

ระบบการจัดการข้อมูลบนดาวเทียม
และ
ระบบตรวจวัดติดตาม

ชาวลิต ธรรมวิริยะกุล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ระบบการจัดการข้อมูลบนดาวเทียม (On Board Data Handling Subsystems)

2



On Board Data Handling

Telecommand &
Telemetry



CNES micro-satellites

On Board
Computers



Command and Data Handling (C&DH) system
Student Nitric Oxide Explorer (SNOE)

Communication
Networks

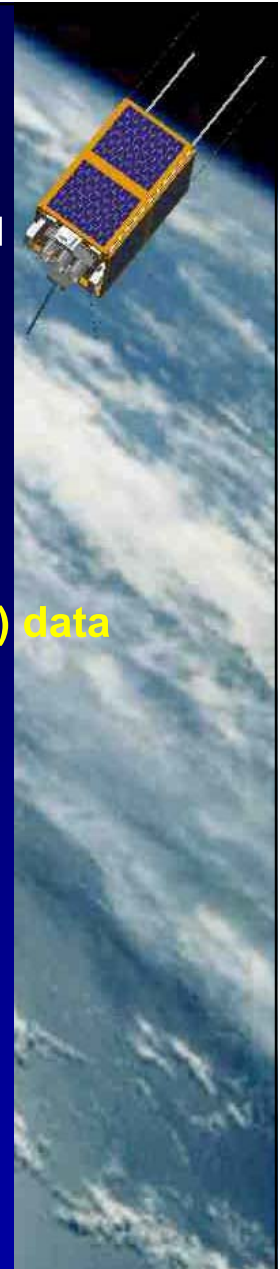


CANDOS

On Board Data Handling

● On-Board Computer Data Handling (OBCDH)

- » Central Processing Module:
- » Memory Module
- » Acquisition and Control Module: contains the telemetry (TM) data
- » Communication Module:
 - telecommand (TC) reception circuits
 - telemetry video generation circuits
- » Serial TM Module:



On Board Data Handling

● OBCDH SOFTWARE

» Operating System:

- controls the Application Programs execution
- interface between Application Programs and hardware
- communication and synchronization among Application Programs

» Application Programs:

- performs the OBCDH tasks to meet the mission requirements



On Board Data Handling

- **The OBCDH Operating System**
 - » **Process Management**
 - » **Process Scheduling**
 - » **Process Communication and Synchronization**
 - » **Time Management: delays the calling process**
 - » **Device Management**
 - » **Error Handling**



On Board Data Handling

- **OBCDH Application Programs**

- » **TC Analysis Program:**

- receives telecommand frames
- analyzes and distributes to the other OBCDH Application Programs

- » **TM Format Generation Program:**

- » **TM Data Acquisition Program:**

- » **Serial TM Acquisition Program:**

- » **On/Off Command Generation Program:**

- » **Time Tagged Command Generation Program:**

- » **Housekeeping Program:**

- » **Diagnosis Program:**



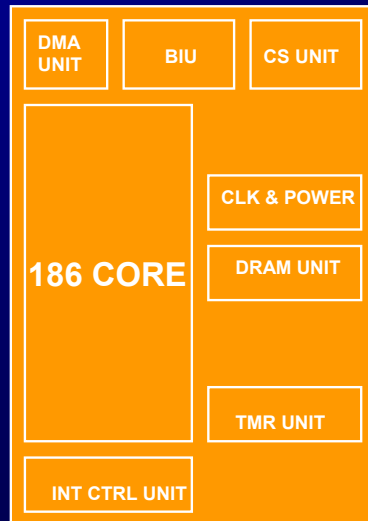
On Board Computers (OBC)

- ฝ้าดูการทำงานและสุขภาพของดาวเทียม (Monitor Functions & Health)
- จัดลำดับการทำงานของโมดูลต่างๆ และคอยสนับสนุนการทำงานของ Payload
- ควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม (Attitude Control)
- จัดการกับระบบกำลัง (Power System Management)
- จัดเก็บและประมวลผลข้อมูล (Data Logging and Processing)
- สนับสนุนระบบสื่อสาร (Communication Support)



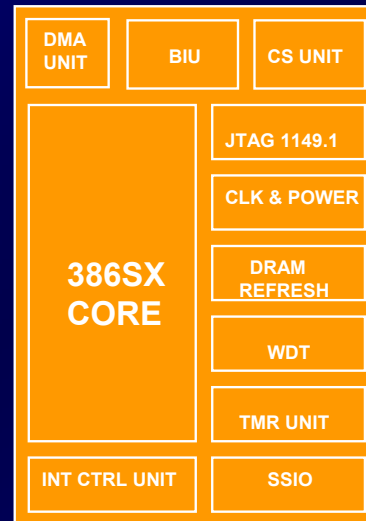
OBC CPUs Example

Intel 80C186



- 1Mbyte Program Address Range
- 64Kbyte I/O Address Range
- 2 DMA Channels
- 3 Independent 16 bits timers
- 13 Chip Select lines
- 16 MHz System Clock (Max)
- Available 883B screened version
- Flight Proven History 80C186MG

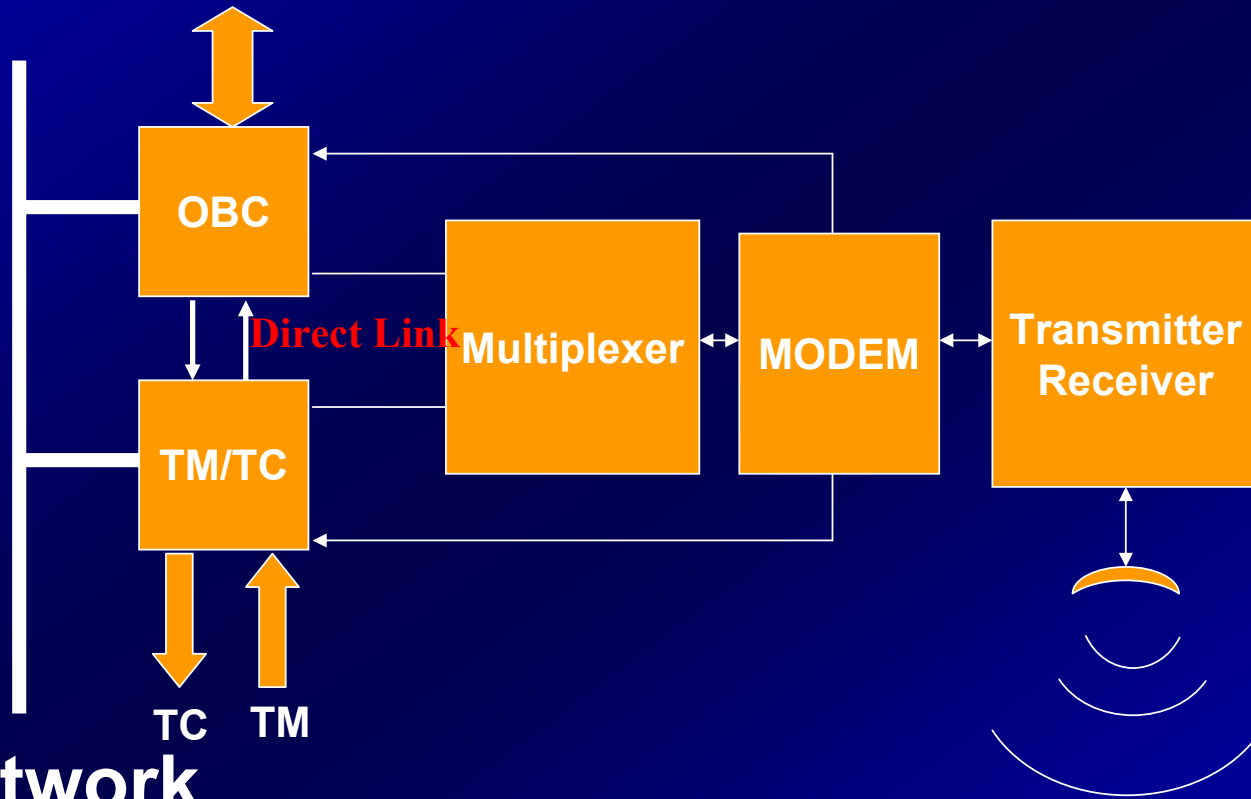
Intel 80386EX



- 64Mbyte Program Address Range
- 64Kbyte I/O Address Range
- 2 DMA Channels
- 3 Independent 16 bits timers
- 8 Chip Select lines
- 25 MHz System Clock (Max)
- Commercial version only (?)
- Flight Unproven device
- Watchdog Timer
- JTAG Boundary Scan Port
- Single channel UART
- Synchronous Serial Channel
- Shared 24 lines I/O pins
- Enhanced DRAM support



Communication Network



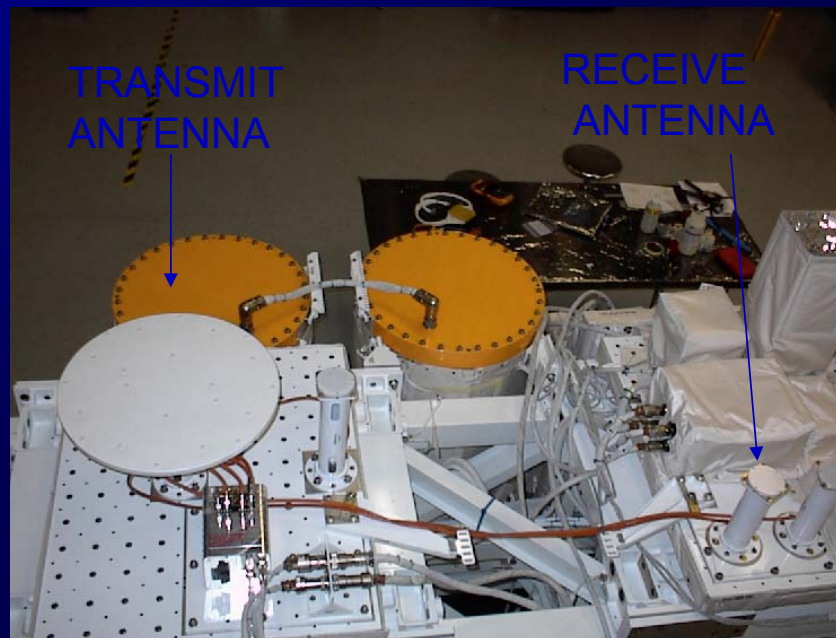
Network

CAN, DASH



Transmitter Receiver

Transceiver



The Communications and Navigation Demonstration On Shuttle (CANDOS)



Telemetry

- ตัวอย่าง Telemetry ของระบบ สื่อสารของ Mars Global Surveyor 1996-11-07



```

_MOT1
-----
MOT1_EXCITER      1      OFF
MOT1_TWNC         0      INHIBIT
MOT1_USO_ENA     0      INHIBIT
MOT1_TLM_MOD      0      OFF
MOT1_RANGING      0      OFF
MOT1_DOR          0      OFF
MOT1_RCVRLCK     1      NO_LOCK

MOT1_RCV_AGC     255    -152.82 dBm
MOT1_RNG_AGC      0      dBm
MOT1_RCV_SPE     117     -3.66 Khz
MOT1_RCV_I       115     0.26 amps
MOT1_EX_RF        8       0.62 dBm

MOT1_AUX_T       96     16.86 degC
MOT1_VCO_T       94     19.39 degC
  
```

```

_MOT2
-----
MOT2_EXCITER      0      ON
MOT2_TWNC         0      INHIBIT
MOT2_USO_ENA     1      ENABLE
MOT2_TLM_MOD      1      ON
MOT2_RANGING      1      ON
MOT2_DOR          0      OFF
MOT2_RCVRLCK     0      IN_LOCK

MOT2_RCV_AGC     174    -131.89 dBm
MOT2_RNG_AGC      84    -130.54 dBm
MOT2_RCV_SPE     120     3.66 Khz
MOT2_RCV_I       114     0.26 amps
MOT2_EX_RF       180     13.53 dBm

MOT2_AUX_T       85     23.83 degC
MOT2_VCO_T       81     24.14 degC
  
```

```

_TWTA1
-----
TWTA1_FILMNT     0      OFF
TWTA1_HV         0      ON

TWTA1_HLX_I      0      -0.04 mAmps
TWTA1_ANOD_V     0    -1005.00 volts

TWT1_T           206     17.27 degC
EPC1_T           156     12.15 degC
RF_ISOLTR1_T    209     15.56 degC
  
```

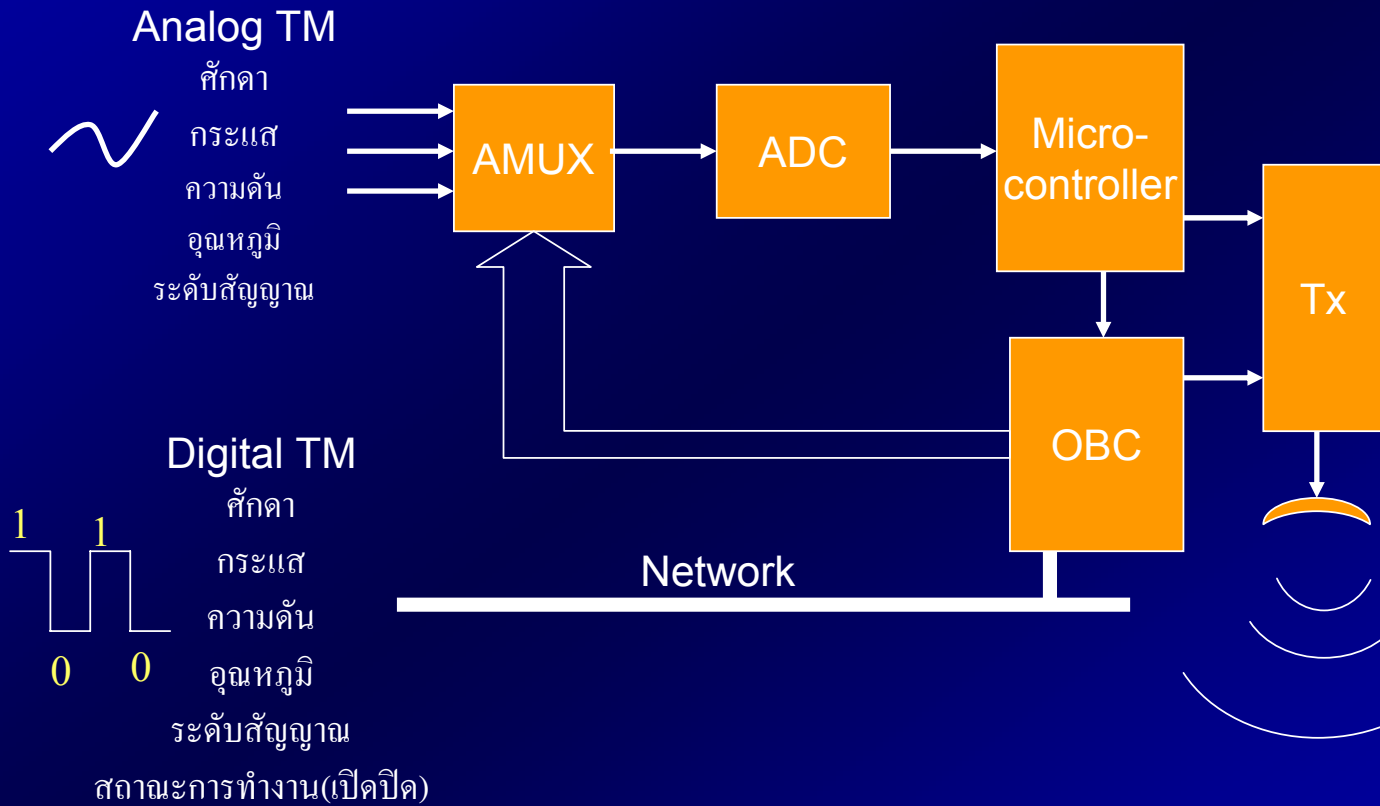
```

_TWTA2
-----
TWTA2_FILMNT     1      ON
TWTA2_HV         0      ON

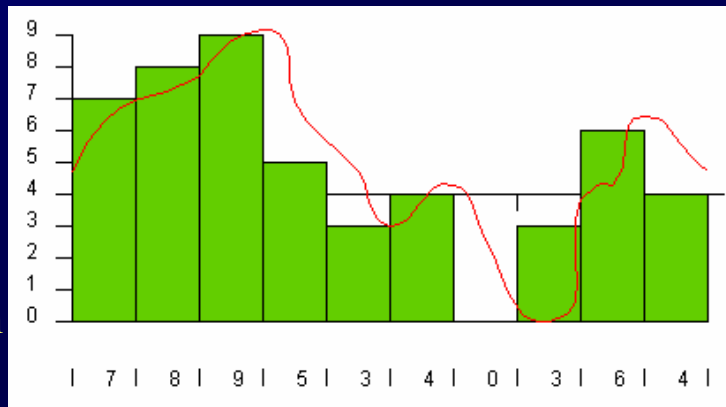
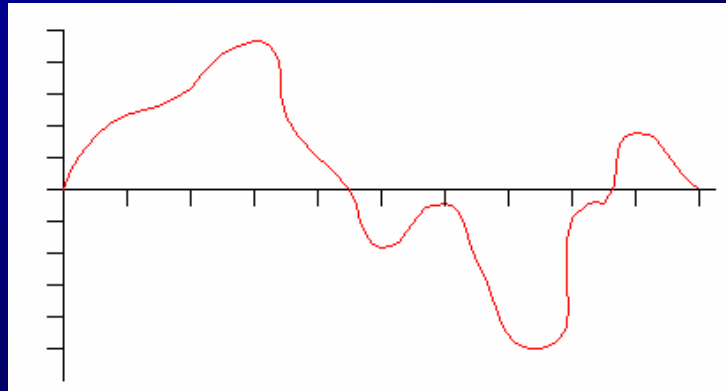
TWTA2_HLX_I     41      0.77 mAmps
TWTA2_ANOD_V    65    -858.00 volts

TWT2_T           195     22.53 degC
EPC2_T           142     18.07 degC
RF_ISOLTR2_T    203     18.85 degC
  
```

Telemetry



Telemetry



Analog
To
Digital
Conversion

0111 1000 1001 0101 0011 0100 0000

Analog Digital

0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010



Telemetry

- Asynchronous Data format

Packet TM

Sync sequence

Address

Data

Frame counter

CRC



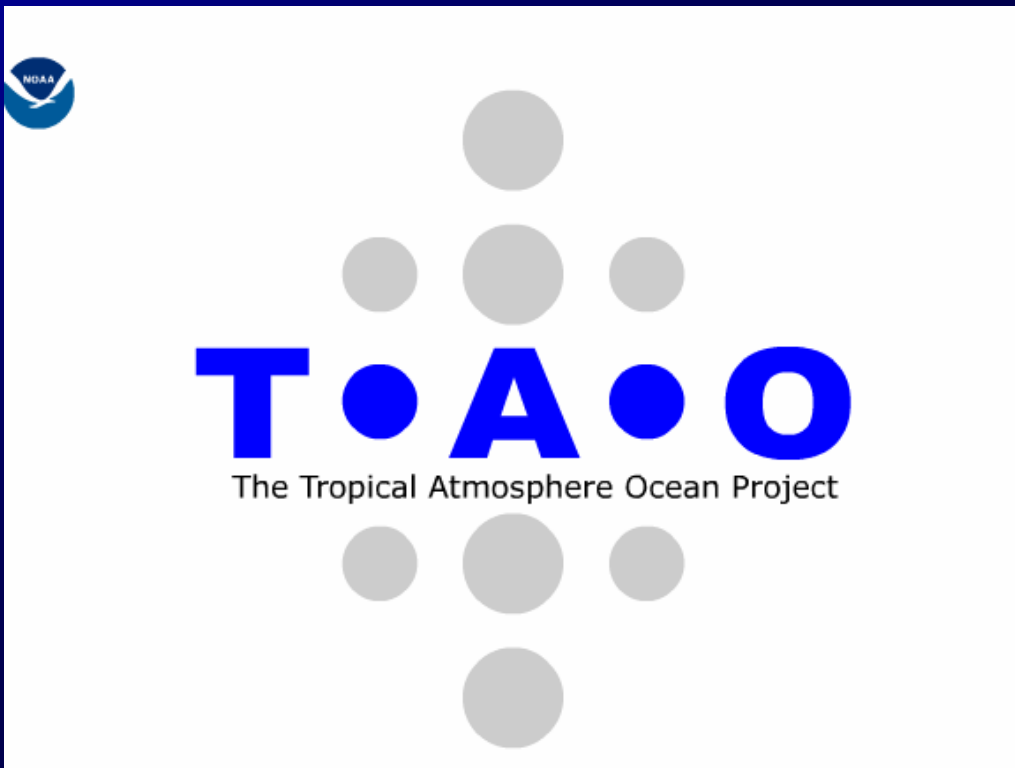
Telemetry



- การตรวจวัดติดตามระยะไกล

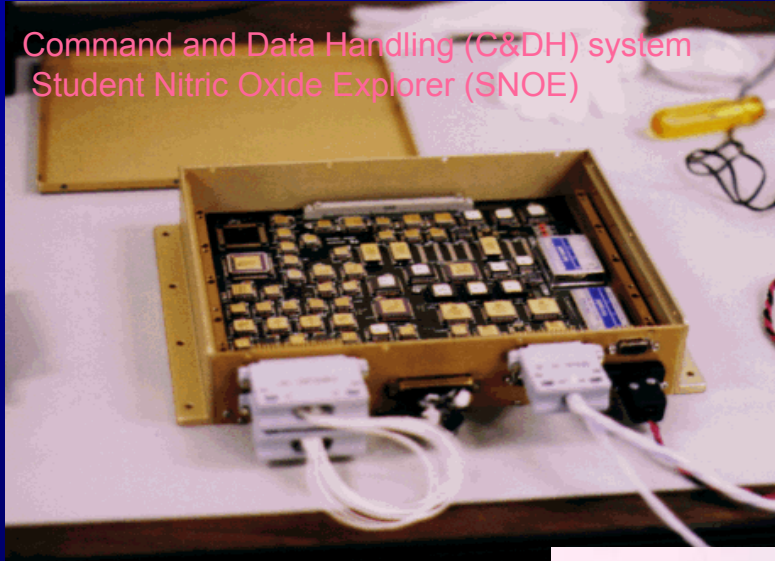


Telemetry

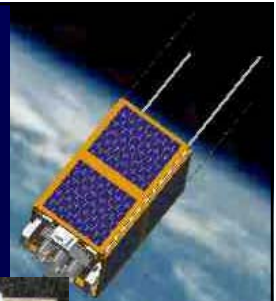


Telecommand

Command and Data Handling (C&DH) system
Student Nitric Oxide Explorer (SNOE)



**CCSDS TMTC
digital module for
the CNES micro-
satellites**

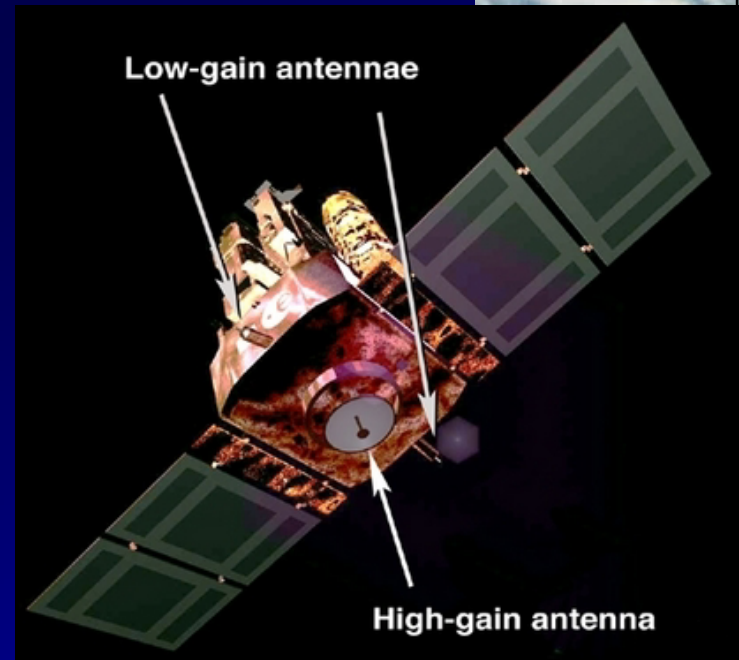


Telecommand



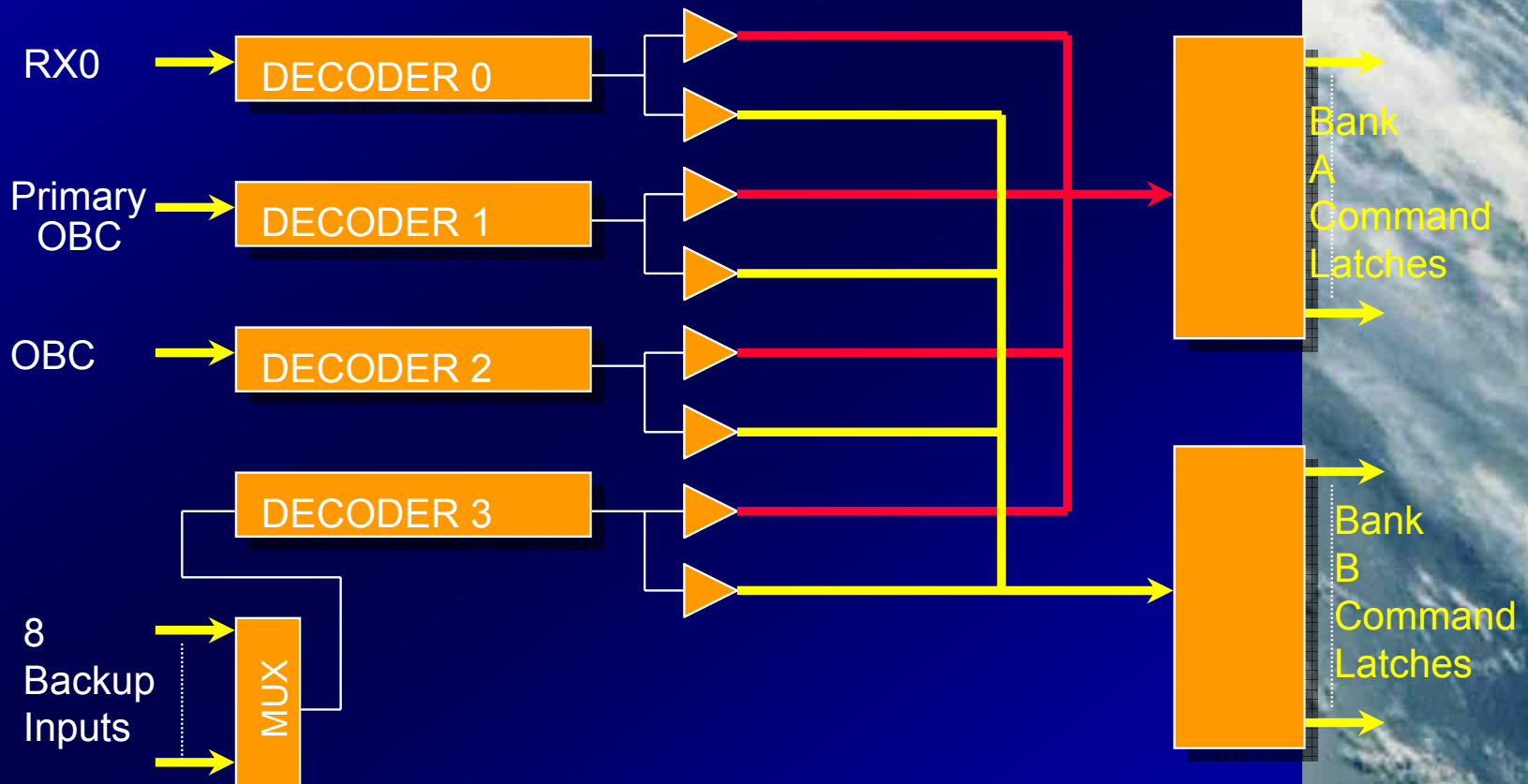
● Command Receiver

- » ความปลอดภัย (ความลับ)
- » สามารถสั่งงานได้ทุกภาวะและทิศทาง
- » มีช่องทางสื่อสารได้หลายช่องทาง
 - สภาวะปกติ
 - สภาวะไม่ปกติ
- » สามารถสั่งงานโมดูลต่างๆได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม
- » มีระบบสำรอง
- » มีความน่าเชื่อถือสูง



Telecommand

Telecommand Block Diagram



Telecommand

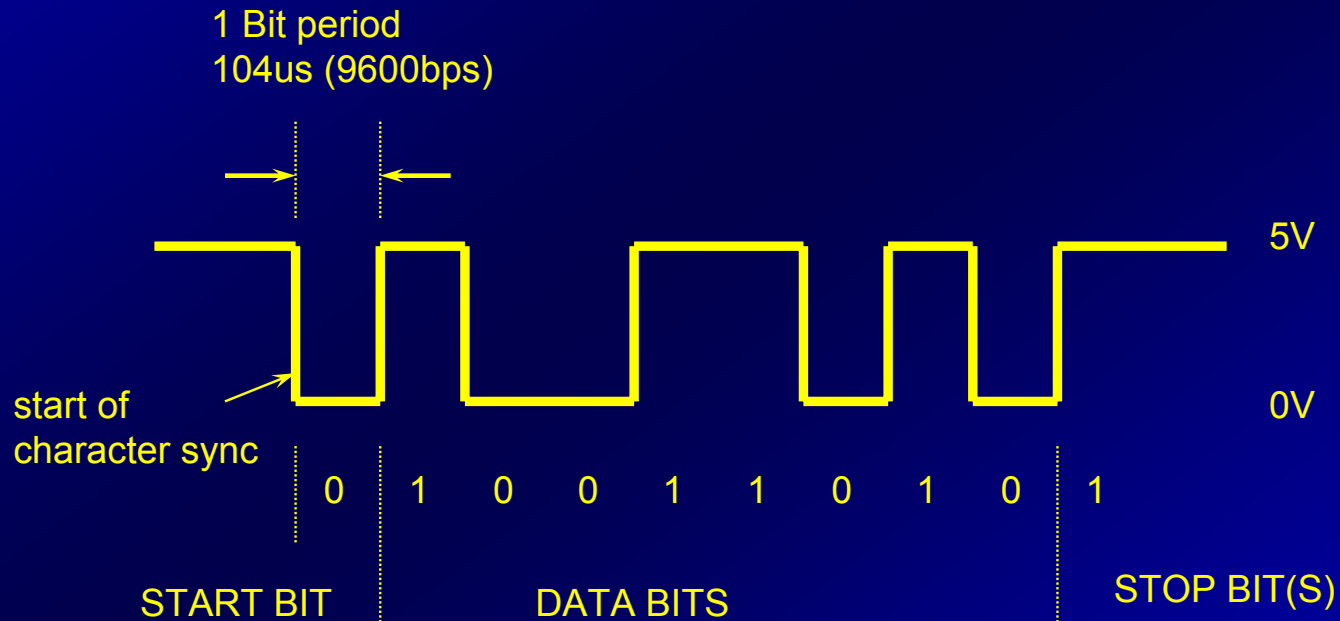
● Example

- » เปิด-ปิด Transmitter
- » หมุนโซล่าเซลล์เข้าหาดวงอาทิตย์
- » เปลี่ยนความเร็ว Momentum wheel
- » เปลี่ยนช่องความถี่วิทยุสื่อสาร
- » เปลี่ยนกำลังส่งวิทยุ
- » ถ่ายรูป



Telecommand

Asynchronous Data



Data bits = 59hex = ASCII 'Y'



Telecommand

Telecommand Format

- Decoded by microcontroller OR FPGA
- Each decoder has a watchdog circuit
- Uplink format uses asynchronous characters

