

memoria técnica

picosatélite con transpondedor lineal

marzo/2017

contenido

| | |
|---------------|------------------------------------|
| 166.01 | informe diseño |
| 166.02 | presupuestos |
| 166.04 | estructura |
| 166.06 | transpondedor |
| 166.07 | antena |
| 166.13 | resistencia de carga óptima |
| 166.99 | estado del proyecto |

166.01 informe diseño

| | | |
|--|-----------|-------|
| TRANSPONDER PARA PICOSATÉLITE INFORME DE DISEÑO | 166.01 E4 | |
| | 11/MAR17 | 1 / 7 |

INTRODUCCIÓN

Este documento recopila ideas, datos e hipótesis utilizadas durante el planeamiento de una unidad de comunicaciones para un picosatelite.

CONTENIDO

| | |
|--|---|
| REFERENCIAS..... | 1 |
| REQUISITOS..... | 1 |
| REQUISITOS DE TELECOMANDO/TELEMEDIDA..... | 3 |
| REQUISITOS DE ACTIVACIÓN DEL TRANSMISOR..... | 3 |
| FILOSOFIA DE MODELOS..... | 4 |
| DEGRADACIÓN PROGRESIVA..... | 5 |
| ANÁLISIS TÉRMICO..... | 5 |
| TEST PLAN..... | 6 |
| TEST PROCEDURE..... | 6 |
| NOMENCLATURA..... | 6 |
| NOTAS..... | 7 |

REFERENCIAS

| REF | DOCUMENTO | FECHA | REV |
|-----|----------------------------------|-------|-----|
| 1 | análisis de potencia generada 1P | TBC | 1 |
| 2 | análisis de potencia generada 2P | TBC | 1 |

REQUISITOS

La siguiente lista resume los requisitos genéricos que ha de cumplir el sistema completo. Estos requisitos podrían modificarse a medida que se dispongan de análisis más detallados.

MISIÓN

- el desarrollo del sistema ha de ser un proceso lúdico y didáctico
- Los costes de lanzamiento son reducidos para las dimensiones P1, P2, U1.
- Las funcionalidades se han de implementar usando el menor volumen posible.
- La capacidad de generación de energía es limitada. Se ha de buscar el compromiso entre sencillez de la estación de tierra y tamaño del satélite.
- Establecer una política de activación del transmisor que permita aumentar la disponibilidad.
- El satélite tiene un interruptor maestro que queda pulsado durante el lanzamiento. El interruptor regresa a posición reposo (electricamente cerrado) al ser expulsado. El satélite ha de permanecer en reposo durante la primera hora de funcionamiento: (transmisor apagado)
- El circuito transmisor ha de quedar activo si la CPU falla durante la misión. La señal de activación es una señal AC.
- El modo FM es muy popular y reduce el equipo necesario para operar satélites.
- El uso de un transponder lineal permite la operación en CW/SSB
 - por varias estaciones simultáneamente
 - Utilizando menos ancho de banda que en FM y por tanto menos potencia para garantizar el contacto.
- Sería deseable disponer de un sistema de telecomando usando un terminal cualquiera de usuario.

| | | |
|--|-----------|-------|
| TRANSPONDER PARA PICOSATÉLITE INFORME DE DISEÑO | 166.01 E4 | |
| | 11/MAR17 | 2 / 7 |

TEMPERATURA

- el rango de temperaturas de almacenamiento es de -TBC a +TBC
- el rango de temperaturas de funcionamiento es de TMIN=-TBC a TMAX=+TBC. La temperatura nominal de funcionamiento es de TNOM=25degC.
- Las temperaturas de calificación de las unidades y sistema completo es de TMIN-15degC y TMAX+15degC
- Las temperatura del sistema esta referida a un lugar denominado Punto Referencia de Temperatura. Conocida la temperatura en este punto (via telemetria), se conoce la temperatura en cualquier punto del sistema (obtenida previamente por analisis o ensayo).
- La CPU puede realizar una diagnosis del sistema evaluando la temperaturas de las unidades.

FUNCIONALIDAD

- El modo transponder FM es el mas popular entre los usuarios de satélite. Los esfuerzos han de ir orientados a implementar un sistema usando, al menos, este modo.
- Por facilidad operativa de la estación de tierra (compensado doppler) se prefiere subida en VHF y bajada en UHF.
- Para economizar consumo, se ha de prever un mecanismo de activación del transponder.
- Se desea que los telecomandos hacia el satélite se puedan realizar desde un walky-talky. Los telecomandos no han de ser reenviados por el downlink para evitar que personas no autorizadas los graben y envíen de nuevo.
- Implementar si es posible algún mecanismo de "rolling-code".

REQUISITOS ELECTRICOS

- Por su bajo peso y alta densidad se prevee usar baterias Litio.
- Las distintas unidades del sistema están conectadas una línea común de alimentación (denominado bus primario).
- Típicamente la tensión de salida varia entre TBD y TBD voltios.
- Se ha de prever un limitador de corriente (fusible rearmable, limitador de corriente, etc) para manejar la condición de cortocircuito producido por ejemplo, un latch-up en un circuito integrado.

UNIDAD

- todas las líneas eléctricas de entrada y/o salida han de estar limitadas en banda para evitar generar interferencias (filtro RC)
- La corriente consumida por la unidad ha de estar limitada (TBC).

ORBITA

- Se realizará un análisis de orbita del satélite para prever en que condiciones operarán las antenas. Usar los resultados en el análisis Link Budget

REQUISITOS DE TELECOMANDO/TELEMEDIDA

Mecanismo de telemetria:

- Basado en una baliza periódica
- Informa del estado de las unidades del sistema.
- Identificación periódica del satélite

| | | |
|--|-----------|-------|
| TRANSPONDER PARA PICOSATÉLITE INFORME DE DISEÑO | 166.01 E4 | |
| | 11/MAR17 | 3 / 7 |

- Indicación a las estaciones de tierra que el satélite esta operativo, esta en linea de contacto.
- la identificación podria ser en telegrafia modulada en FM o SSB, dependiendo del modo preferido de uso.

Mecanismo de telecomando:

- bits codificados en ASK-OOK y detectados con el medidor de potencia en el canal de subida (usado tambien como squelch).
- la estación de tierra, los bits se codifican activando el PTT (OOK) y transmitiendo en FM sin modular (compatible con un walky), a un ritmo de 1 bits por segundo
- alternativamente, para poder enviar telecomandos en el hueco de una conversación, la velocidad será 50bit/s (un paquete de 24 bits por segundo si se usa codificacion manchester)
- estructura del telecomando: "121212XXYYZZ", siendo 121212 la cabecera, XX el parametro, YY el valor y ZZ una suma de comprobación incluyendo cabecera.
- Una vez recibido y procesado el telecomando, la baliza puede utilizarse como confirmación de recepción y eco del valor registrado.
- si no se recibe un telecomando cada X días, proceder a un reset del sistema

REQUISITOS DE ACTIVACIÓN DEL TRANSMISOR

Para una gestión de energia mas eficiente, es posible establecer uno o varios criterios para la activación del transmisor:

NIVEL DE BATERIA

- transmisor inhabilitado si $VBAT < E1$
- transmisor habilitado si $VBAT > E2$

nota: si bateria en fin de vida, entender como aplica esta regla.

CIRCUITO SQUELCH

- un watimetro mide la potencia de las señales en el canal ascendente
- transmisor apagado si $POTENCIA < E3$
- transmisor encendido si $POTENCIA > E4$
- NOTAS: nivel de potencia medido sobre la señal de IF o sobre nivel de audio demodulado.
- IDEA: Usar el nivel de potencia necesario para llevar el paso final al 25% de su potencia máxima (nivel de excitación de una estación SSB)

Si un mecanismo de telecomando esta disponible, entonces:

- Se pueden implementar varias políticas y seleccionar las deseadas
- se podrian establecer remotamente los niveles E1/E2/E3/E4 o sus márgenes permitidos si se autocalculan.

FILOSOFIA DE MODELOS

Se proponen cuatro modelos equivalentes en diferentes aspectos del sistema completo:

- AM: modelo funcional

| | | |
|--|-----------|-------|
| TRANSPONDER PARA PICOSATÉLITE INFORME DE DISEÑO | 166.01 E4 | |
| | 11/MAR17 | 4 / 7 |

Tiene toda la funcionalidad del sistema completo, pero no es representativo a nivel eléctrico o mecánico. Este modelo permite verificar los conceptos a implementar, descartar soluciones y afinar los requerimientos de las unidades que no se ajustan a los requerimientos de la misión.

- EM: modelo eléctrico
Es representativo del circuito eléctrico de vuelo, aunque no utiliza componentes de calidad de vuelo. Puede no ser representativo mecánicamente si se usa un prototipo elegante EBB. Puede utilizarse para ensayos de calificación (rango de exigencia extendido) térmicos, de vacío, eléctricos,...
- SM: modelo estructural
Representativo de las dimensiones, materiales, peso de sistema a ser lanzado. Permite detectar de forma temprana no cumplimientos, interferencias entre unidades. Puede ser representativo para ensayos de calificación (rango de exigencia extendido) de vibrado, térmico, etc..
- FM: modelo vuelo
Unidad que finalmente volará. Puede utilizarse para ensayos de validación (rango de exigencia reducido) del tipo térmicos, de vacío, eléctricos,...

La filosofía de modelos a nivel unidad es

- Para el modelo funcional se preve usar un transceptor modular de FM del tipo VHF XXX y UHF XXX.
- El modelo EM será un prototipo donde se valide la solución propuesta, y se verifiquen los interfaces con otras unidades: alimentación, control y antena. Será sometido a una campaña completa de ensayos eléctricos. En caso de mal funcionamiento de la unidad de vuelo, podría ser utilizado para diagnóstico de fallos.
- El modelo estructural ha de servir para validar la posición de los conectores y cableado entre unidades. De especial interés resulta la conexión a la antena.
- El modelo FM, idéntico eléctricamente al modelo EM, se construirá de acuerdo al espacio disponible en la plataforma. Será sometido a una campaña reducida de ensayos eléctricos, para validar su correcta integración.

DEGRADACIÓN PROGRESIVA

el diseño de la unidad se ha realizado pensando en prolongar la vida útil del satélite aun fallando elementos.

si estropea la CPU

desaparece la baliza

pero el TX queda permanentemente activado

el usuario detecta presencia satélite por nivel ruido receptor

si se estropea el RX o la antena de RX

el TX debe permanecer activado

la CPU envía balizas

si estropea la CPU y el RX

el usuario detecta presencia satélite por la desaparición del nivel ruido receptor

<la única misión del satélite es ver el tiempo de vida de N paneles solares>

si se estropea la batería

el transponder ha de seguir funcionando con potencia reducida

si se estropea el TX

perdida total del satélite

estudiar: se podría tener un mecanismo auxiliar de transmisión

| | | |
|--|-----------|-------|
| TRANSPONDER PARA PICOSATÉLITE INFORME DE DISEÑO | 166.01 E4 | |
| | 11/MAR17 | 5 / 7 |

una baliza luminica
un circuito de baliza independiente
si se estropean uno,dos o mas paneles solares
<estudiar>
si se estropea antena TX
perdida mision
<falta añadir componentes que eviten la propagación de fallos>

ANALISIS TÉRMICO

analisis de como evacua el calor el transistor de potencia.
el encapsulado SMD permite evacuar por conducción el calor
dibujar la columna de resistencias térmicas entre puntos del sistema, y la temperatura en cada punto

TEST PLAN

condiciones:

- Para todo el rango de tensiones de bateria: 3..4.2
- solo paneles y sin bateria (con ciclos nosol-sol-nosol)
- con los paneles en EOL y sin bateria
- con un panel menos iluminado sin bateria (corriente entrada<salida !!)
- Para tres puntos de temperatura. TMIN TNOM TMAX
- con/sin CPU

medir:

- ganancia de conversión
- potencia de salida P1dB
- potencia de saturación
- factor de ruido conversión
- tension salida detector versus potencia entrada
- corrientes en los transistores
- disipación térmica paso final (en vacio?)
- estabilidad en frecuencia
- arranque de los osciladores (crítico con la temperatura)
- nivel minimo para decodificar una trama de TXOFF

falta especificar las verificaciones a realizar despues de campaña de ensayos ambientales
falta especificar el interfaces de entrada durante ensayos: antena, sma,...

TEST PROCEDURE

NMENCLATURA

TBC to be confirmed
TBD to be defined
EM electrical model
FM flight model
XTAL cristal de cuarzo

| | | |
|--|-----------|-------|
| TRANSPONDER PARA PICOSATÉLITE INFORME DE DISEÑO | 166.01 E4 | |
| | 11/MAR17 | 6 / 7 |

UL uplink
DL downlink
MPPT maximum power point tracker
EOL end of life

NOTAS

166.02 presupuestos

= PRESUPUESTOS
10/marzo/2017

== POWER BUDGET

Estudio de la energia consumida:

RX

- * el receptor esta compuesto por 7 transistores con igual corriente
- * el receptor esta permanentemente encendido
- * el consumo es de 26mW si la corriente es de un miliamperio
- * como transistor de alta frecuencia he preseleccionado el transistor INFINEON BFR181 por su gran GBW con pequeñas corrientes.

CPU

- * el procesador consume 2mA como promedio

TX

- * el transmisor esta compuesto por 4 transistores con igual corriente
- * un driver: $\text{potencia}_{\text{salida}} = \text{potencia}_{\text{pasofinal}} - 10\text{dB}$
- * un paso final: ganancia estimada 10dB, potencia > +20dBm
- * la potencia radiada podria llegar a ser 130mW (21.1dBm) con 20dBm en FM a 500km el SNR es de 26dB (NF=0)

COMPROMISOS

- * los paneles generan 307mW en un satellite tipo P1
- * se ajusta la potencia consumida exactamente a la generada.
- * la bateria se utiliza únicamente para la zona de eclipse.

DUDAS

- * cual ha de ser el consumo (pico) del satellite? igual o superior a la potencia generada por las placas?
- ** si es superior: vida del satellite igual a vida de las baterias
- ** si es igual: el sat funciona sin bateria, pero iluminado
- * buscar la potencia generada por células solares end-of-life
- ** si VCC=4.2 como varian las potencias consumidas?
- ** la tension nominal es 4.2V en sol, y 3.7 en eclipse?

== GAIN BUDGET

es mejor ampli+fil+ampli que fil+ampli+ampli para evitar oscilaciones
sabiendo la IP3 del NE602, calcular la distorsion generada por dos portadoras
SSB

la distorsion maxima permitida serian -12..15dBc

ne602 IIP3=-13dBm OIP3=+5dBm NF@45M=5dB VDC>4.5V IDC=2.4mA

LINK BUDGET

== BAJADA EN VHF O EN UHF

La superficie del satellite limita la capacidad de recolectar energia. esto establece un compromiso entre potencia del transmisor y tiempo de servicio, es decir, velocidad de descarga de la bateria.

A igual potencia de transmisor, resulta que hacer el downlink en VHF tiene 9DB menos de perdidas que en UHF. Esto queda ligeramente compensado por la menor ganancia de la antena de VhF frente a la de UHF: 8 vs 11dB.

El efecto combinado da como resultado que la potencia recibida en tierra, y conecuentemente, la relacion señal/ruido en VHF es 6dB mayor que en UHF.

O dicho de otro modo, para igual SNR, la potencia del TX puede ser 4 veces mas pequeña en VHF.

Para un picosatelite con capacidad limitada de recolección de energía usar VHF permite un transmisor mas pequeño y un tiempo mas largo de transmisión.

Desafortunadamente, la operatividad se reduce al complicarse el compensado doppler.

== CONTROL DE GANANCIA

El satellite pasa de estar a 1500km en el horizonte, a estar a 500km en el zenith. Esto supone un incremento de 9dB del nivel de señal recibida. Para evitar la saturación de la última etapa del transmisor, se ha de compensar la ganancia en algun punto:

- en un circuito AGC en el transponder
- el usuario disminuye de 5W a 500mW manualmente al ver que el nivel de señal recibido aumenta una unidad S.

Por simplicidad, se opta por esta segunda opción.

== RUIDO ANTENA

tomado del analisis de DIEGO:

antena UHF apuntando al cielo, temperatura=15K

antena VHF apuntado a la tierra, temperatura=300K

== TERMINAL DE TIERRA DE REFERENCIA

<http://baofeng.es/walkie-talkies/baofeng-uv-5r.html> (30eur!!)

TRANSMISOR P=4W o 1W

RECEPCION 0.2uV con 12dB SINAD (hay que traducir a NF)

conexion antena-receptor: 1 metro RG58 (hay cosas mejores, solo es un peor caso)
+ 1 conector SMA (0.1dB pérdidas)

== SNR EN FM

Suponemos ruido blanco. En la peor configuración: 1500km, downlink en UHF, modo FM con BW12kHz, la SNR es de 24dB.

Reducir la potencia a unos razonables 250mW o 125mW da como resultado SNR de 21 y 18dB respectivamente. Este es el margen que se disponemos para jugar con la duración de la batería.

== SNR en SSB

Al usar 4 veces menos ancho de banda la SSB que la FM, la SNR resultante es 6dB superior. Esto permite tener 4 portadoras usando un cuarto de la potencia disponible, resultando una SNR igual al caso de FM.

== LINK BUDGET

el transponder UHF>VHF investigado inicialmente se descarta.

aunque se consigue mejorar el SNR en 10dB por las menores pérdidas

de propagación, la dificultad de ajuste manual de la frecuencia de TX por efecto doppler hace descartar esta opción

==

la estación en tierra dispone de

un transmisor de 5W y dos antenas YAGI VHF/3EL=8dBi y UHF/9EL=11dBi

la potencia del paso final del transponder es +24dBm/200mW (TBC)

el budget se calcula para este nivel de potencia objetivo

la ganancia del transponder es 117dB
la ganancia de los dos dipolos del satélite es $2+2=4$ dB
el atenuador tiene un rango de actuación de 20dB

la ganancia del transponder es suficiente para garantizar un SNR suficiente en modo FM cuando el satélite está en el horizonte: 1500km.

pero el operador trabaja constantemente con 5W en todo el rango de distancias (1500..5000km). esto supone un incremento de señal de hasta 10dB

un operador descuidado podría activar el transponder con 50W.
en la distancia mas cercana, supone un incremento de señal de hasta 20dB

se introduce un circuito AGC y una etapa atenuadora de 0..20dB para ajustar la potencia del transmisor y absorber las variaciones en la potencia de señal de entrada del satélite.

un operador trabajando con potencia reducida, no llegará a activar el circuito de AGC.

el AGC se implementa digitalmente. la CPU lee cada 1segundo (TBC) el nivel de potencia en el ancho de banda definida por el filtro de cristal y ajusta convenientemente un paso atenuador.

POWER BUDGET PICOSATELITE EN ORBITA POLAR 11OCT2016

| POTENCIA ENTRADA | | 1P | 2P | 1U | |
|--------------------------|------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|
| PERIODO | min | 90 | 90 | 90 | |
| %Tiempo sol | % | 66 | 66 | 66 | una hora |
| %Tiempo sombra | % | 33 | 33 | 33 | |
| AREA CARA | cm2 | 4.7 | 4.7 | 9.84 | |
| eficiencia célula | | 0.785 | 0.785 | 0.785 | |
| | m2 | 0.00037 | 0.00037 | 0.00077 | |
| POTENCIA SOL | W/m2 | 1000 | 1000 | 1000 | |
| POTENCIA PANEL | W | 0.369 | 0.369 | 2.400 | 2.4 maaaal |
| CARAS ILUMINADAS | | 1.25 | 2.25 | 1.5 | justificar |
| Potencia disponible | W | 0.461 | 0.830 | 3.600 | |
| eficiencia punto trabajo | | 0.667 | 0.667 | 0.667 | justificar |
| Potencia disponible | W | 0.307 | 0.553 | 2.400 | |
| Iout@MPPT4V2 | mA | 0.073 | 0.132 | 0.571 | corriente típica salida MPPT |
| potencia media 1 orbita | W | 0.203 | 0.365 | 1.584 | |
| energia media | Wh | 0.135 | 0.244 | 1.056 | |
| | mWh | 135 | 244 | 1056 | |

POTENCIA SALIDA

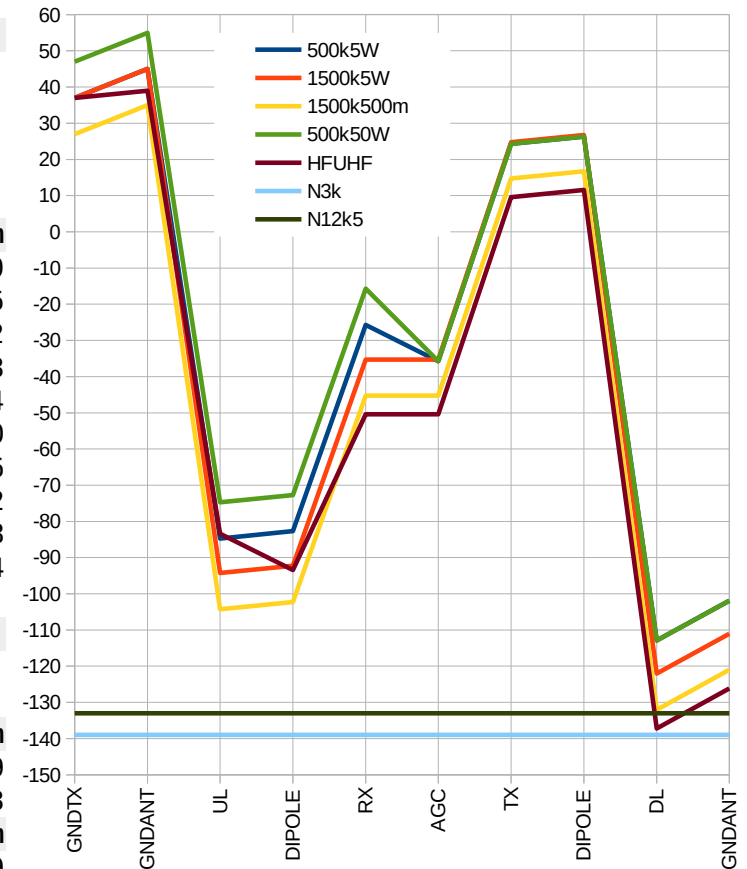
| | | | | | |
|---------------------------|-----|--------|-------|-------|-----------------------|
| transmisor | mW | 500 | 500 | 500 | Pant=250mW |
| receptor y no esenciales | mW | 375 | 375 | 375 | |
| control esencial | mW | 125 | 125 | 125 | |
| P modo SATON | mW | 1000 | 1000 | 1000 | |
| P modo SATOFF | mW | 125 | 125 | 125 | |
| BATERIA | V | 3.7 | 3.7 | 3.7 | |
| BATERIA | mAh | 570 | 1140 | 3000 | |
| | mWh | 2109 | 4218 | 11100 | |
| eficiencia carga | % | 90 | 90 | 90 | |
| t carga 0 a 100% SATOFF | h | 15.6 | 17.3 | 10.5 | falta consumo control |
| t descarga 100 a 0% SATON | h | 2.109 | 4.218 | 11.1 | |
| 100 al 50% | h | 1.0545 | 2.109 | 5.55 | |

YAGI 3EL=8dBi : 9EL=11dBi

levels refered to output

SNR referido a ruido termico únicamente

| CASE | 500k5W | | 1500k5W | | 1500k500m | | 500k50W | | HFUHF | | | |
|---------|--------|-------|---------|-------|-----------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|
| path/km | 500 | | 1500 | | 1500 | | 500 | | 1500 | | | |
| UL/MHz | 146 | | 146 | | 146 | | 146 | | 21 | | | |
| loss/dB | -130 | | -139 | | -139 | | -130 | | -122 | | | |
| DL/MHz | 436 | | 436 | | 436 | | 436 | | 436 | | | |
| loss/dB | -139 | | -149 | | -149 | | -139 | | -149 | | | |
| STAGE | G/dB | P/dBm | G/dB | P/dBm | G/dB | P/dBm | G/dB | P/dBm | G/dB | P/dBm | S | dBm |
| GNDTX | | 37 | | 37 | | 27 | | 47 | | 37 | 9 | -70 |
| GNDANT | 8 | 45 | 8 | 45 | 8 | 35 | 8 | 55 | 2 | 39 | 8 | -76 |
| UL | -130 | -85 | -139 | -94 | -139 | -104 | -130 | -75 | -122 | -83 | 7 | -82 |
| DIPOLE | 2 | -83 | 2 | -92 | 2 | -102 | 2 | -73 | -10 | -93 | 6 | -88 |
| RX | 57 | -26 | 57 | -35 | 57 | -45 | 57 | -16 | 43 | -50 | 5 | -94 |
| AGC | -10 | -36 | 0 | -35 | 0 | -45 | -20 | -36 | 0 | -50 | 4 | -100 |
| TX | 60 | 24 | 60 | 25 | 60 | 15 | 60 | 24 | 60 | 10 | 3 | -106 |
| DIPOLE | 2 | 26 | 2 | 27 | 2 | 17 | 2 | 26 | 2 | 12 | 2 | -112 |
| DL | -139 | -113 | -149 | -122 | -149 | -132 | -139 | -113 | -149 | -137 | 1 | -118 |
| GNDANT | 11 | -102 | 11 | -111 | 11 | -121 | 11 | -102 | 11 | -126 | 0 | -124 |
| GNDRX | | | | | | | | | | | | |
| STAGE | P/mW | | P/mW | | P/mW | | P/mW | | P/mW | | | |
| GNDTX | 5012 | | 5012 | | 501 | | 50119 | | 5012 | | | |
| TX | 269 | | 299 | | 30 | | 269 | | 9 | | | |
| SAT | SNR/dB | | SNR/dB | | SNR/dB | | SNR/dB | | SNR/dB | | BW/Hz | N/dBm |
| SSB | 57 | | 47 | | 37 | | 67 | | 46 | | 3000 | -139 |
| FM | 50 | | 41 | | 31 | | 60 | | 40 | | 12500 | -133 |
| GROUND | SNR/dB | | SNR/dB | | SNR/dB | | SNR/dB | | SNR/dB | | BW/Hz | N/dBm |
| SSB | 37 | | 28 | | 18 | | 37 | | 13 | | 3000 | -139 |
| FM | 31 | | 22 | | 12 | | 31 | | 7 | | 12500 | -133 |
| JT65 | 69 | | 60 | | 50 | | 69 | | 45 | | 2 | -171 |



| V>U | G dB | P dBm | P mW | Z0 ohm | V mVpp | I mAp |
|---------------|---------|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| ENTRADA | | -93.0 | 0.00 | 50 | 0.01 | 0.00 |
| preselector | -1.0 | -94.0 | 0.00 | 50 | 0.01 | 0.00 |
| LNA | 18.0 | -76.0 | 0.00 | 50 | 0.10 | 0.00 |
| mezclador | 18.0 | -58.0 | 0.00 | 1500 | 4.36 | 0.00 ne602 |
| adapta | 0.0 | -58.0 | 0.00 | 1500 | 4.36 | 0.00 |
| fil 21.4M 15k | -5.0 | -63.0 | 0.00 | 1500 | 2.45 | 0.00 |
| adapta | 0.0 | -63.0 | 0.00 | 50 | 0.45 | 0.00 |
| amplificador | 18.0 | -45.0 | 0.00 | 50 | 3.56 | 0.04 |
| amplificador | 18.0 | -27.0 | 0.00 | 1500 | 155 | 0.05 |
| mezclador | 18.0 | -9.0 | 0.13 | 1500 | 1229 | 0.41 ne602 |
| amplificador | 18.0 | 9.0 | 7.94 | 50 | 1783 | 17.8 |
| amplificador | 18.0 | 27.0 | 501.19 | 50 | 14161 | 141.6 |
| antena | | | | | | |

Gtot 120

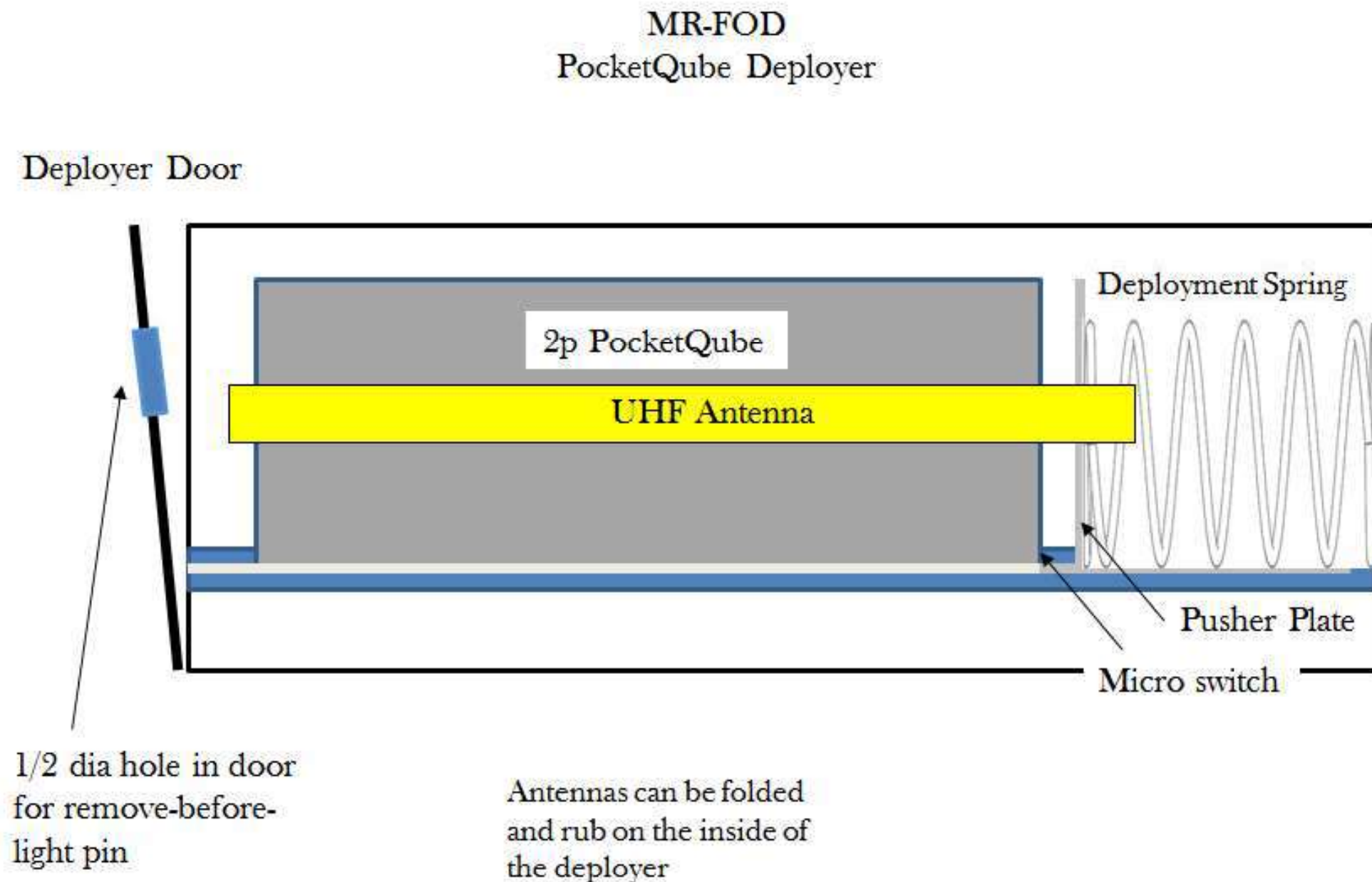
es mejor ampli+fil+ampli que fil+ampli+ampli para evitar oscilaciones
sabiendo la IP3 del NE602, calcular la distorsion generada por dos portadoras SSB
la distorsion maxima permitida serian -12..15dBc
ne602 IIP3=-13dBm OIP3=+5dBm NF@45M=5dB VDC>4.5V IDC=2.4mA

| | | | |
|-----|-----|-------|---------|
| UL | 146 | | |
| IF | 70 | | |
| DL | 437 | | |
| L01 | 76 | L01/3 | 25.3333 |
| L02 | 367 | L02/3 | 122.333 |

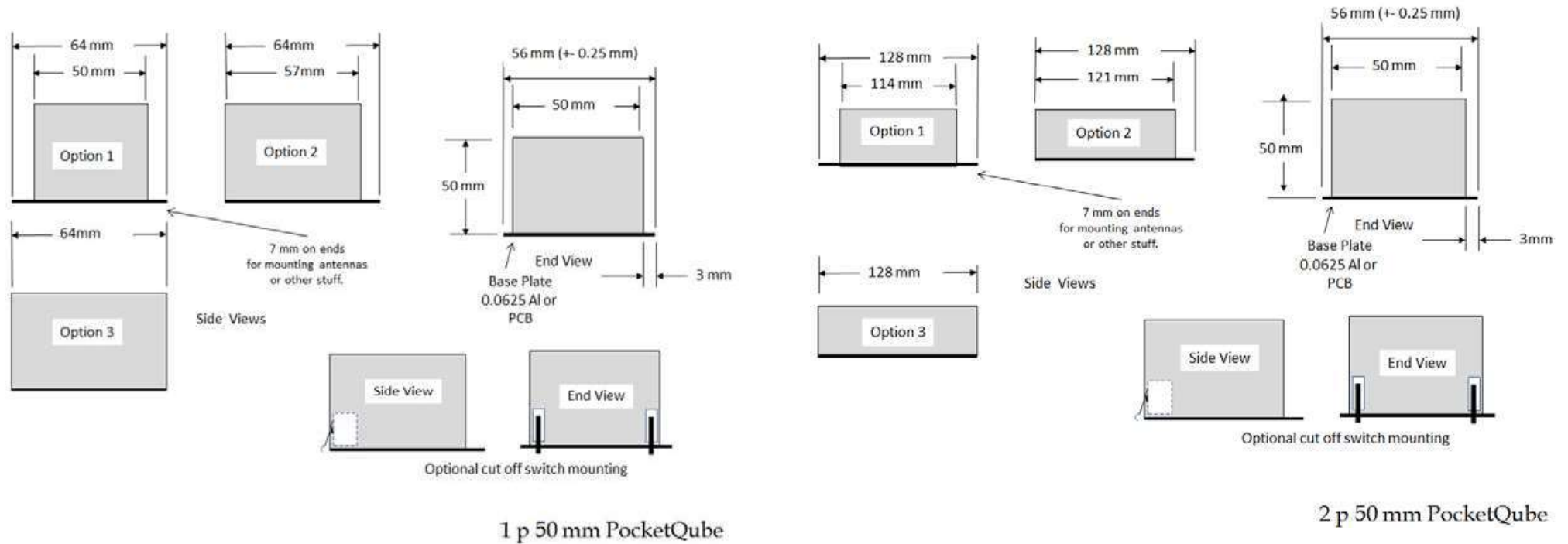
| | L0 | RF | FL01 | FRF | FIF | UNBAL | BAL | DOBBAL |
|------------|------|----|------|-----|---------|-------|------|--------|
| RF IF ISO | 0 | 1 | 76 | 146 | 146 | x | x | |
| 2RF | 0 | 2 | 76 | 146 | 292 | x | supr | supr |
| 3RF | 0 | 3 | 76 | 146 | 438 | x | x | |
| | 1 | -3 | 76 | 146 | -362 | x | x | x |
| | 1 | -2 | 76 | 146 | -216 | x | supr | supr |
| L0-RF | 1 | -1 | 76 | 146 | -70 | x | x | x |
| 1L0 IF ISO | 1 | 0 | 76 | 146 | 76 | x | supr | supr |
| L0+RF | 1 | 1 | 76 | 146 | 222 | x | x | x |
| | 1 | 2 | 76 | 146 | 368 | x | supr | supr |
| | 1 | 3 | 76 | 146 | 514 | x | x | x |
| | 2 | -3 | 76 | 146 | -286 | x | x | supr |
| | 2 | -2 | 76 | 146 | -140 | x | supr | supr |
| | 2 | -1 | 76 | 146 | 6 | x | x | supr |
| 2L0 | 2 | 0 | 76 | 146 | 152 | x | supr | supr |
| | 2 | 1 | 76 | 146 | 298 | x | x | supr |
| | 2 | 2 | 76 | 146 | 444 | x | supr | supr |
| | 2 | 3 | 76 | 146 | 590 | x | x | supr |
| | 3 | -3 | 76 | 146 | -210 | x | x | x |
| | 3 | -2 | 76 | 146 | -64 | x | supr | supr |
| | 3 | -1 | 76 | 146 | 82 | x | x | x |
| 3L0 | 3 | 0 | 76 | 146 | 228 | x | supr | supr |
| | 3 | 1 | 76 | 146 | 374 | x | x | x |
| | 3 | 2 | 76 | 146 | 520 | x | supr | supr |
| | 3 | 3 | 76 | 146 | 666 | x | x | x |
| | 0.33 | -3 | 76 | 146 | -412.92 | | | |
| | 0.33 | -2 | 76 | 146 | -266.92 | | | |
| | 0.33 | -1 | 76 | 146 | -120.92 | | | |
| | 0.33 | 0 | 76 | 146 | 25.08 | | | |
| | 0.33 | 1 | 76 | 146 | 171.08 | | | |
| | 0.33 | 2 | 76 | 146 | 317.08 | | | |
| | 0.33 | 3 | 76 | 146 | 463.08 | | | |
| | 0.33 | -3 | 76 | 146 | -412.92 | | | |
| | 0.66 | -2 | 76 | 146 | -241.84 | | | |
| | 0.66 | -1 | 76 | 146 | -95.84 | | | |
| | 0.66 | 0 | 76 | 146 | 50.16 | | | |
| | 0.66 | 1 | 76 | 146 | 196.16 | | | |
| | 0.66 | 2 | 76 | 146 | 342.16 | | | |
| | 0.66 | 3 | 76 | 146 | 488.16 | | | |

| | L0 | IF | FL02 | FIF | FRF | UNBAL | BAL | DOBBAL |
|------------|------|----|------|-----|-------|-------|------|--------|
| RF IF ISO | 0 | 1 | 25 | 4 | 4 | x | x | |
| 2RF | 0 | 2 | 25 | 4 | 8 | x | supr | supr |
| 3RF | 0 | 3 | 25 | 4 | 12 | x | x | |
| | 1 | -3 | 25 | 4 | 13 | x | x | x |
| | 1 | -2 | 25 | 4 | 17 | x | supr | supr |
| L0-RF | 1 | -1 | 25 | 4 | 21 | x | x | x |
| 1L0 IF ISO | 1 | 0 | 25 | 4 | 25 | x | supr | supr |
| L0+RF | 1 | 1 | 25 | 4 | 29 | x | x | x |
| | 1 | 2 | 25 | 4 | 33 | x | supr | supr |
| | 1 | 3 | 25 | 4 | 37 | x | x | x |
| | 2 | -3 | 25 | 4 | 38 | x | x | supr |
| | 2 | -2 | 25 | 4 | 42 | x | supr | supr |
| | 2 | -1 | 25 | 4 | 46 | x | x | supr |
| 2L0 | 2 | 0 | 25 | 4 | 50 | x | supr | supr |
| | 2 | 1 | 25 | 4 | 54 | x | x | supr |
| | 2 | 2 | 25 | 4 | 58 | x | supr | supr |
| | 2 | 3 | 25 | 4 | 62 | x | x | supr |
| | 3 | -3 | 25 | 4 | 63 | x | x | x |
| | 3 | -2 | 25 | 4 | 67 | x | supr | supr |
| | 3 | -1 | 25 | 4 | 71 | x | x | x |
| 3L0 | 3 | 0 | 25 | 4 | 75 | x | supr | supr |
| | 3 | 1 | 25 | 4 | 79 | x | x | x |
| | 3 | 2 | 25 | 4 | 83 | x | supr | supr |
| | 3 | 3 | 25 | 4 | 87 | x | x | x |
| | 0.33 | -3 | 25 | 4 | -3.75 | | | |
| | 0.33 | -2 | 25 | 4 | 0.25 | | | |
| | 0.33 | -1 | 25 | 4 | 4.25 | | | |
| | 0.33 | 0 | 25 | 4 | 8.25 | | | |
| | 0.33 | 1 | 25 | 4 | 12.25 | | | |
| | 0.33 | 2 | 25 | 4 | 16.25 | | | |
| | 0.33 | 3 | 25 | 4 | 20.25 | | | |
| | 0.33 | -3 | 25 | 4 | -3.75 | | | |
| | 0.66 | -2 | 25 | 4 | 8.5 | | | |
| | 0.66 | -1 | 25 | 4 | 12.5 | | | |
| | 0.66 | 0 | 25 | 4 | 16.5 | | | |
| | 0.66 | 1 | 25 | 4 | 20.5 | | | |
| | 0.66 | 2 | 25 | 4 | 24.5 | | | |
| | 0.66 | 3 | 25 | 4 | 28.5 | | | |

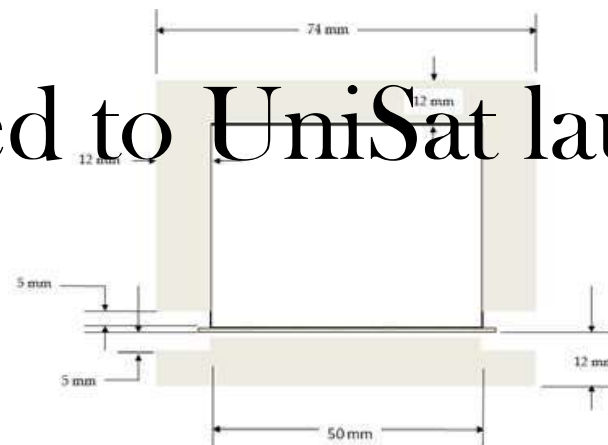
166.04 estructura



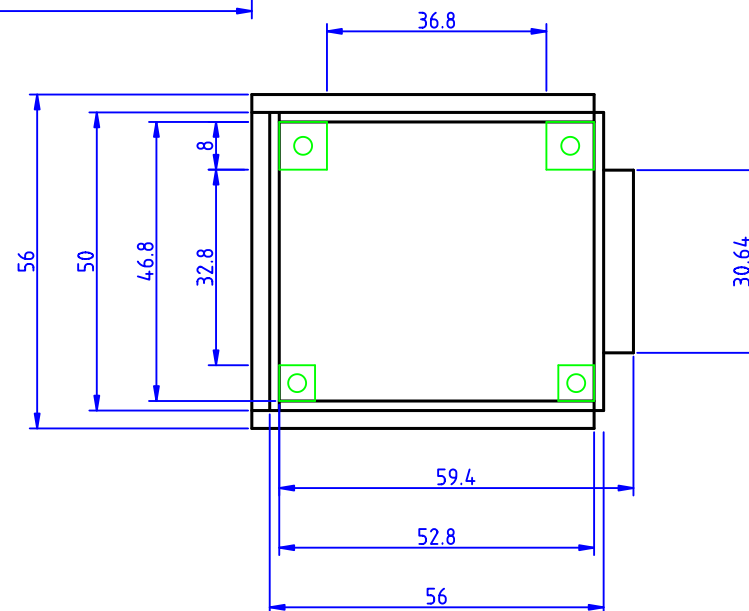
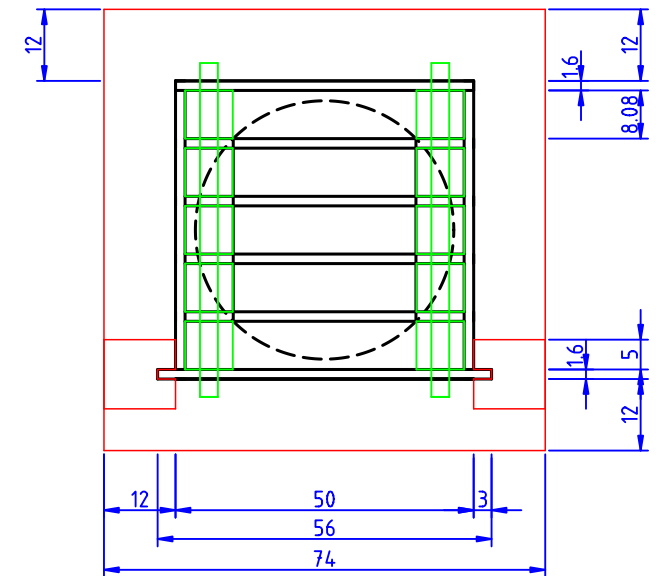
The PocketQube Standard



Presently Limited to UniSat launch on Dnepr



Allowable expansion
around the PocketQube for Deployer



PICOSAT 1P 166.04 29NOV2016

166.06 transpondedor

= 16606 RECEPTOR-TRANSMISOR
10/marzo/2017

== ARQUITECTURA SATELITE

== ARQUITECTURA RECEPTOR-TRANSMISOR

== DATOS MEZCLADORES

el mezclador tiene ganancia.

necesita: 200mVpp en LO, 10mVpp max en RF TBC, IF en alta Z

== INTERFACES ELECTRICOS

| | |
|-----------|--|
| VCC | TENSION DE BATERIA 3..4.2V |
| RX | ENTRADA ANTENA 146M |
| TX | SALIDA ANTENA 437M |
| LEVEL-ASK | potencia de seÑal a la salida del filtro a cristal NIVEL DE TENSION analÃ³gica ENTRE cero y un voltio funciÃ³n: activacion del transmisor o detecciÃ³n telecomando |
| /PTT | nivel lÃ³gico de activaciÃ³n transmisor. OFF=VCC ON=0V envio de baliza+telemidas modulando en CW-00K |
| /F1 | nivel lÃ³gico de modo transponder ON=VCC OFF=0V |
| /F2 | nivel lÃ³gico de modo baliza ON=VCC OFF=0V |

posibles lineas adicionales

| | |
|------------|---|
| /F2 | nivel analogico con seÑal de audio para modular un varicap (no implementada en esquema) |
| HIGH POWER | nivel lÃ³gico de modo BAJA POTENCIA=0V ALTA POTENCIA=VCC (no implementada en esquema) |
| IF 9kHz | salida del detector de FM. es una seÑal de IF centrada en seÑal analÃ³gica de bajo nivel |

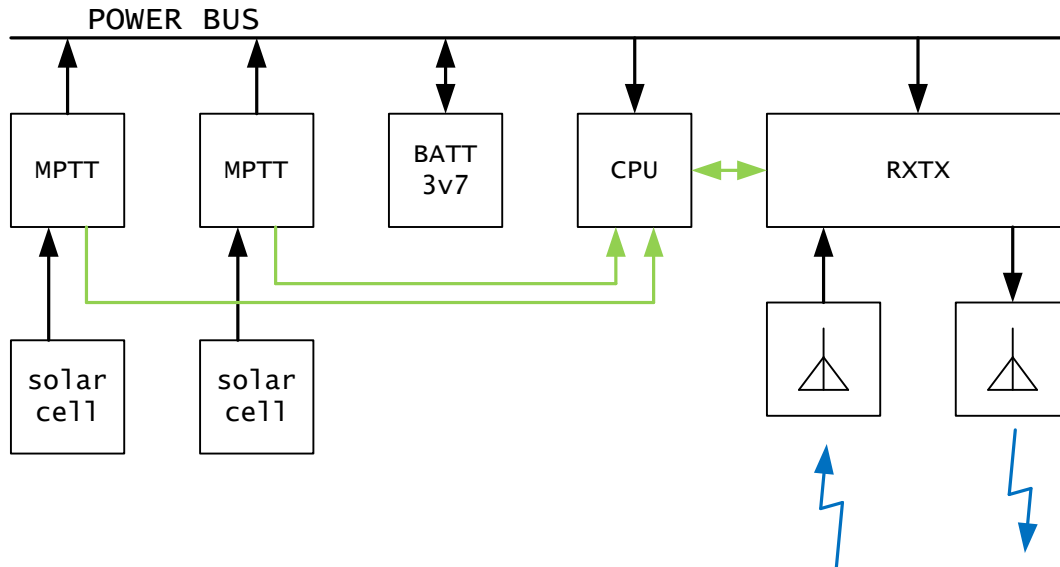
* falta definir conectores

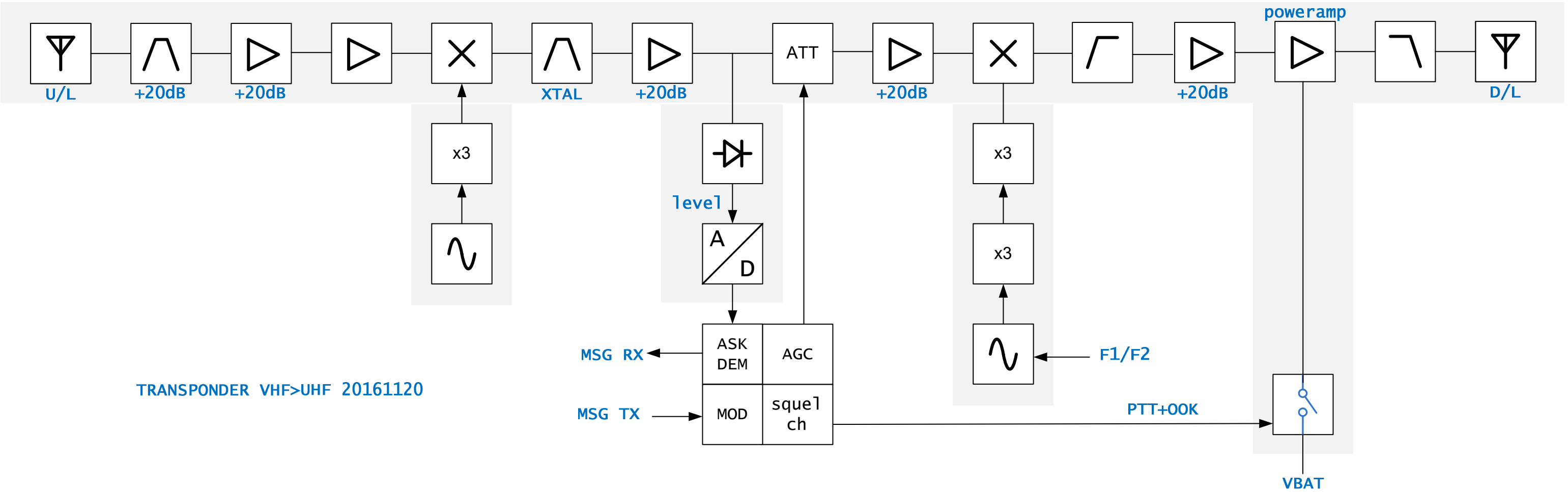
* <limitar BW en cada una de las lÃneas>

== MEZCLAS

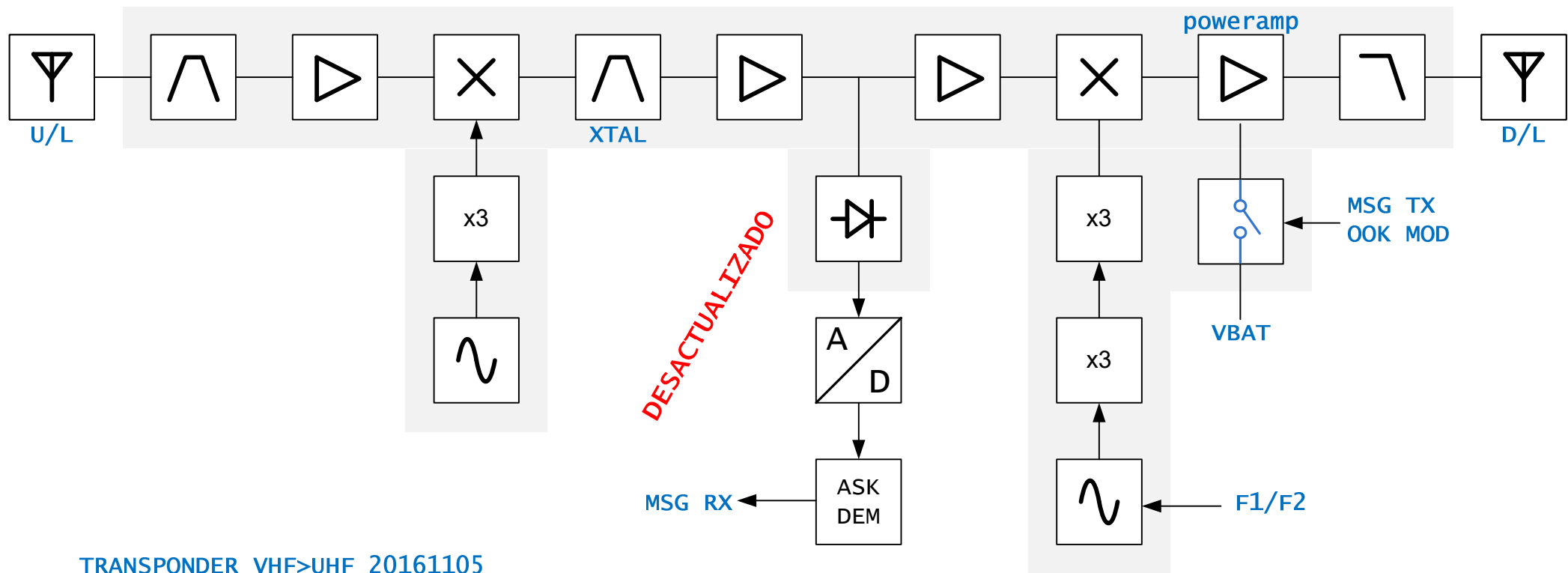
== LISTA MATERIALES

ARQUITECTURA SATELITE

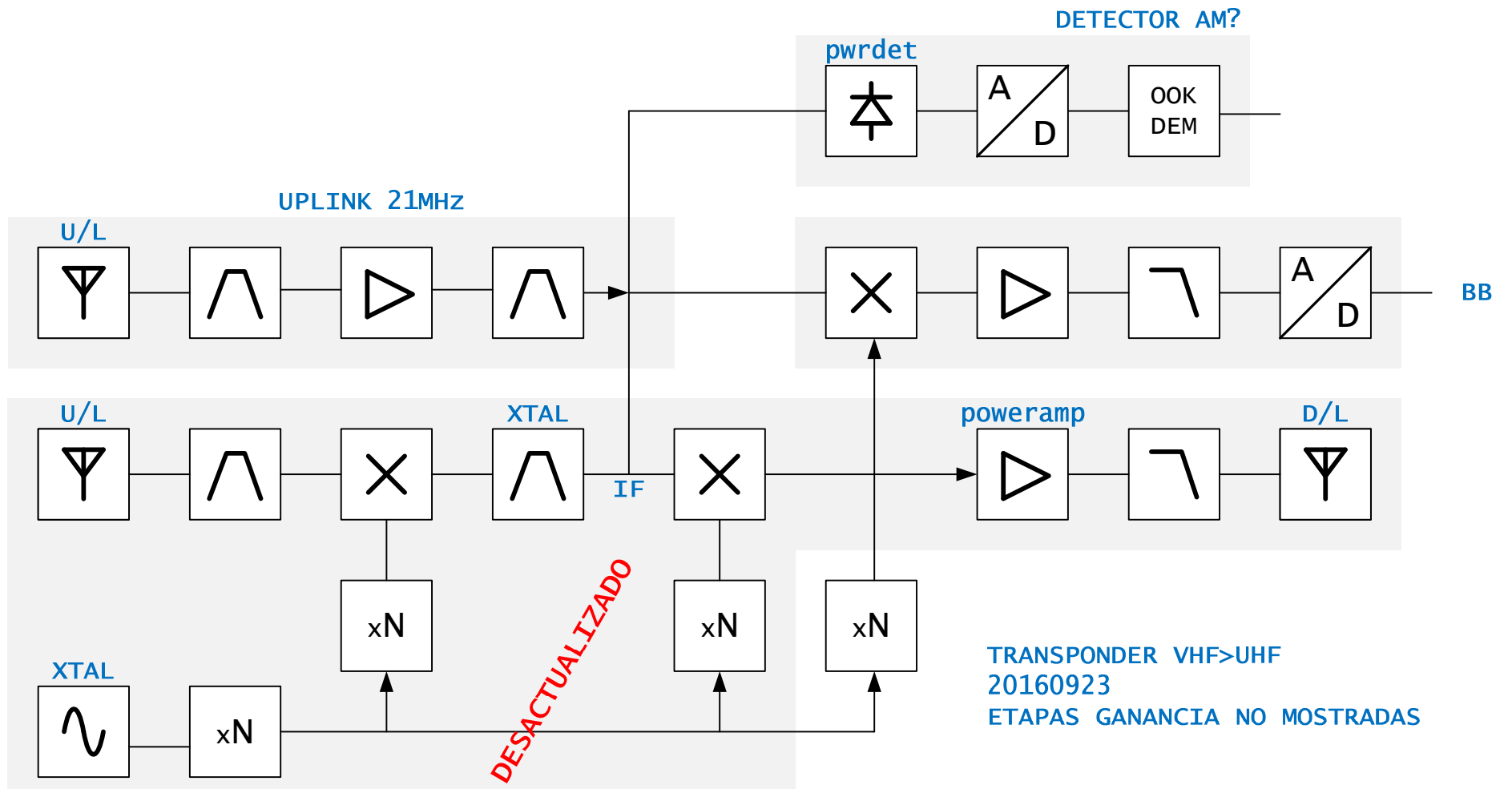


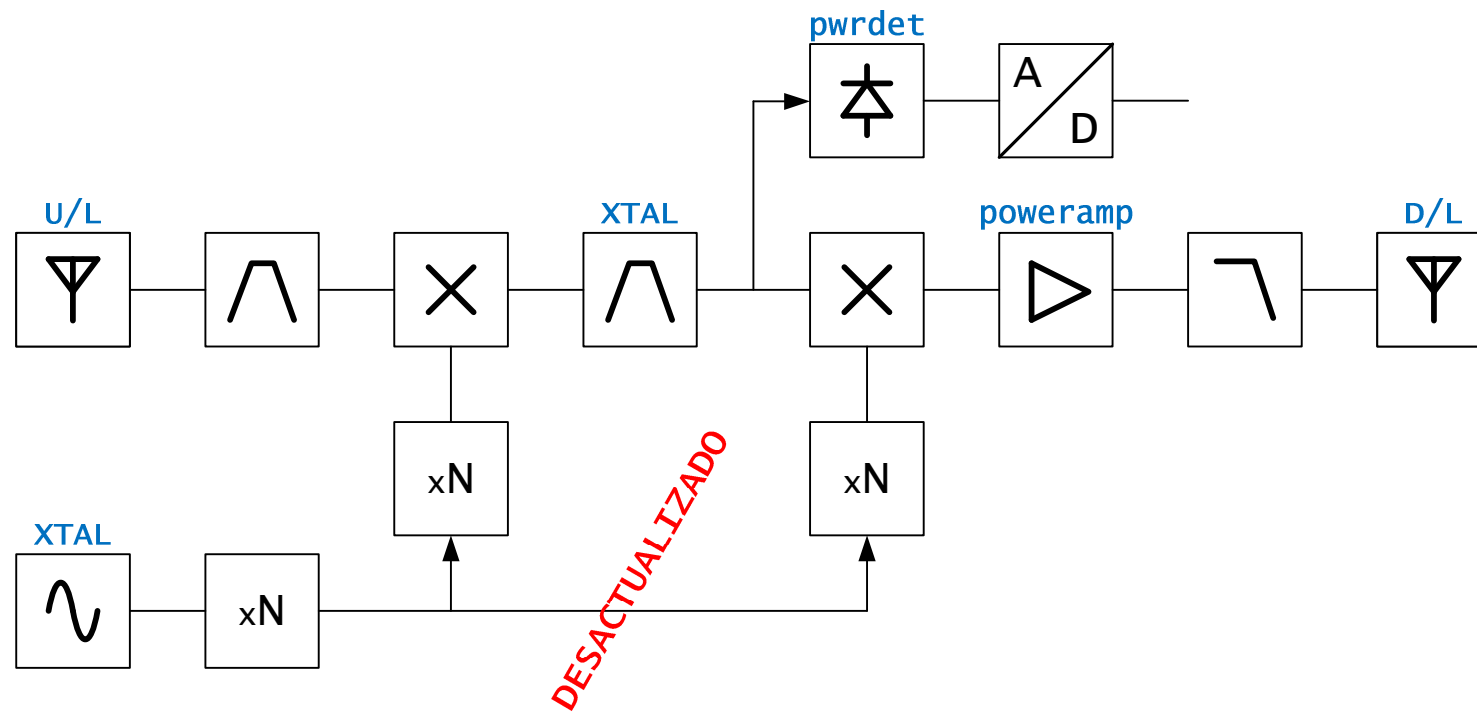


TRANSPONDER VHF>UHF 20161120



TRANSPONDER VHF>UHF 20161105





TRANSPONDER VHF>UHF
201609

ETAPAS GANANCIA NO MOSTRADAS

INSPIRACIÓN: OSCAR 6,7,8

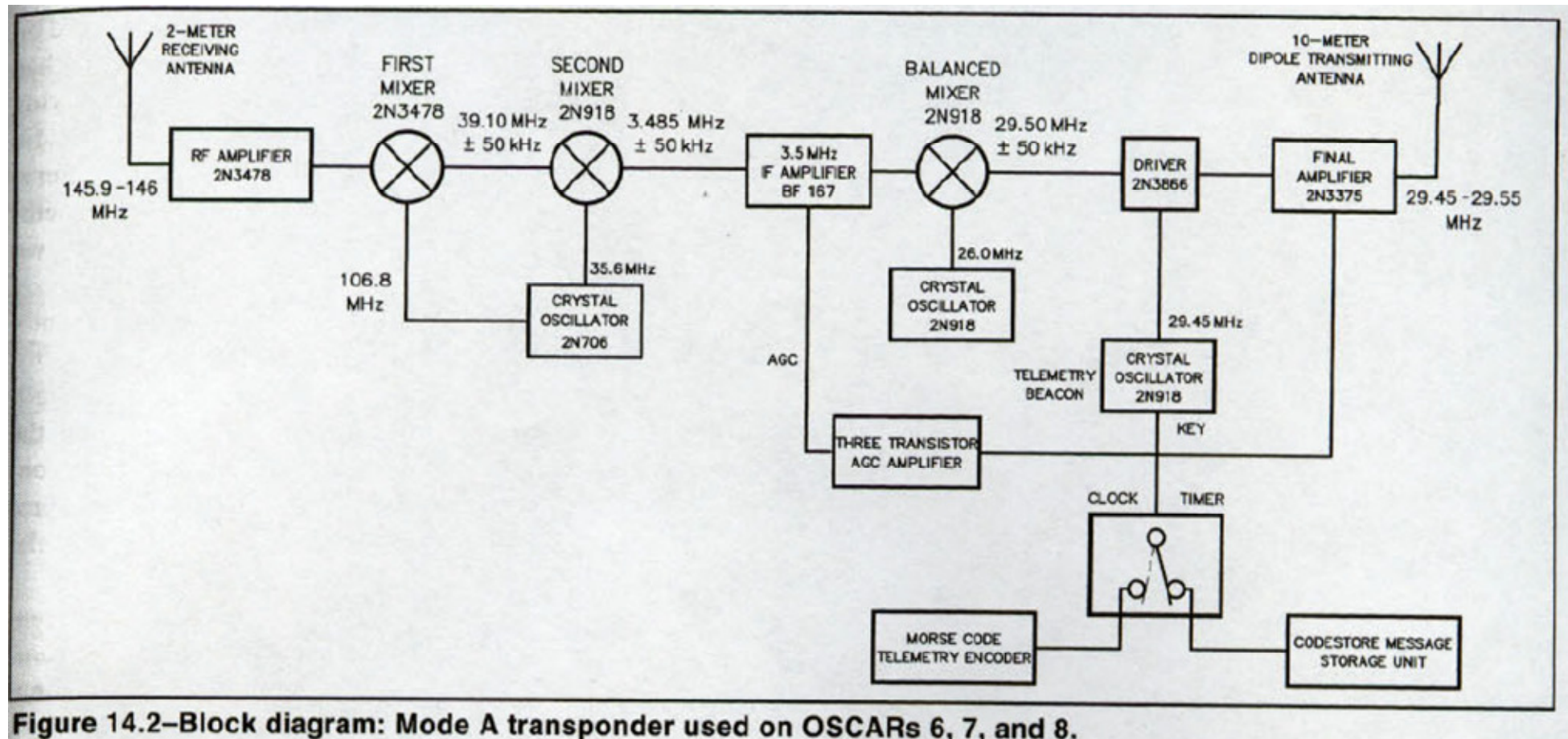
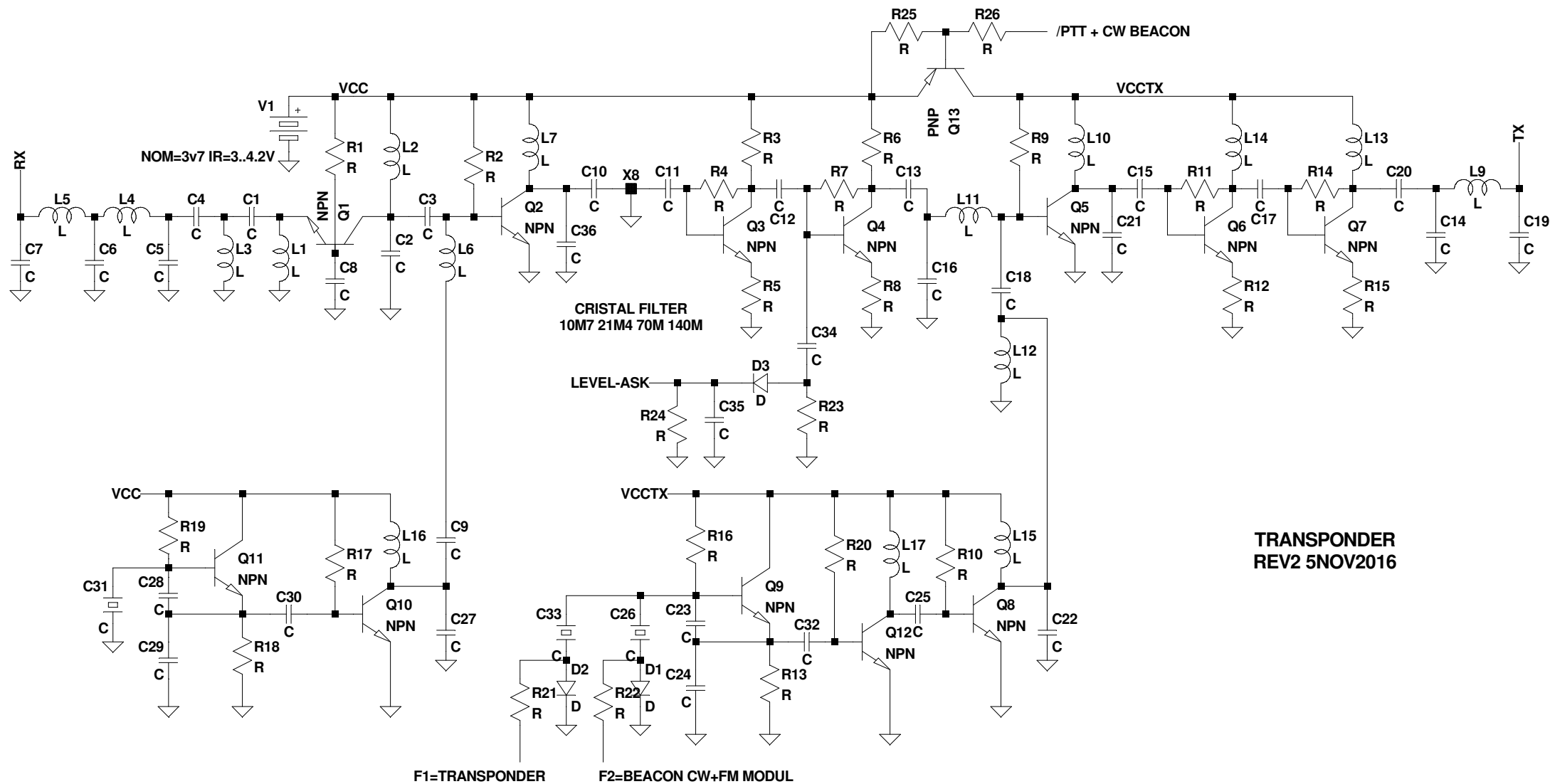


Figure 14.2–Block diagram: Mode A transponder used on OSCARs 6, 7, and 8.





166.07 antenna

MINUTAS REUNION 15/12/16
problemas relacionados con la antena

participantes: EDUARDO, DIEGO
starbucks corteingles calle orense

0) preliminares

- la discusión es válida para cualquier tipo de TX/RX (modulos comerciales o homemade)
- el satellite es un transponder, por lo que transmite y recibe simultaneamente
- hay que aislar el receptor del transmisor, para que el TX no sature al RX
- la discusiones sobre antenas pueden ser infinitas, se opta por la solución mas sencilla/simple
- el servicio a realizar es de aficionado: se sacrifica "disponibilidad" a cambio de sencillez
- no es inconveniente si la antena en un instante pone un nulo hacia la tierra
(seria interesante saber que % del tiempo ocurre esto)
- el satellite no esta estabilizado, gira aleatoriamente 10grados/minuto
- el ajuste de polarización se hace a mano por el operador

1) acomodación mecánica de la antena
(ver plano)

- se supone como punto de partida una estructura de 1P 5x5x5cm
- crecer a 2P supone un incremento de 3dB de potencia radiada pero 10000\$ menos en el bolsillo
- se descarta colocar la antena fuera del volumen de 5x5x5. motivos:
 - * la estructura 1P esta bien definida por el standard
 - * el standard no define bien las dimensiones del lanzador
 - * en teoria se dispone de 12mm a cada lado libres de obstaculos
 - * la antena podria acomodarse (ir plegada) en esa zona
 - * pero en previsión de problemas, se descarta esta solución
- la antena puede ir plegada/atada/... en un panel o en el interior del sat
- ojo: el proyecto QB50 impide usar dispositivos pirotécnicos
(quemar un hilo para desplegar la antena)
- se sacrifica un panel lateral para el soporte de la antena, aunque en la medida de lo posible seria interesante colocar tambien paneles

* es necesario identificar los posibles paneles a usar y sus dimensiones mecánicas

2) tipos de antena

* se identifican 5 tipos de antenas (ver figura)

- dos dipolos separados para cada banda (432 y 144)
 - * polarización TX y RX a 90 grados
 - * Z proxima a 50R
 - * aislamiento espacial (20dB?)
 - * nos ahorramos el duplexor (menos perdidas en TX y RX)
- un unico dipolo resonante para las dos bandas
 - * Z proxima a 50R
 - * solución mas sencilla mecanicamente, pero
 - * polarización TX y RX a 0 grados
 - * perdemos aislamiento espacial
 - * necesitamos un duplexor
- un unico monopolio para las dos bandas
 - * alta Z
 - * solución mas sencilla mecanicamente, pero
 - * polarización TX y RX a 0 grados
 - * perdemos aislamiento espacial

- * necesitamos un duplexor
- * necesitamos una red de adaptacion compleja
- dos monopolos separados para las dos bandas
 - * alta Z
 - * polarizacion TX y RX a 90 grados
 - * aislamiento espacial
 - * no necesitamos un duplexor
 - * necesitamos una red de adaptacion compleja
- antena acortada electricamente
 - <faltan pros/contras>

3) diagramas de radiacion

- * buscar/calcular/evaluar los diagramas de radiacion en cada una de las soluciones
- * usar CST para evaluar el efecto del chasis del satellite en la Z y directividad de la antena
- * ojo: CST arrastra numero de serie dentro de los ficheros, no subir a GITHUB!, solo subir pantallazos
- * evaluar el monopolo en laboratorio puede ser dificil, al estar mal definida la contraantena.
 - es mejor evaluar de forma práctica, colocando el TX y un RX alejados e ir ajustando la antena...
- *

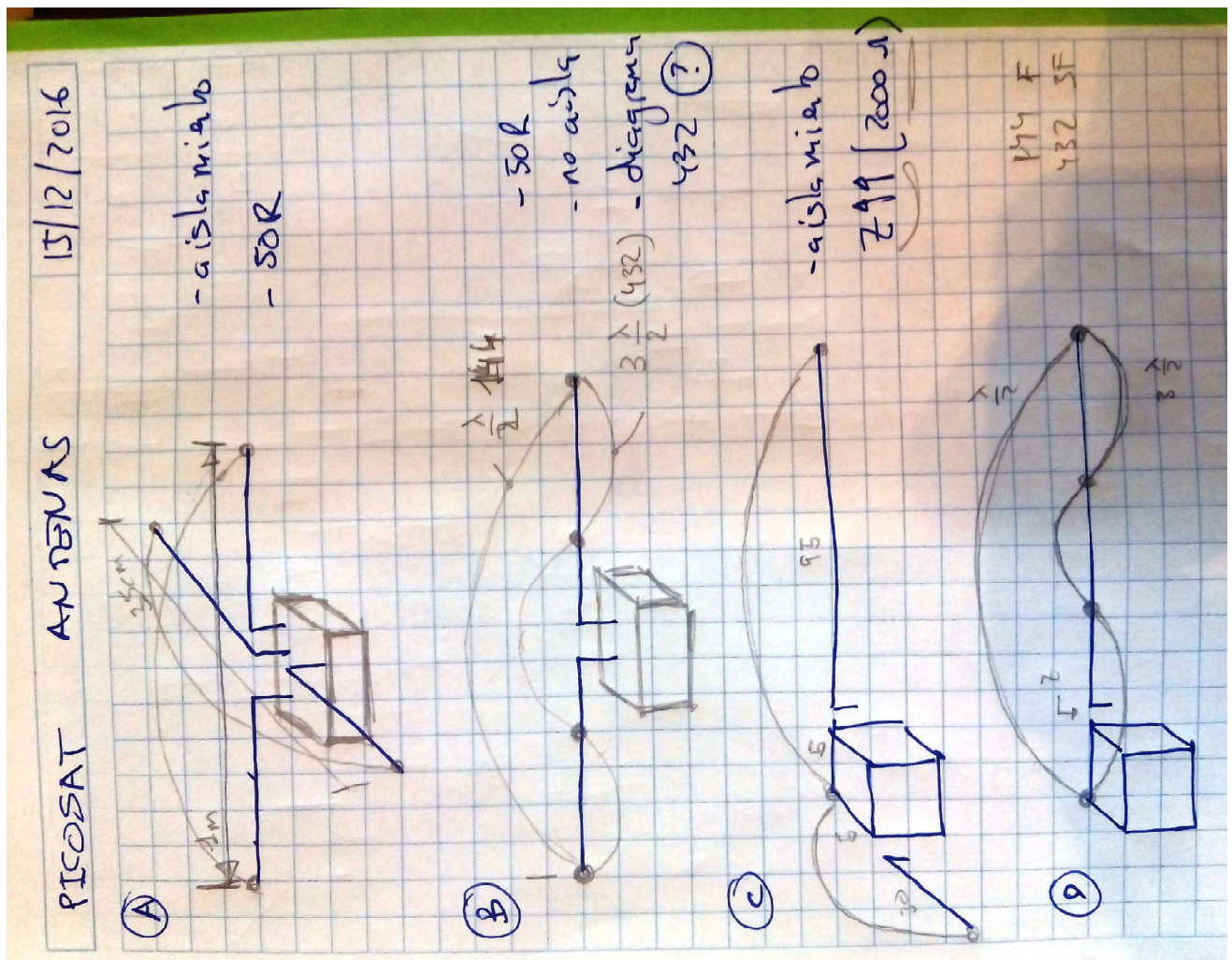
4) red de adaptacion, duplexores y filtrado señales fuera de banda

- si se usa un dipolo, es necesario un circuito bal-un (choque sobre coax?) ver con CST el efecto de no usar balun....
- si se usa un monopolo, se necesita BALUN? chequearlo con CST
- si se usa un monopolo, es necesario una red de adaptacion (banda estrecha)
- se plantean diversas soluciones para el duplexor TX/RX (ver imagenes)
- con la carta de smith salen unos valores preliminares, pero se sospecha que hay interaccion entre ambas ramas
- el transmisor tiene que ir equipado con un filtro pasobajos que elimine segundo y tercer armonico: 432×2 y 432×3 .
- el receptor tiene que ir equipado con
 - * un filtro pasobajos que atenue la señal del transmisor de 432
 - * un filtro pasoaltos que atenue señales potentes de transmisores de FM (88..108MHz)
 - * otras señales serán imposibles de filtrar (por ejemplo, señales de centrales de taxi, transmisores de buscapersonas, etc..)
 - estas señales pueden saturar tambien el LNA
- filtros muy complejos
 - * en RX empeoran el NF (las perdidas de insercion son directamente NF)
 - * en TX perdemos potencia salida
- es necesario reelaborar el calculo de la figura de ruido para cuantificar como estas perdidas impactan en el balance SNR del enlace

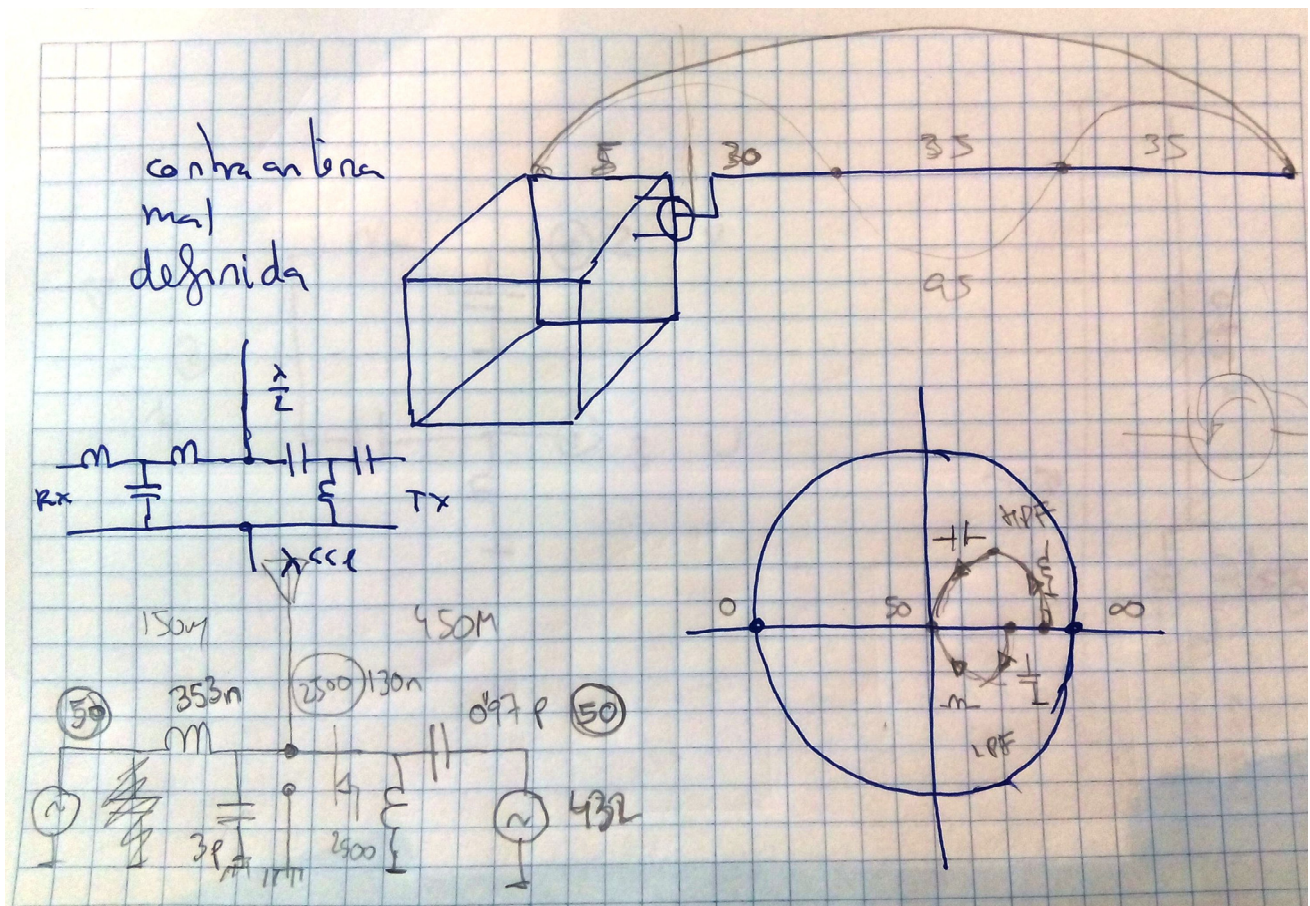
5) materiales para la antena

- cinta metálica cortada a medida
- se buscará un material cilíndrico para hacer una antena tipo "coche juguete teledirigido"
- la antena se fija <pensar, desarrollar>
 - * al chasis con una pieza plástico impresa en 3D atornillada entre dos PCBs interiores
 - * a las barillas roscadas pasantes de la estructura del satellite

DETALLE ACOMODACION MECÁNICA ANTENAS

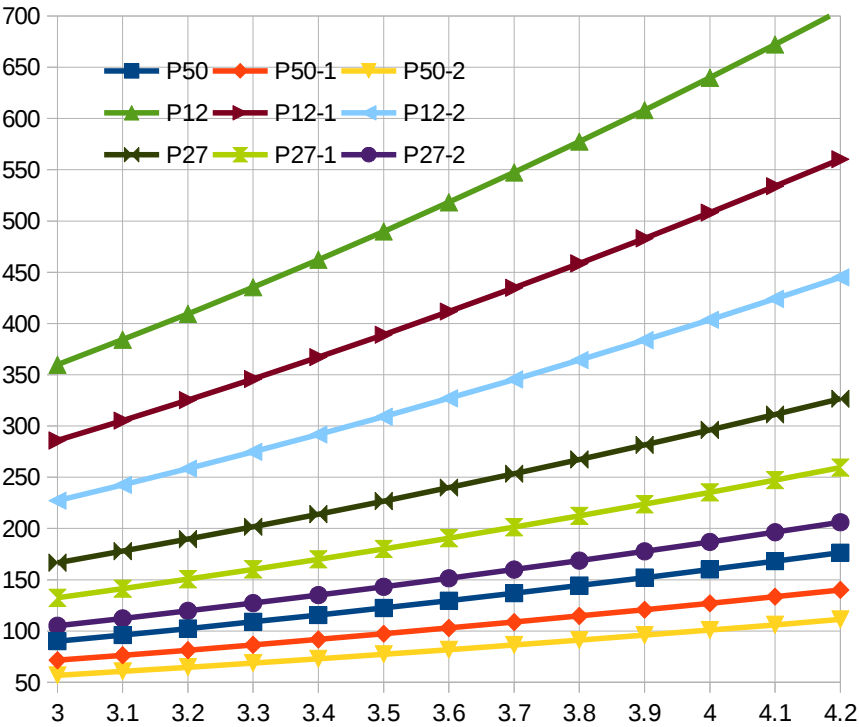
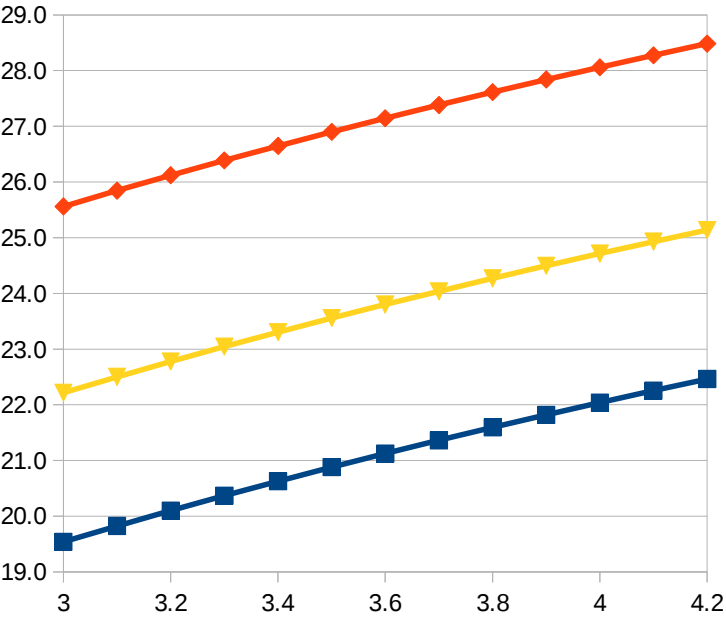


DETALLE RED DUPLEXORA ANTENA BIBANDA



166.13
resistencia de carga óptima

| RLOAD 50 | | | | | | | | | RLOAD 12.5 | | | | | RLOAD 27 | | | | |
|----------|-----|------|------|-------|------|------|-------|-------|------------|-------|------|-------|-------|----------|-------|------|-------|-------|
| VCC | VPP | VRMS | mADC | P/dBm | Δ/dB | P/mW | B0-1 | B0-2 | mADC | P/dBm | P/mW | B0-1 | B0-2 | mADC | P/dBm | P/mW | B0-1 | B0-2 |
| VCC | | | | | | P50 | P50-1 | P50-2 | | | P12 | P12-1 | P12-2 | | | P27 | P27-1 | P27-2 |
| 4.2 | 8.4 | 2.97 | 84 | 22.5 | 1.1 | 176 | 140 | 111 | 336 | 28.5 | 705 | 560 | 445 | 156 | 25.1 | 327 | 259 | 206 |
| 4.1 | 8.2 | 2.90 | 82 | 22.3 | 0.9 | 168 | 133 | 106 | 328 | 28.3 | 672 | 534 | 424 | 152 | 24.9 | 311 | 247 | 196 |
| 4 | 8 | 2.83 | 80 | 22.0 | 0.7 | 160 | 127 | 101 | 320 | 28.1 | 640 | 508 | 404 | 148 | 24.7 | 296 | 235 | 187 |
| 3.9 | 7.8 | 2.76 | 78 | 21.8 | 0.5 | 152 | 121 | 96 | 312 | 27.8 | 608 | 483 | 384 | 144 | 24.5 | 282 | 224 | 178 |
| 3.8 | 7.6 | 2.69 | 76 | 21.6 | 0.2 | 144 | 115 | 91 | 304 | 27.6 | 577 | 459 | 364 | 141 | 24.3 | 267 | 212 | 169 |
| 3.7 | 7.4 | 2.62 | 74 | 21.4 | 0.0 | 137 | 109 | 86 | 296 | 27.4 | 547 | 435 | 345 | 137 | 24.0 | 253 | 201 | 160 |
| 3.6 | 7.2 | 2.55 | 72 | 21.1 | -0.2 | 130 | 103 | 82 | 288 | 27.1 | 518 | 412 | 327 | 133 | 23.8 | 240 | 191 | 151 |
| 3.5 | 7 | 2.47 | 70 | 20.9 | -0.5 | 122 | 97 | 77 | 280 | 26.9 | 490 | 389 | 309 | 130 | 23.6 | 227 | 180 | 143 |
| 3.4 | 6.8 | 2.40 | 68 | 20.6 | -0.7 | 116 | 92 | 73 | 272 | 26.6 | 462 | 367 | 292 | 126 | 23.3 | 214 | 170 | 135 |
| 3.3 | 6.6 | 2.33 | 66 | 20.4 | -1.0 | 109 | 86 | 69 | 264 | 26.4 | 435 | 346 | 275 | 122 | 23.0 | 202 | 160 | 127 |
| 3.2 | 6.4 | 2.26 | 64 | 20.1 | -1.3 | 102 | 81 | 65 | 256 | 26.1 | 409 | 325 | 258 | 119 | 22.8 | 190 | 151 | 120 |
| 3.1 | 6.2 | 2.19 | 62 | 19.8 | -1.5 | 96 | 76 | 61 | 248 | 25.8 | 384 | 305 | 242 | 115 | 22.5 | 178 | 141 | 112 |
| 3 | 6 | 2.12 | 60 | 19.5 | -1.8 | 90 | 71 | 57 | 240 | 25.6 | 360 | 286 | 227 | 111 | 22.2 | 167 | 132 | 105 |



166.13 RESISTENCIA OPTIMA DE CARGA DEL AMPLIFICADOR DE POTENCIA EN CLASE A
VCC=5-24V

| VCC VCC | VPP | VRMS | RLOAD | Arms | mADC | P/dBm | P/mW | PDC mW | RTERM K/W | ΔTEMP DEGC | |
|------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----------|--------------|---------------|--------------------------------------|
| 5 | 10 | 3.54 | 50 | 0.071 | 100 | 24.0 | 250 | 250 | 20 | 5 | |
| 9 | 18 | 6.36 | 50 | 0.127 | 180 | 29.1 | 810 | 810 | 20 | 16 | |
| 12 | 24 | 8.48 | 50 | 0.170 | 240 | 31.6 | 1440 | 1440 | 20 | 29 | PUESTA EN MARCHA |
| 13.7 | 27.4 | 9.69 | 50 | 0.194 | 274 | 32.7 | 1876 | 1877 | 20 | 38 | |
| 19 | 38 | 13.43 | 50 | 0.269 | 380 | 35.6 | 3609 | 3611 | 20 | 72 | FACIL |
| 24 | 48 | 16.97 | 50 | 0.339 | 480 | 37.6 | 5758 | 5762 | 20 | 115 | |
| 5 | 10 | 3.54 | 12.5 | 0.283 | 400 | 30.0 | 1000 | 1000 | 20 | 20 | |
| 9 | 18 | 6.36 | 12.5 | 0.509 | 720 | 35.1 | 3239 | 3241 | 20 | 65 | |
| 12 | 24 | 8.48 | 12.5 | 0.679 | 960 | 37.6 | 5758 | 5762 | 20 | 115 | |
| 13.7 | 27.4 | 9.69 | 12.5 | 0.775 | 1096 | 38.8 | 7505 | 7510 | 20 | 150 | CAPACIDAD REFRIGERACION Y GANANCIA?? |
| 19 | 38 | 13.43 | 12.5 | 1.075 | 1520 | 41.6 | 14436 | 14444 | 20 | 289 | |
| 24 | 48 | 16.97 | 12.5 | 1.357 | 1920 | 43.6 | 23033 | 23047 | 20 | 461 | |

166.99 estado del proyecto

minutas reunion 5nov2016

como no tome notas, seguramente se me han escapado cosas,
complementad lo que creais oportuno

ASISTENTES

Felix, Dani, Nacho, Diego, Eduardo

SE DISCULPA

Raul

PROYECTO

- aprovechando los puentes de diciembre, se propone hacer una segunda reunion para operar algun pase de interÃ©s. lugar sanchinarro

MODELO FUNCIONAL

- los modulos dotji se utilizarÃ¡n para el desarrollo y afinado de la funcionalidad
- no se dispone de power budget (consumos) con estos modulos
- no se tiene claro si estos mÃ³dulos pueden volar
- como plan B/C se puede evaluar un chip transceptor de modos digitales ADF7021 SX1278 ...
- ure guarrama ofrece alojamiento para ensayos de campo
- un microcontrolador adicional programarÃ¡ los transceptores para operar en modo nominal

SOFTWARE VUELO

- Felix tiene portado el codigo a C
- flashrom ocupada al 33% (con que funcionalidad??)
- Baliza funcionando

CONTROL TERMICO

- pendiente inicio trabajos
- se ha localizado voluntaria

ESTRUCTURA

- pendiente inicio trabajos diseÃ±o mecanico
- NO se ha localizado voluntario
- datos mecanicos no estan identificados
- voluntario identificado para analisis vibraciÃ³n con elementos finitos

CONTROL ORBITA

- pendiente inicio trabajos
- se ha localizado voluntario
- dani comenta que el giro es tipo peonza, aleatorio, 10grados/segundo
- obtencion parÃ¡metros orbitales (keps)
 - Diego pregunta en UPM
 - Felix pregunta en AMSAT-EA

TRANSPONDER

- se presenta propuesta de arquitectura
- faltan datos para definir transistor y potencia en el paso final

- por simplicidad la baliza y el transponder comparten circuiteria
- por ignorancia, paso final en clase A en lugar de clase B o C
- [EDUARDO] trabaja en distribucion de ganancias y filtros

TELECOMANDO TELEMETRIA CONTROL ACCESO

- se propine activar el TX por squelch
- la activacion por tono CTSS se paraliza para evitar tener que implementar un demodulador de FM y un detector basado en FFT
- para enviar telecomandos se propone usar OOK, es decir, activar el PTT o no cada segundo para enviar una secuencia de bits
- falta idear software captura trama
- la secuencia de bits se puede generar con un pic en tierra manejando el ptt del walki
- el satellite responde en CW con un paquete de telemetria de respuesta

ANTENA

- DIEGO es un nuevo componente del grupo, bienvenido
- [DIEGO] amablemente se ofrece a idear un sistema de antenas y su acomodacion en el satellite
- dipolo UHF y dipolo VHF a 90grados
- monopolo bibanda
- dipolo corto para VHF
- otras..
- sistema de plegado y desplegado en 1P 2P..
- duplexor
- interfaz con transponder
- etc...
- no se tiene constancia de antenas de VHF en picosatelites
- [FELIX] consultar al servicio de lanzamiento facilidades existentes para el plegado de la antena dentro del mecanismo lanzador

SOFTWARE MODELADO MISION/SISTEMA

- no se tiene constancia de un transponder en un picosatelite
- se desea maximizar la disponibilidad del satellite
- la prioridad la tiene el modo FM
- se plantea la posibilidad de dos potencias del transmisor
 - baja usando la energia de paneles solo. modo SSB (25mW?)
 - alta usando energia de bateria: modo FM (250mW?)
 - los niveles son orientativos, se han de definir con este software
- ENTORNO
 - segun el uso fin de semana, noche/dia
 - la zona del mundo que se sobrevuela
 - ciclado de las baterias
 - estado paneles
 - numero de baterias
 - politica de acceso (por nivel, por tono, 100% tranmitiendo,...)
 - presencia de interferencias aleatorias
 - apagado en zona de eclipse
 - perdida total de bateria en el año ± 0.4
 - perdida de la cpu en el año ± 0.2
 - perdida del 10% paneles cada año $\pm 0...$
 - perdida de capacidad bateria
 - la CPU controla la carga en el acumulador
 - selecciona el nivel de potencia dinamicamente
- la carga instantanea/media disponible no es conocida con precision,
- se propone desarrollar un software que permita simular diferentes configuraciones de hardware y software
- para ver la vida y la disponibilidad
- hay un log en linea que permite identificar el indicativo (pais) donde hay

estaciones

- se puede usar keps de 50\$sat para predecir pases durante una semana/mes/año...
- [DANI FELIX] abordan este trabajo
- con que lenguaje? matlab php c?

CPU

- consumo 6mA a 2MHz
- nacho y raul trabajan en esta unidad?

MPPT

-

BATERIAS

- es importante no hacer descargas profundas de bateria para no acortar su vida
- [DANI] piensa en un sistema de instrumentacion para analizar el comportamiento de las baterias kodak tras muchos ciclos de operacion

PLACAS SOLARES

-