante total  
Daño material causado por  
fuentes de radiación ionizante.  
Cuantificado por energía  
depositada por masa para un  
material dado con unidades de  
Gray (SI) o RAD**

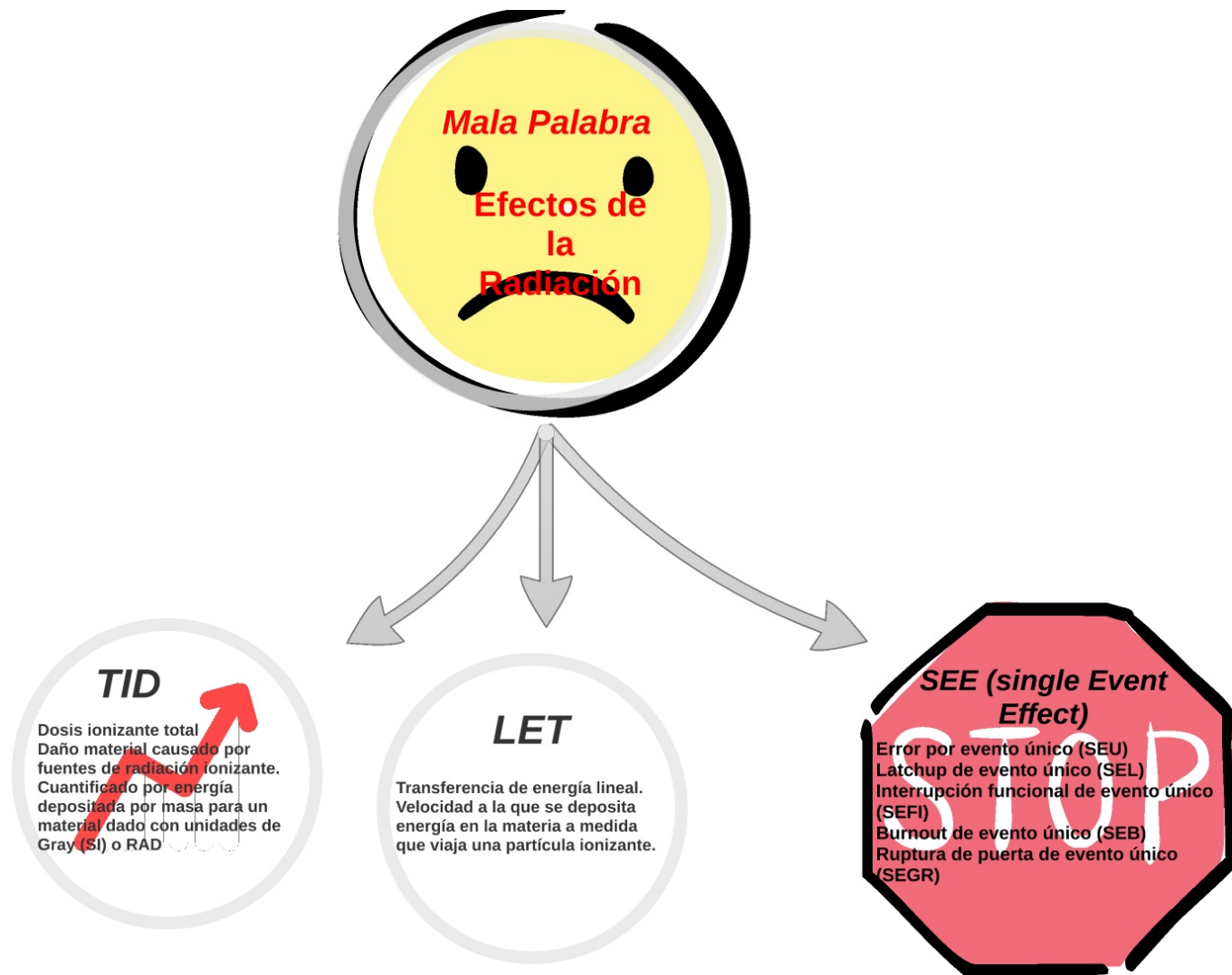
**Transl  
Veloci  
energí  
que vi**

# ***LET***

**Transferencia de energía lineal.  
Velocidad a la que se deposita  
energía en la materia a medida  
que viaja una partícula ionizante.**

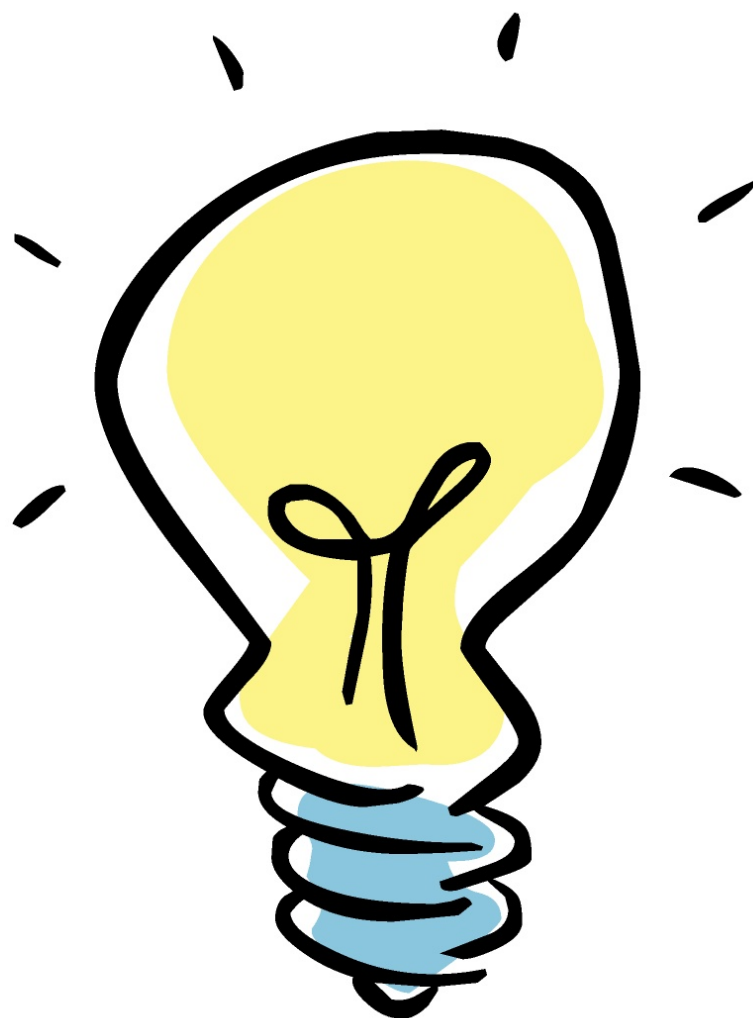






**Cómo  
luchamos  
contra esto?**





# FBC



**FBC**

**Faster - Better -Cheapening**

# **El núcleo tradicional de Nanosat: OBC Ordenador a bordo**

## ***Funciones típicas del OBC***

- Conversión de energía DC-DC y REG
- Telecomunicaciones terrestres y decodificación
- Formateo de telemetría de paquetes
- Reconfiguración autónoma
- Telemetría de Carga Util
- Módulos de E / S
- Control y determinación de actitud (ADCS)



- 
- **FPGA**
  - **Microcontrollers**
  - **Microprocessors**
  - **Memories**



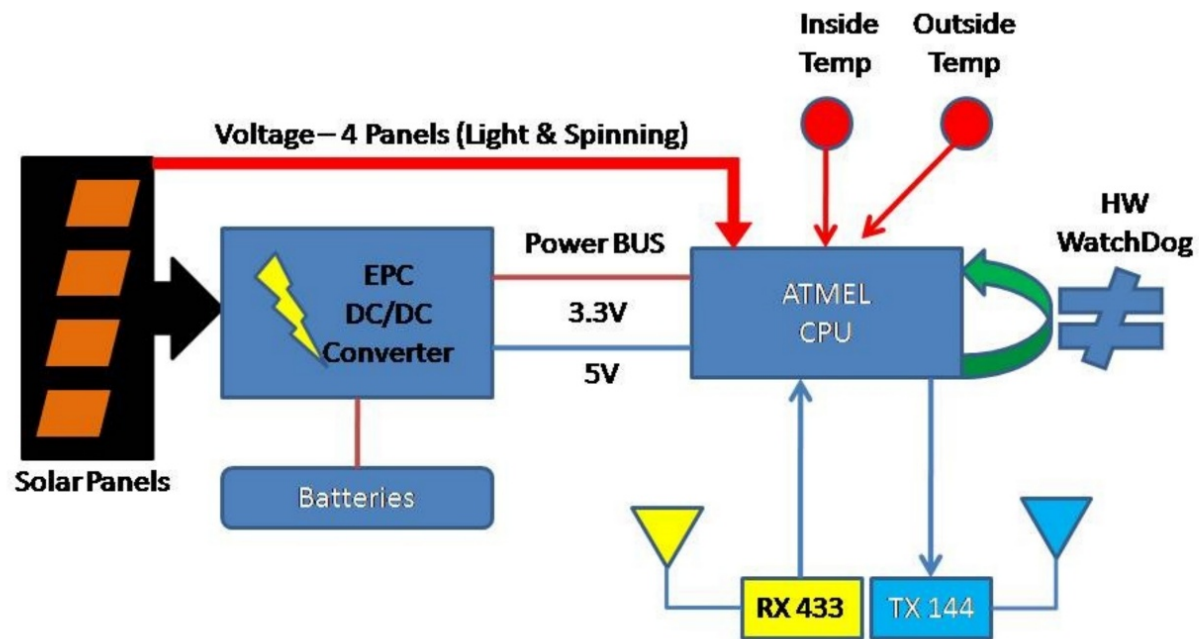
Los cuellos de  
botella son:

- Energía
- Tamaño
- Procesamiento
- Ancho de Banda en las comunicaciones

## **COTS to Space-Grade**

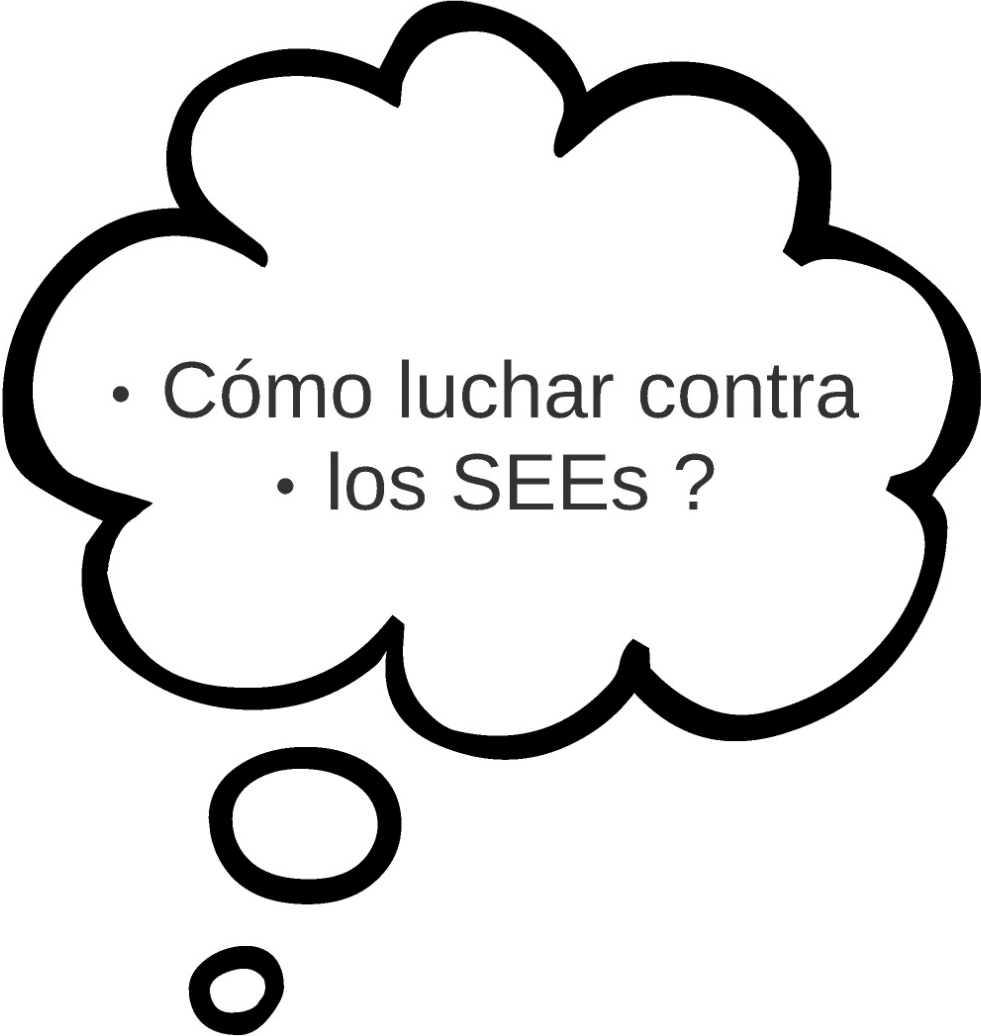
- COTS: -45 to 85 C Deg
- Enhanced Performance (EP)
  - Lot Control /Tracking
  - Special Mold Compound
  - -55 to 125 C Deg
- **Military Grade (MIL)**
  - Ceramic Package
  - -55 to 125 C Deg
- **Space Grade**
  - -55 to 125 C Deg (10 years)
  - 15 years @ 95 C Deg
  - RAD Specs

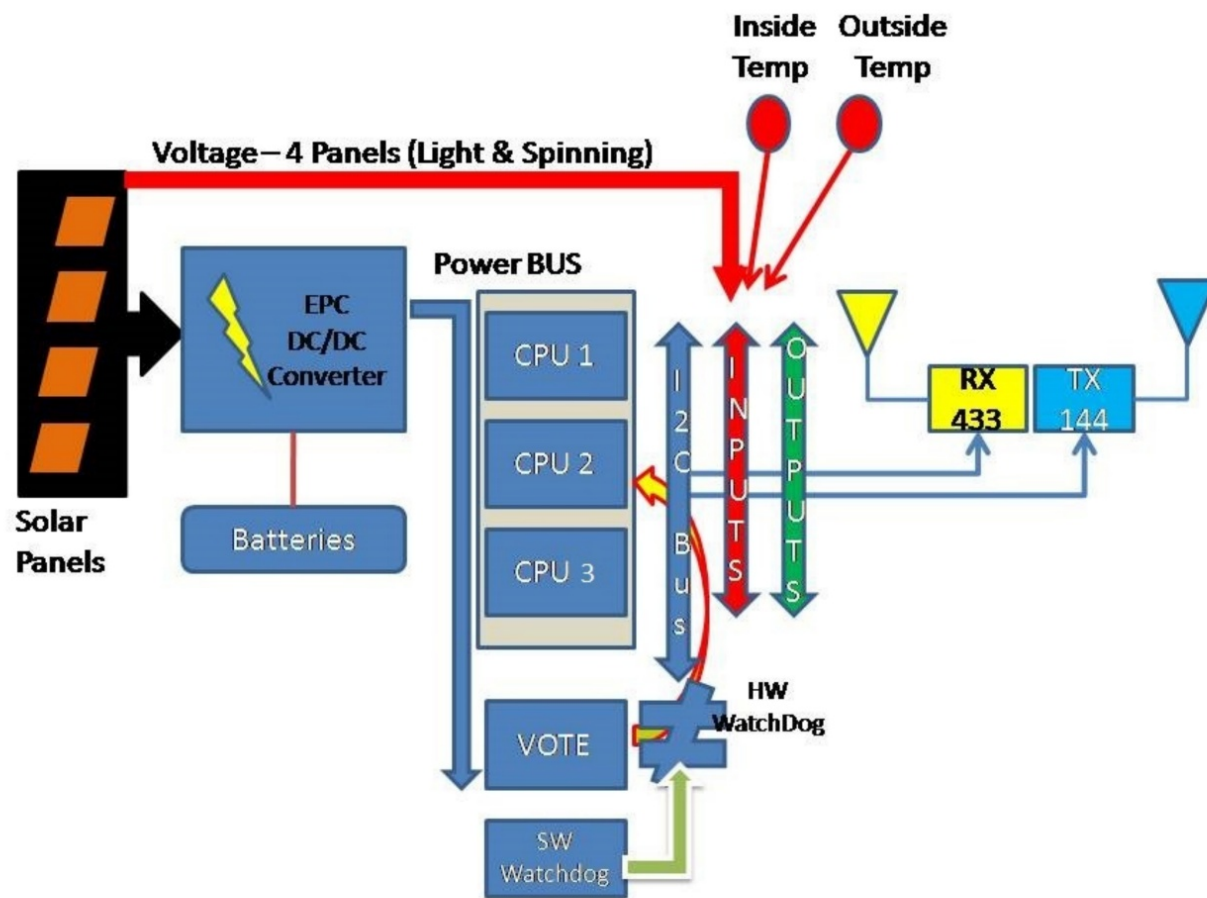
# **OBC Tradicional de un Cubesat**



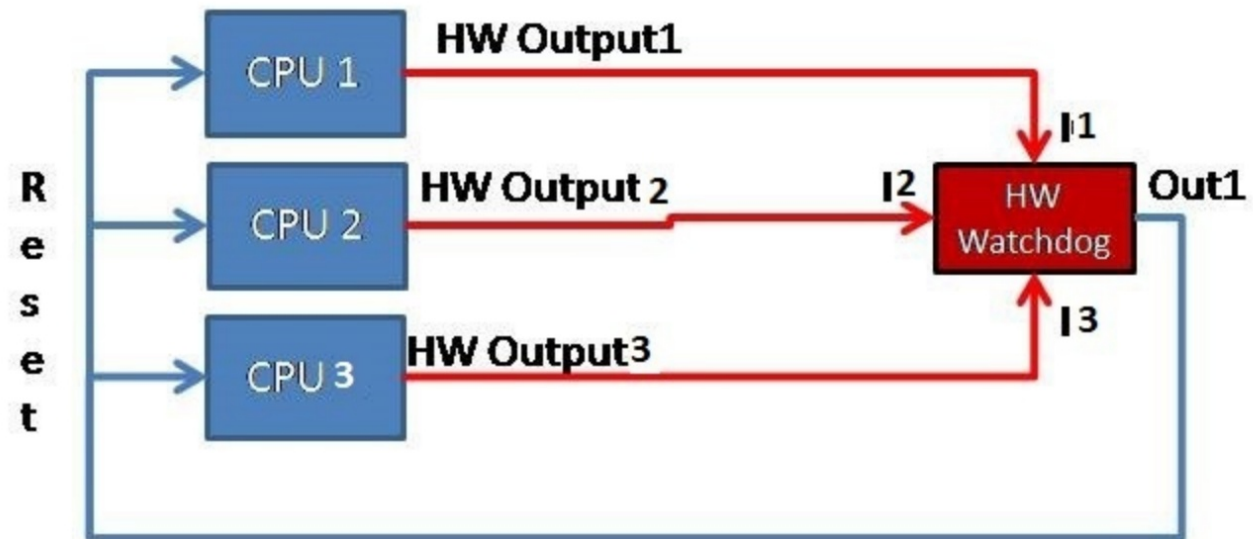
***Un evento = Muerte...***

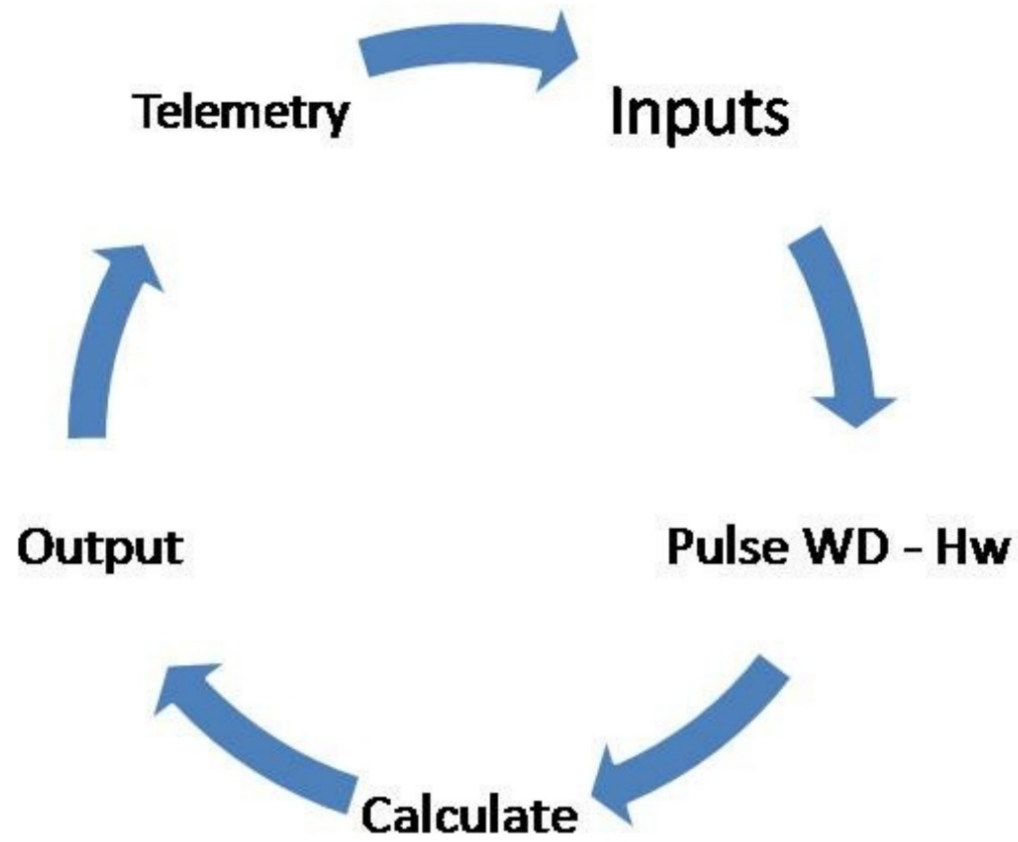


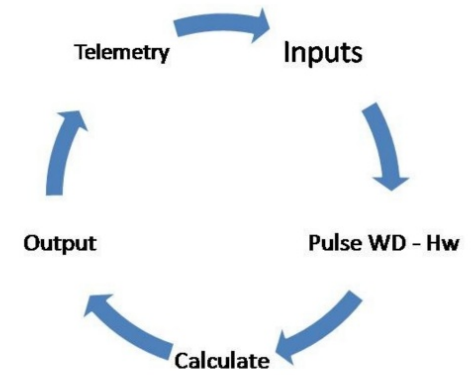
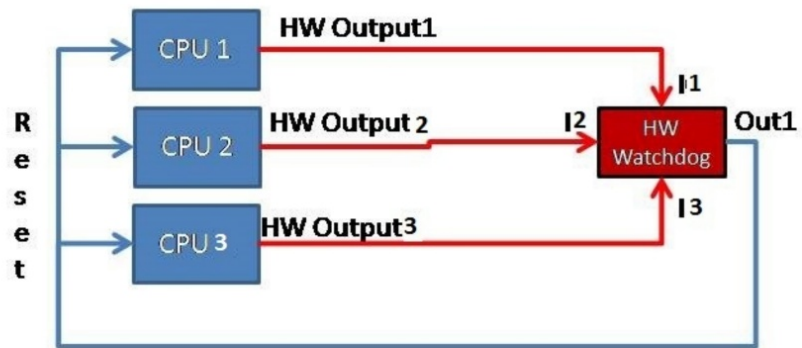
- 
- Cómo luchar contra
  - los SEEs ?

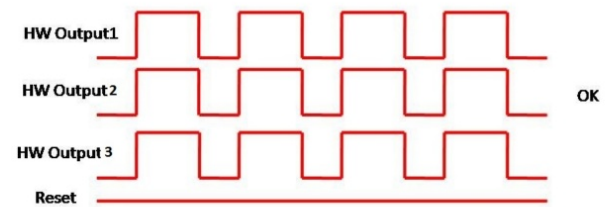
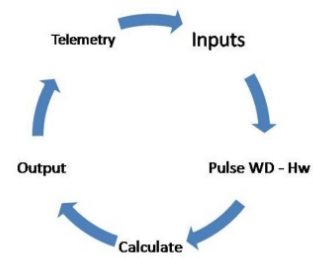
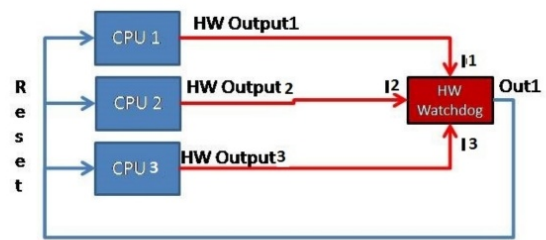


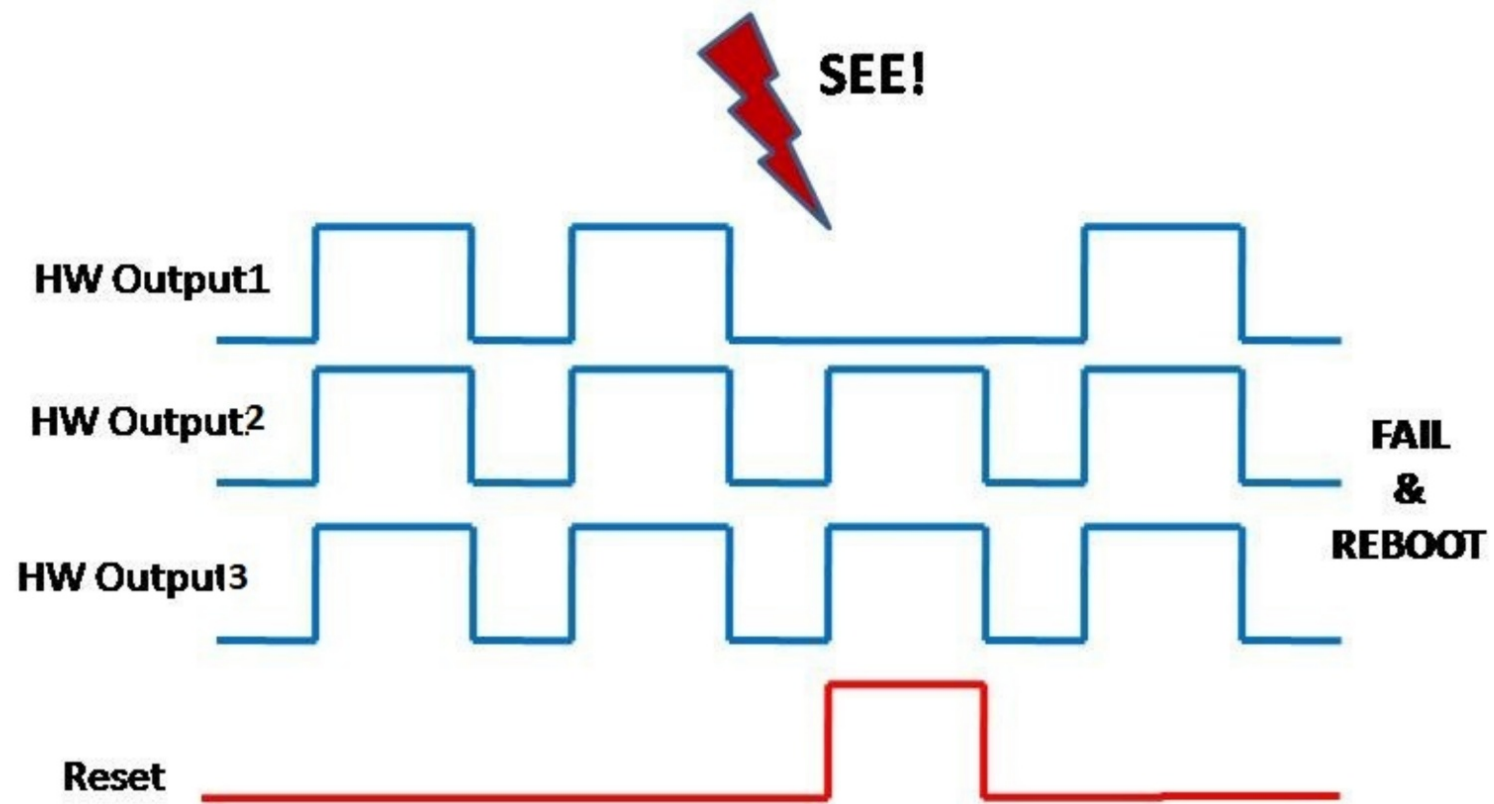


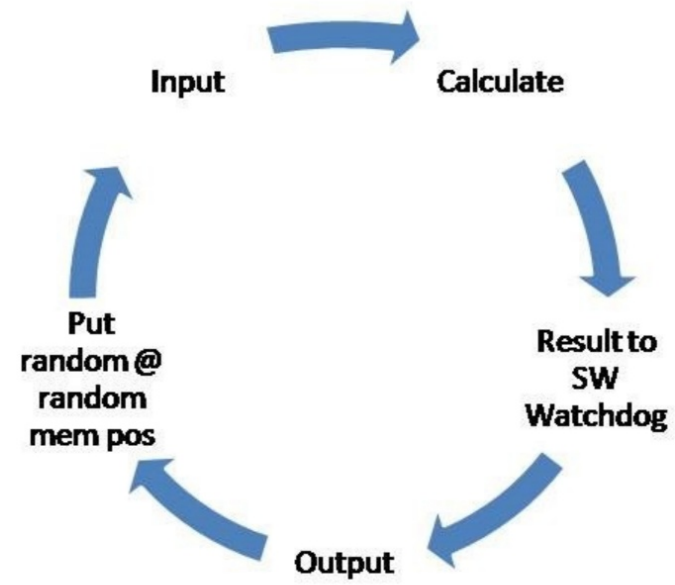
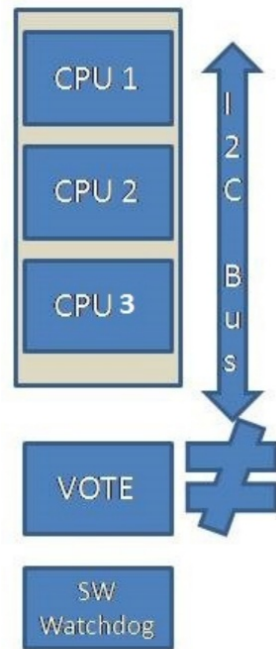


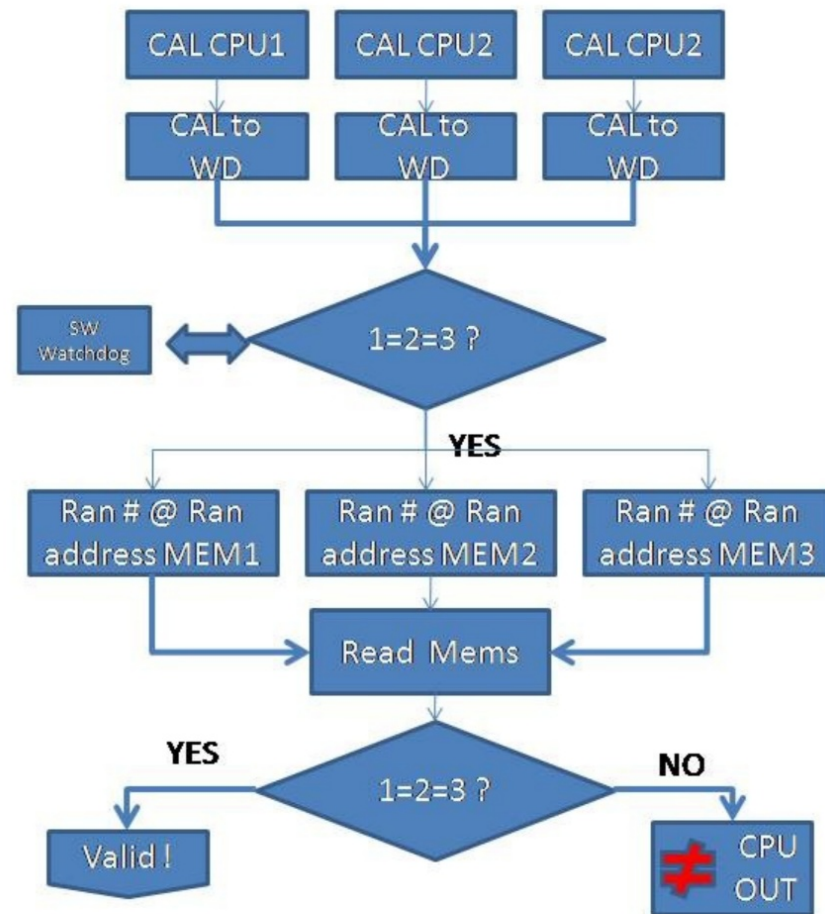


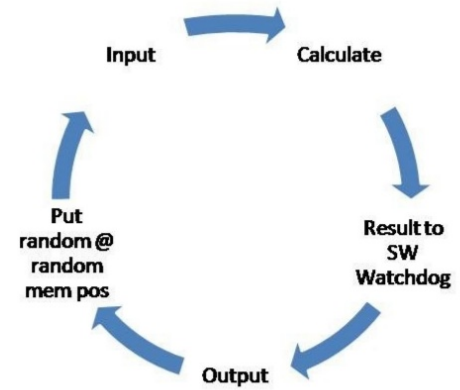
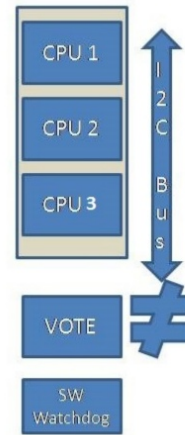
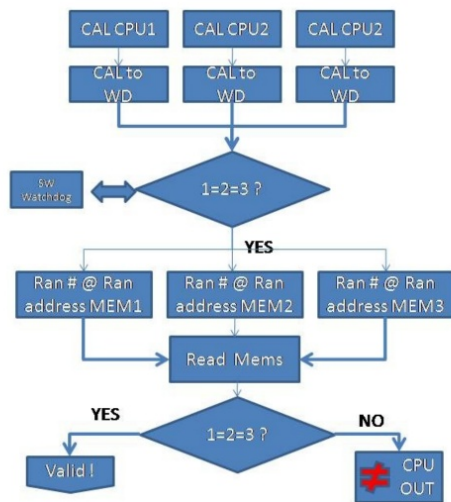








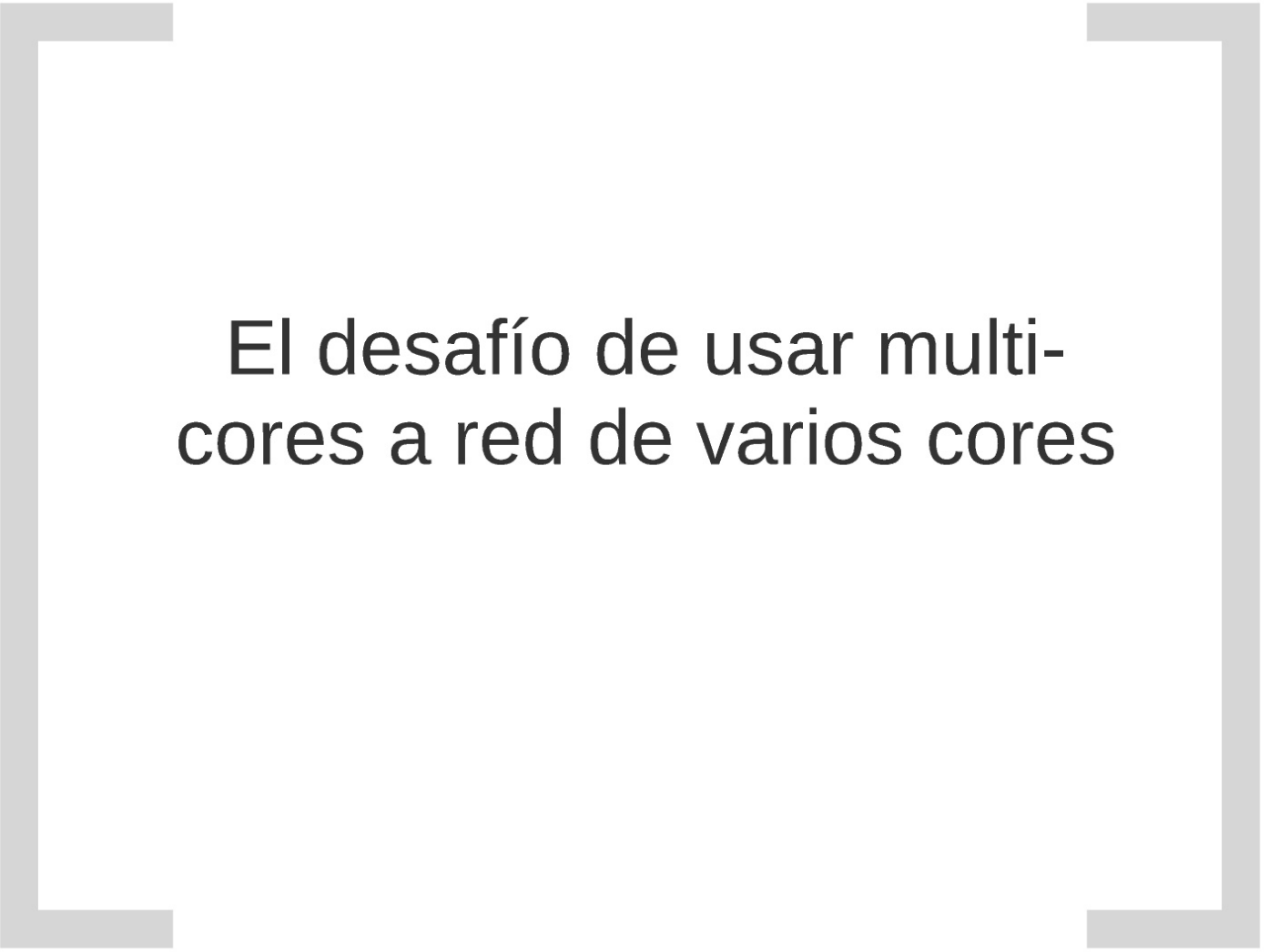




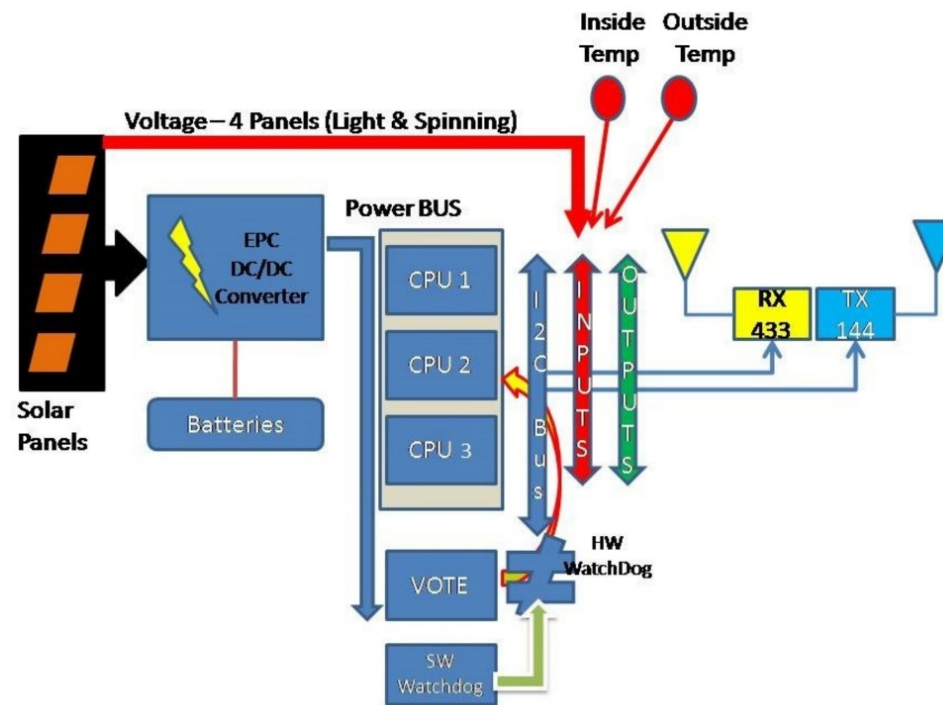


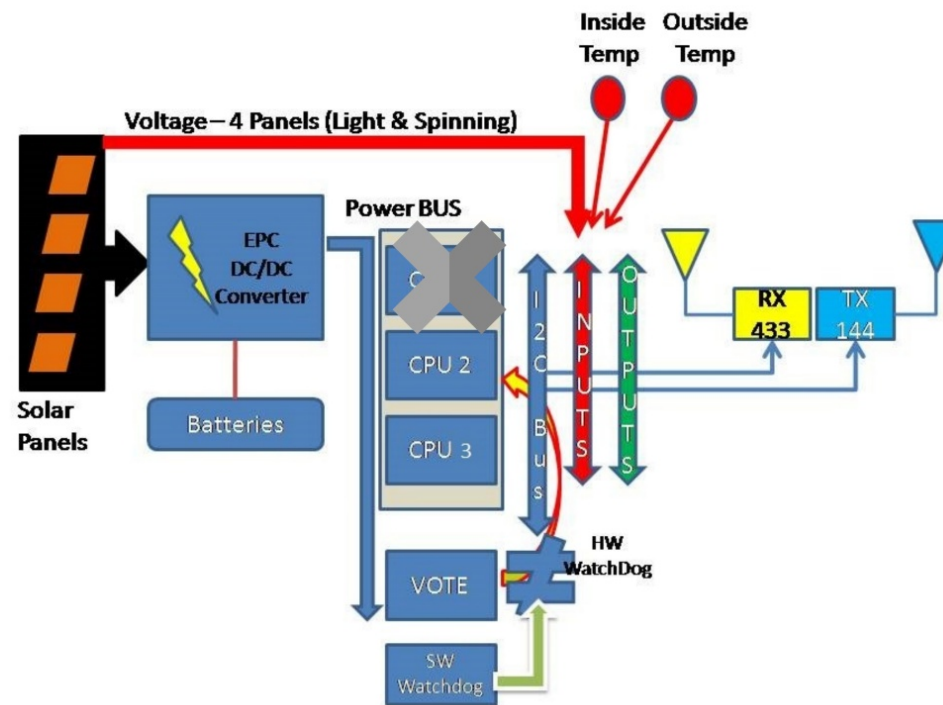


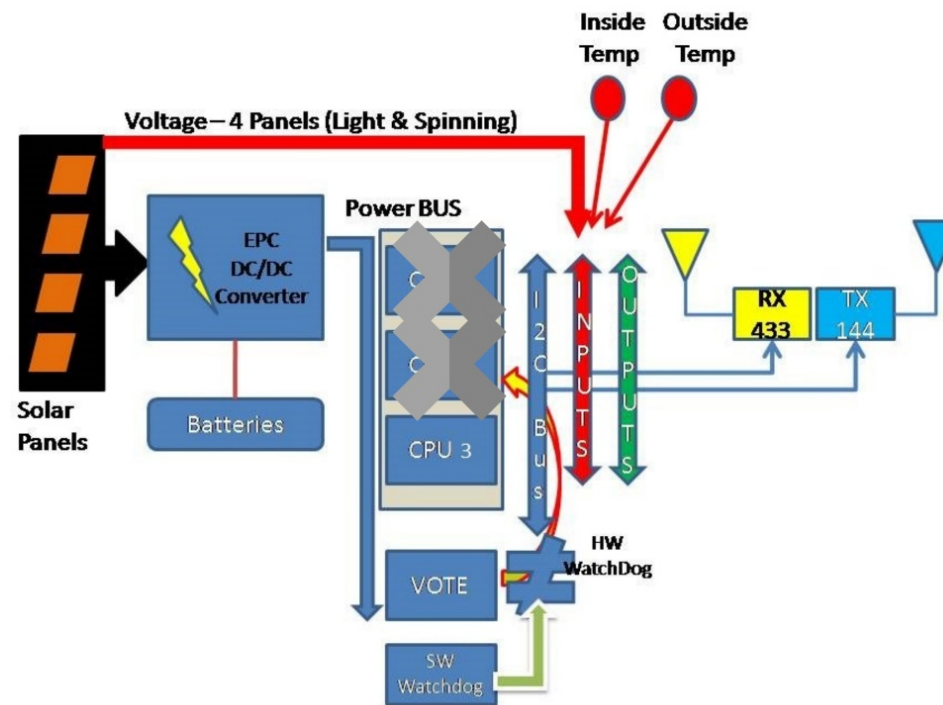
¿Cómo mejorarlo?

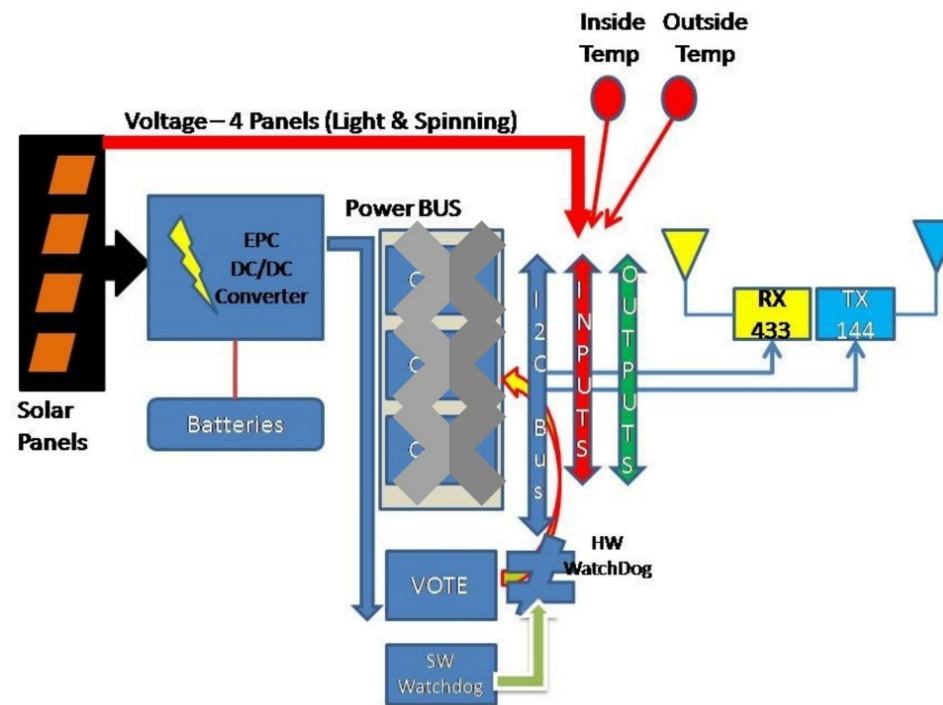


El desafío de usar multi-  
cores a red de varios cores

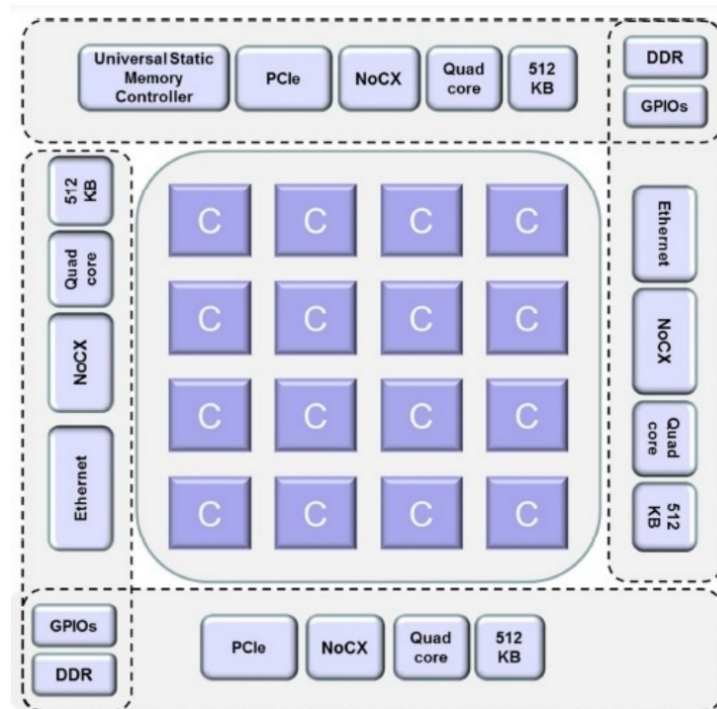




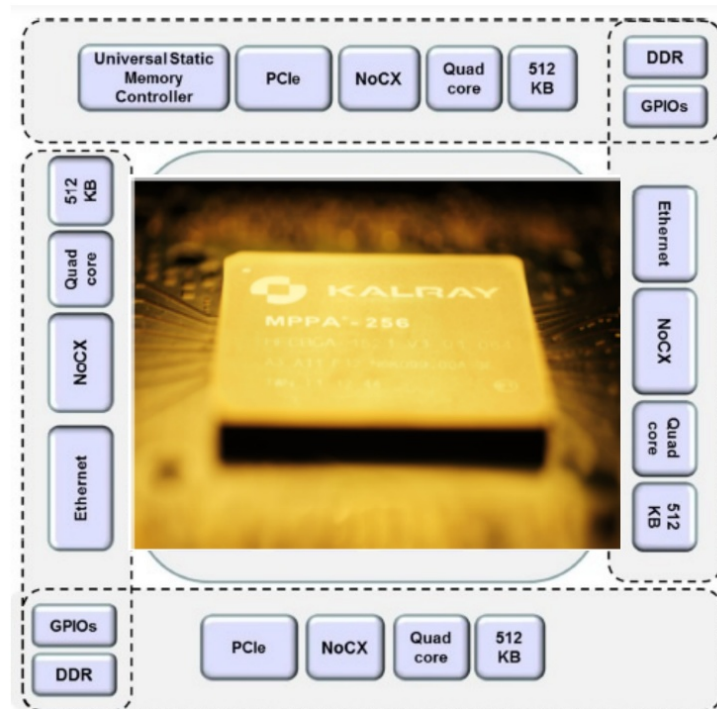








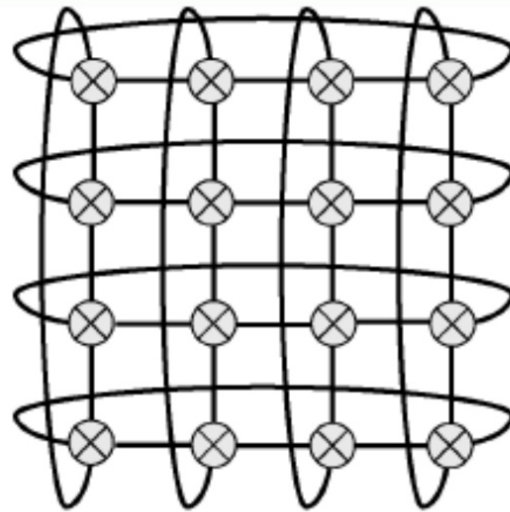
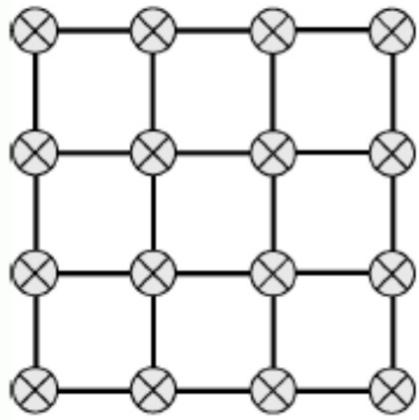




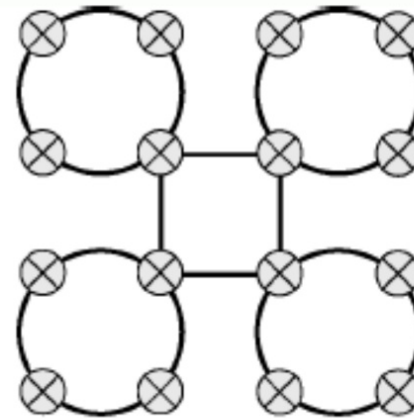
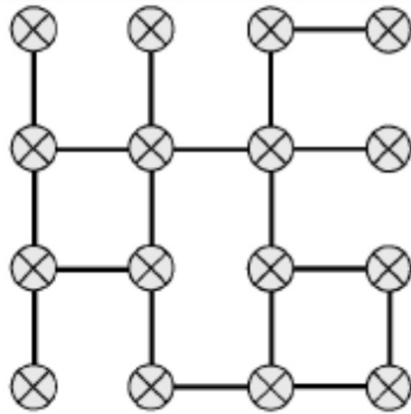
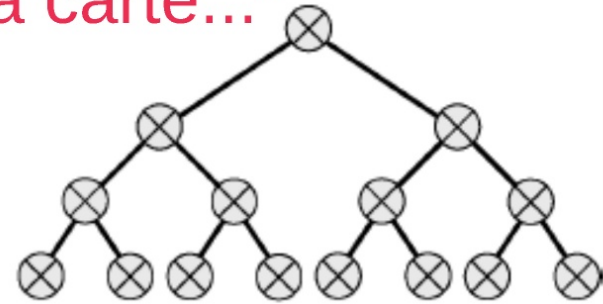
**MPPA®-64**



Very Low Power  
1.8W / 0.6W  
Idle 75mW



Network "A  
la carte..."



***En un solo chip:***

- Energy Management
- DSP (Sensors)
- SDR (Software defined Radio "Rx")
- FSK Tx.
- Telemetry
- Attitude Control
- Voter ?
- Image Processing

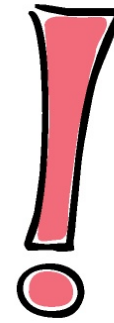


***En un solo chip:***

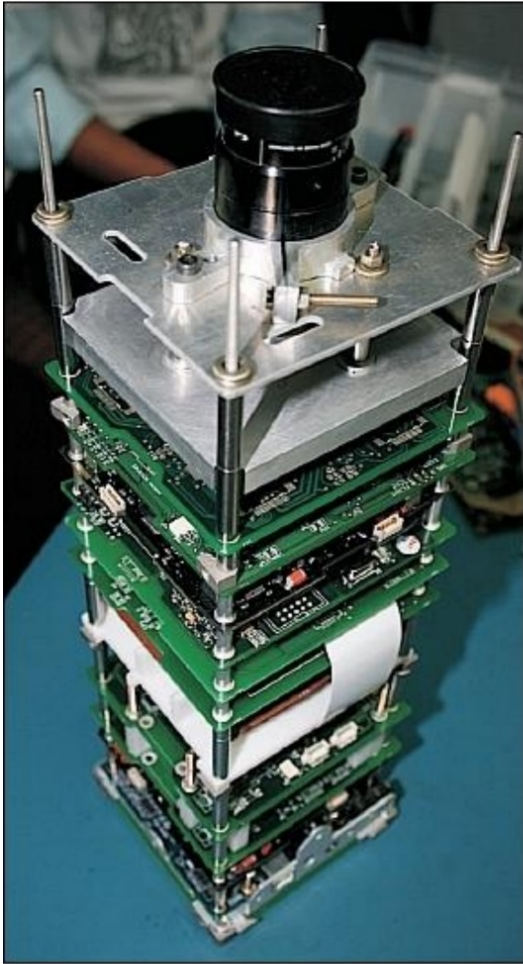
- Energy Management
- DSP (Sensors)
- SDR (Software defined Radio "Rx")
- FSK Tx.
- Telemetry
- Attitude Control
- Voter ?
- Image Processing



**Casos de Exito**

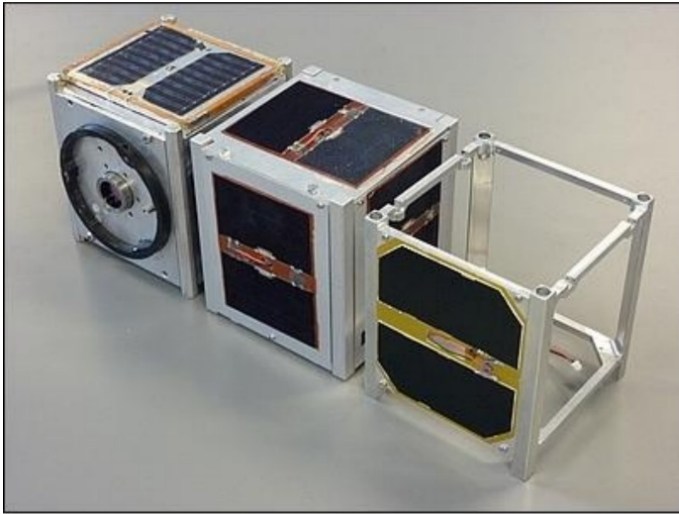


COTS PARTS



## Jugnu - 3U Indian Nanosat

- Launched Oct 2011
- IR Camera
- COTS Parts
- Minimal Redundancies
- Proposed life span: one year



- AAUSAT3 -Aalborg University Cubesat3
- 1U
- SDR (Software Defined Radio)
- AIS (Automated ID System)
- Launched April 2008 - Oct 2014
- Life span: 1 year





Lo más  
impresionante !





# **Graham & Bell PhoneSats**

**El trío de "PhoneSats" operó en órbita y pudo resultar ser el satélite de menor costo jamás volado en el espacio. El objetivo de la misión PhoneSat de la NASA fue determinar si un teléfono inteligente de consumo puede usarse como aviónica de vuelo principal de un satélite capaz, pero muy económico.**

El hardware para esta misión fue el teléfono inteligente Google-HTC Nexus One que ejecuta el sistema operativo Android

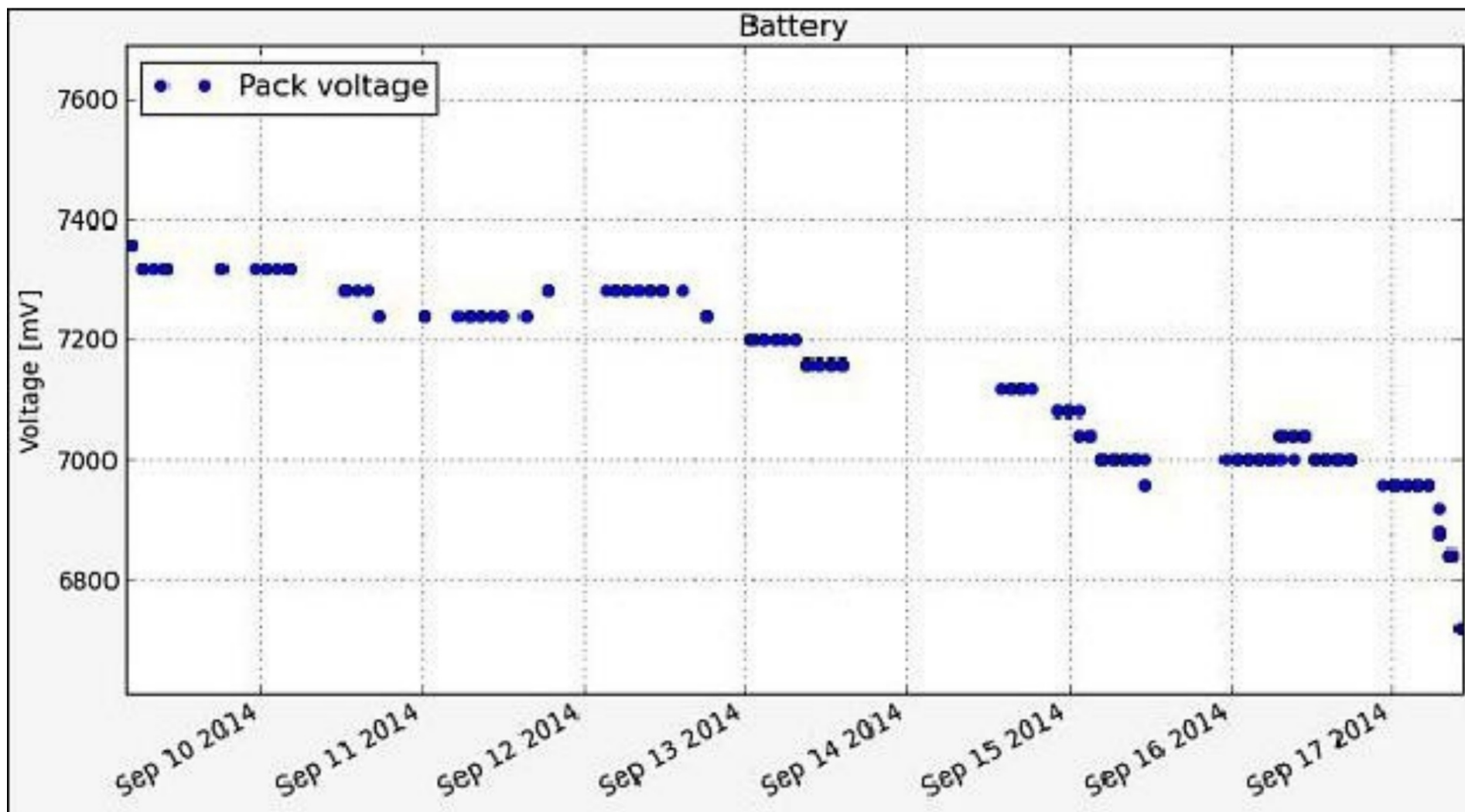
Vida útil: 3 meses

Vida operativa: 15 meses

Costo: U \$ S 3.500

Autopsia:

Causa de muerte: baterías





COTS  
en el espacio es una  
realidad!





**Gracias!**