

memoria técnica

**TRANSPONDER
PARA
PICOSATÉLITE**

**Eduardo Alonso
EA3 GHS**

5/octubre/2017

SISTEMA

16600 | ARQUITECTURA
16601 | REQUISITOS
16602 | LINK, POWER, GAIN BUDGETS
16628 | ANALISIS SATELITE MALTA
16629 | RUIDO GALACTICO

DESIGN DESCRIPTION

16603 | MULTIPLICADOR
16608 | MEZCLADOR
16610 | AMPLIFICADOR BFR181 CON REALIMENTACIÃ³N RESISTIVA
16612 | DETECTOR DE POTENCIA (ASKDEM, AGC, SQUELCH)
16613 | RESISTENCIA DE CARGA ÃPTIMA PASO FINAL
16616 | ETAPA DE GANANCIA VARIABLE
16617 | RANGO DE VALORES DE INDUCTANCIAS
16618 | METODOLOGÃA CON ANALISIS DE BALANCE HARMÃNICO
16688 | OSCILADORES

DISEÃO MECANICO, TERMICO, . . .

16604 | MECANICA
16624 | ASPECTOS TÃRMICOS

ANTENA

16607 | DIFERENTES ANTENAS Y SU ACOMODO
16626 | ANTENA DE 1.28 LAMBDA
16630 | OPTIMIZACION ANTENA EN DOS BANDAS
16627 | DUPLEXOR VHF/UHF

ORBITA Y DOPPLER

16622 | INCERTIDUMBRES EN LA FRECUENCIA DE RECEPCION

TEST PLAN/PROCEDURES

16605 | TEST PLAN

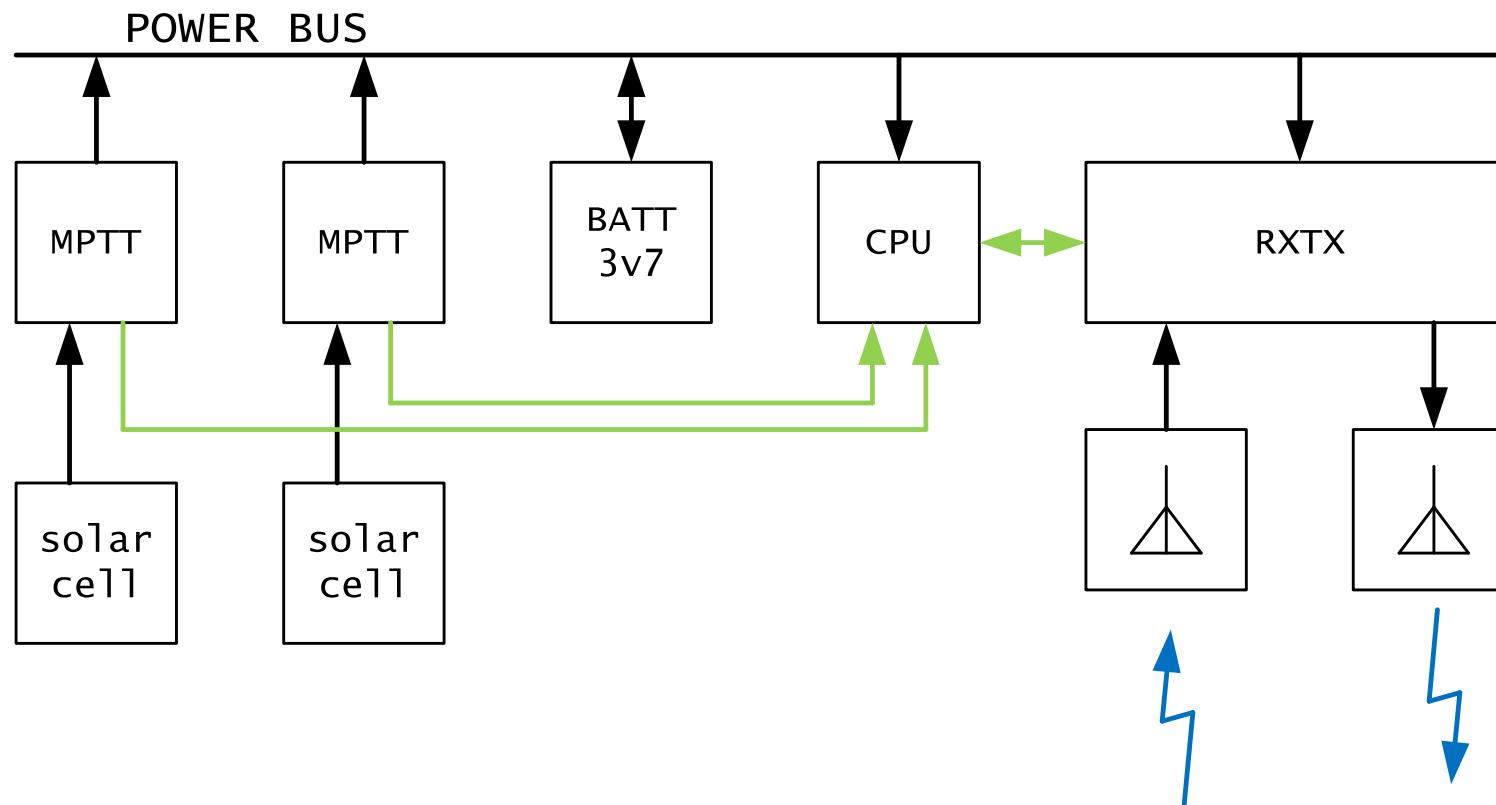
TEST REPORTS

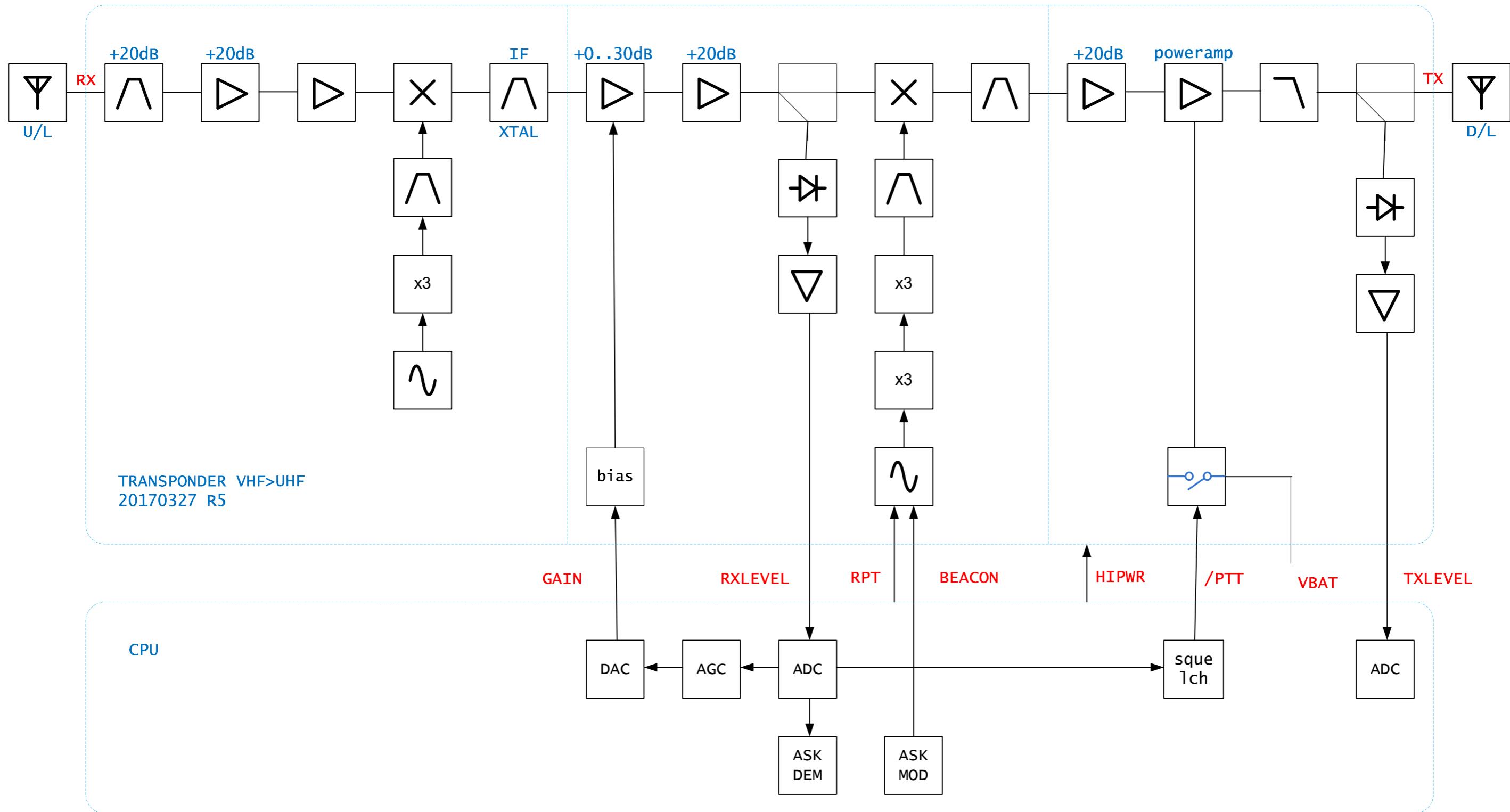
GESTION PROYECTO

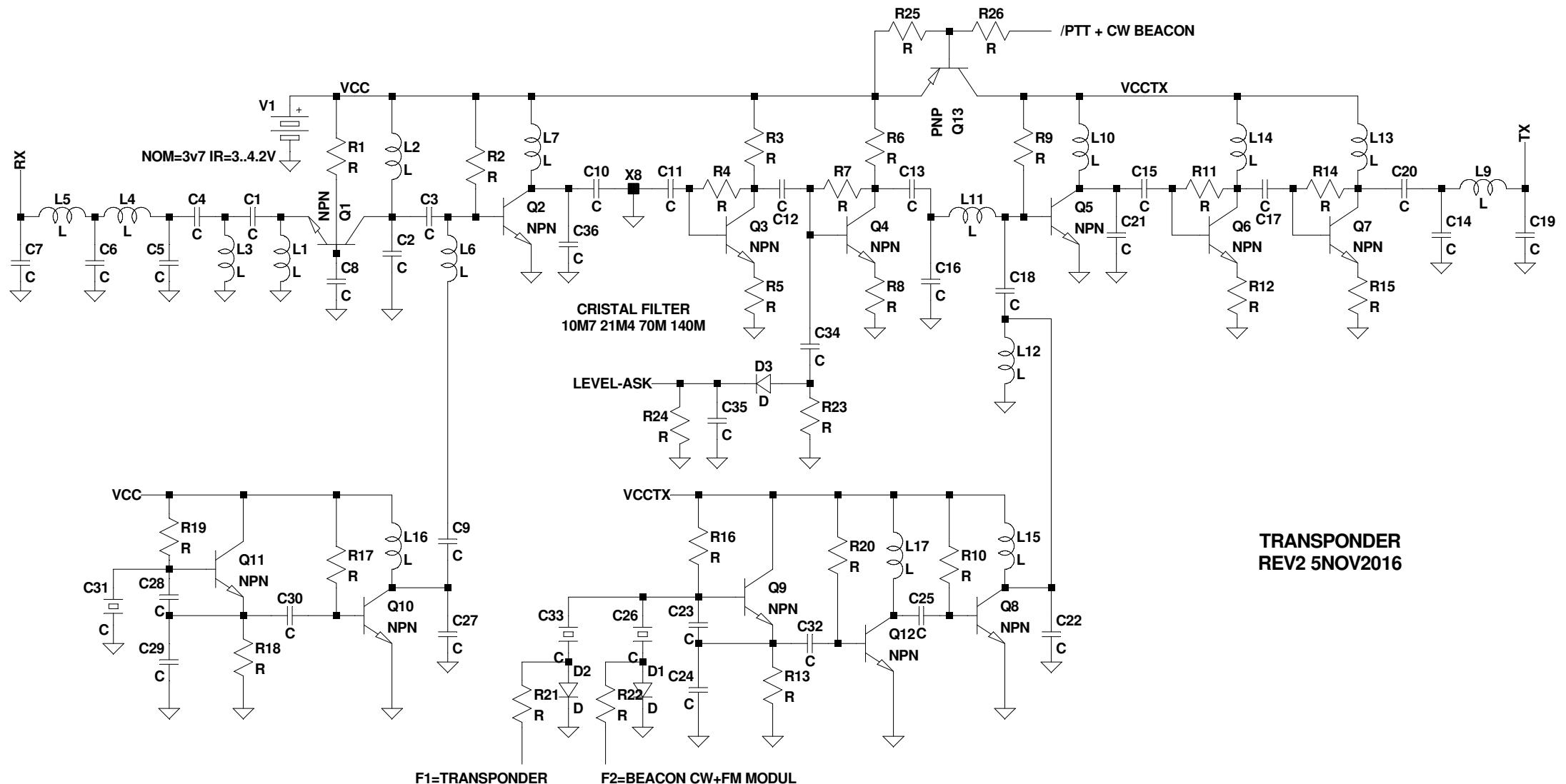
16699 | MINUTAS

arquitectura

ARQUITECTURA SATELITE







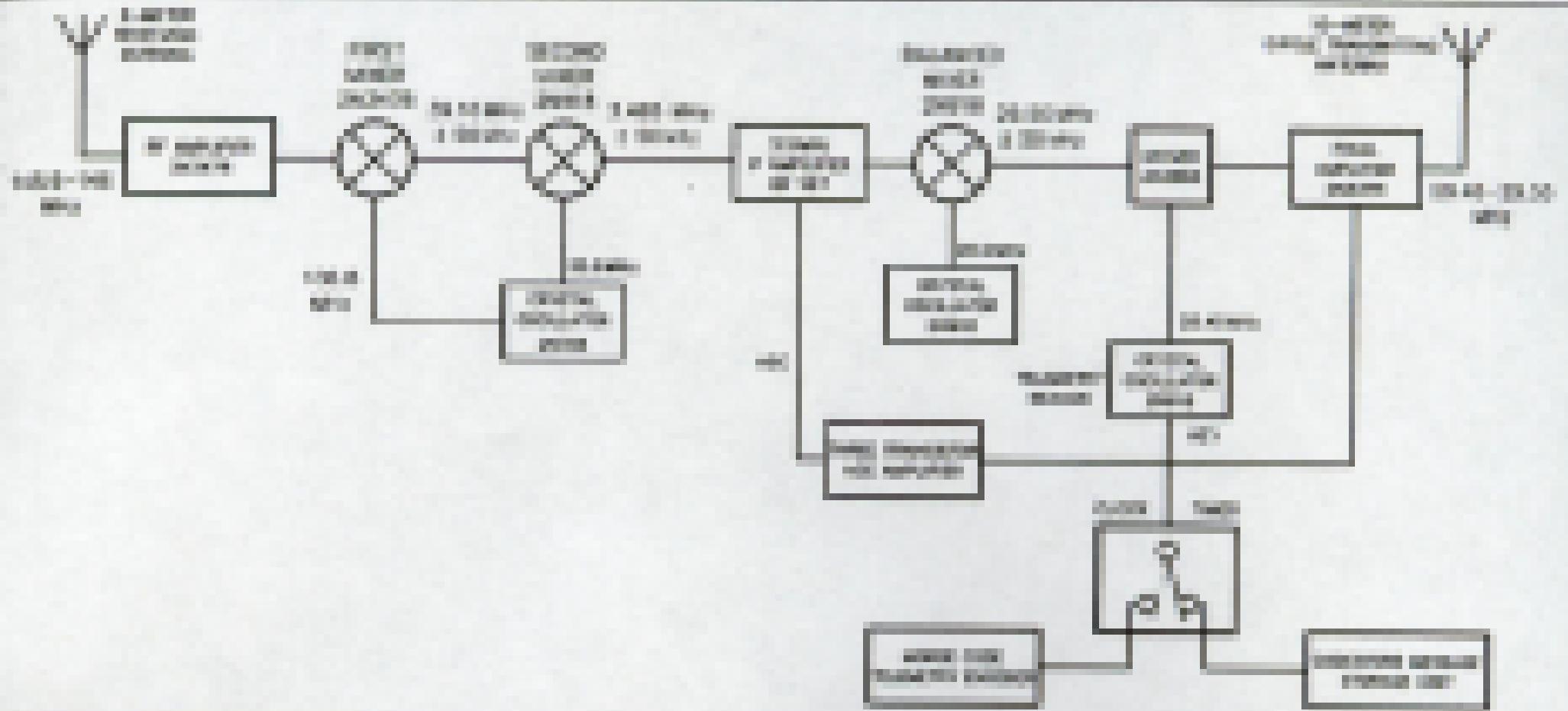


Figure 14.2—Block diagram of a transponder used as OHLs for A, B, and C.

requisitos

16601E5 REQUISITOS 11/MARZO/2017

La siguiente lista sumariza los requisitos genéricos que ha de cumplir el sistema completo. Estos requisitos podrían modificarse a medida que se dispongan de análisis mas 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 limitado. 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.

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 temperaturas del sistema están referidas a un lugar denominado Punto Referencia de Temperatura. Conocida la temperatura en este punto (vía telemetría), se conoce la temperatura en cualquier punto del sistema (obtenida previamente por análisis o ensayo).
- La CPU puede realizar una diagnosis del sistema evaluando las temperaturas de las unidades.

FUNCIONALIDAD

- El modo transponder FM es el más 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 baterías 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

MECANISMO TELEMEDIDA

- Basado en una baliza periódica
- Informa del estado de las unidades del sistema.
- Identificación periódica del satélite
- Indicación a las estaciones de tierra que el satélite esta operativo, esta en linea de contacto.
- la identificación podria ser en telegrafía 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 dias, proceder a un reset del sistema

ACTIVACIÓN DEL TRANSMISOR

- Para una gestión de energia mas eficiente, es posible establecer uno o varios criterios para la activación del transmisor:
- transmisor inhabilitado si VBAT<E1
- transmisor habilitado si VBAT>E2
- nota: si bateria en fin de vida, entender como aplica esta regla.

CIRCUITO SQUECLH

- 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 podrían establecer remotamente los niveles E1/E2/E3/E4 o sus márgenes permitidos si se autocalculan.

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
una baliza lumínica
un circuito de baliza independiente

si se estropean uno, dos o más paneles solares

<estudiar>

si se estropea antena TX

perdida misión

<falta añadir componentes que eviten la propagación de fallos>

NOMENCLATURA

TBC to be confirmed

TBD to be defined

EM electrical model

FM flight model

XTAL cristal de cuarzo

UL uplink

DL downlink

MPPT maximum power point tracker

EOL end of life

link, power, gain budgets

= 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: potenciasalida=potenciapasofinal-10dB
- * un paso final: ganancia estimada 10dB, potencia>+20dBm
- * la potencia radiada podria llegar a ser 130mW (21.1dBm) con 20dBm en FM a 50 0km el SNR es de 26dB (NF=0)

COMPROMISOS

- * los paneles generan 307mW en un satelite 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 satelite? igual o superior a la potencia generada por las placas?
- ** si es superior: vida del satelite 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 satelite 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 consecuentemente, 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 pequena en VHF.

Para un picosatelite con capacidad limitada de recolección de energia 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 satelite 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 ultima 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 opcion.

== 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 BW12k5, 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 dirección de la bateria.

== 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=4dB
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..500km). 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 absorver 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	1P5	
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	

LINK BUDGET: VHF>UHF TRANSPONDER WITH AGC

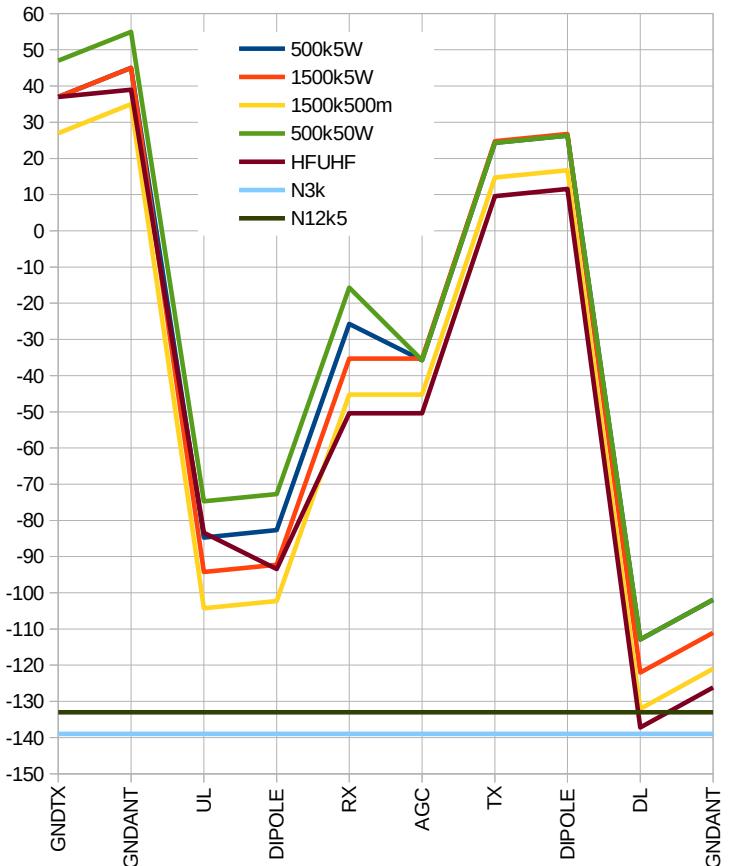
REV3 14NOV16

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	S	dBm
GNDTX		37		37		27		47		37
GNDANT	8	45	8	45	8	35	8	55	2	39
UL	-130	-85	-139	-94	-139	-104	-130	-75	-122	-83
DIPOLE	2	-83	2	-92	2	-102	2	-73	-10	-93
RX	57	-26	57	-35	57	-45	57	-16	43	-50
AGC	-10	-36	0	-35	0	-45	-20	-36	0	-50
TX	60	24	60	25	60	15	60	24	60	10
DIPOLE	2	26	2	27	2	17	2	26	2	12
DL	-139	-113	-149	-122	-149	-132	-139	-113	-149	-137
GNDANT	11	-102	11	-111	11	-121	11	-102	11	-126
GNDRX									0	-124
STAGE	P/mW	P/mW	P/mW	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	SNR/dB	BW/Hz	N/dBm		
SSB	57		47		37		67		46	3000
FM	50		41		31		60		40	12500
GROUND	SNR/dB	SNR/dB	SNR/dB	SNR/dB	SNR/dB	SNR/dB	BW/Hz	N/dBm		
SSB	37		28		18		37		13	3000
FM	31		22		12		31		7	12500
JT65	69		60		50		69		45	2
										-171



V>U	G dB	P dBm	P mW	Z ₀ ohm	V mVpp	I mA
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

SPUR BUDGET - REV2 23mar2017

TRABAJOS PENDIENTES:

- 1) la L0 del mezclador viene de un doblador que genera L0/2 2L0 con cierta amplitud por tanto, estudiar que frecuencias de RF generan tonos dentro de la IF seleccionada
- 2) hacer un estudio simultaneo con IF 70 45 21.4 10.7

UNBAL	BAL	DOBBAL	RF	146		146	146		146
			IF	L0	RF	FLO	FRF	FIF	21.4
x	x		IF/RF isolation	0	1	76	146	70	124.6
x	supr	supr	2RF	0	2	76	146	70	146
x	x		3RF	0	3	76	146	70	124.6
x	x	x		1	-3	76	146	70	146
x	supr	supr		1	-2	76	146	70	124.6
x	x	x	deseada L0-RF	1	-1	76	146	70	124.6
x	supr	supr	IF/L0 isolation	1	0	76	146	70	124.6
x	x	x	L0+RF	1	1	76	146	70	146
x	supr	supr		1	2	76	146	70	124.6
x	x	x		1	3	76	146	70	146
x	x	supr		2	-3	76	146	70	124.6
x	supr	supr		2	-2	76	146	70	146
x	x	supr		2	-1	76	146	70	146
x	supr	supr	RF/L0 isolation	2	0	76	146	70	124.6
x	x	supr		2	1	76	146	70	146
x	supr	supr		2	2	76	146	70	146
x	x	supr		2	3	76	146	70	146
x	x	x		3	-3	76	146	70	146
x	supr	supr		3	-2	76	146	70	146
x	x	x		3	-1	76	146	70	146
x	supr	supr	RF/L0 isolation	3	0	76	146	70	146
x	x	x		3	1	76	146	70	146
x	supr	supr		3	2	76	146	70	146
x	x	x		3	3	76	146	70	146
				0.33	-3	76	146	70	146
				0.33	-2	76	146	70	146
				0.33	-1	76	146	70	146
				0.33	0	76	146	70	146
				0.33	1	76	146	70	146
				0.33	2	76	146	70	146

0.33	3
0.33	-3
0.66	-2
0.66	-1
0.66	0
0.66	1
0.66	2
0.66	3

76	146	70
76	146	70
76	146	70
76	146	70
76	146	70
76	146	70
76	146	70
76	146	70

101	146	471.33
101	146	-404.67
101	146	-225.34
101	146	-79.34
101	146	66.66
101	146	212.66
101	146	358.66
101	146	504.66

124.6	146	479
124.6	146	-397
124.6	146	-210
124.6	146	-64
124.6	146	82
124.6	146	228
124.6	146	374
124.6	146	520

UL
IF
DL
L01
L02
L01/3
L02/3

25.33
122.3

146
70
437
76
367

UNBAL	BAL	DOBBAL	L0	IF
x	x		RF IF ISO	0 1
x	supr	supr	2RF	0 2
x	x		3RF	0 3
x	x	x		1 -3
x	supr	supr		1 -2
x	x	x	L0-RF	1 -1
x	supr	supr	aislamiento IF/L0	1 0
x	x		L0+RF	1 1
x	supr	supr		1 2
x	x	x		1 3
x	x	supr		2 -3
x	supr	supr		2 -2
x	x	supr		2 -1
x	supr	supr		2 0
x	x	supr		2 1
x	supr	supr		2 2
x	x	supr		2 3
x	x	x		3 -3
x	supr	supr		3 -2
x	x	x		3 -1
x	supr	supr	3L0	3 0
x	x	x		3 1
x	supr	supr		3 2

FL02	FIF	FRF
25	4	4
25	4	8
25	4	12
25	4	13
25	4	17
25	4	21
25	4	25
25	4	29
25	4	33
25	4	37
25	4	38
25	4	42
25	4	46
25	4	50
25	4	54
25	4	58
25	4	62
25	4	63
25	4	67
25	4	71
25	4	75
25	4	79
25	4	83

FL02	FIF	FRF
25	4	116
25	4	132
25	4	148
25	4	152
25	4	168
25	4	184
25	4	200
25	4	216
25	4	232
25	4	248
25	4	252
25	4	268
25	4	284
25	4	300
25	4	316
25	4	332
25	4	348
25	4	352
25	4	368
25	4	384
25	4	400
25	4	416
25	4	432

FL02	FIF	FRF
25	4	564
25	4	628
25	4	692
25	4	708
25	4	772
25	4	836
25	4	900
25	4	964
25	4	1028
25	4	1092
25	4	1108
25	4	1172
25	4	1236
25	4	1300
25	4	1364
25	4	1428
25	4	1492
25	4	1508
25	4	1572
25	4	1636
25	4	1700
25	4	1764
25	4	1828

x	x	x		3	3	25	4	87	25	4	448	25	4	1892
				0.33	-3	25	4	-3.75	25	4	85	25	4	440
				0.33	-2	25	4	0.25	25	4	101	25	4	504
				0.33	-1	25	4	4.25	25	4	117	25	4	568
				0.33	0	25	4	8.25	25	4	133	25	4	632
				0.33	1	25	4	12.25	25	4	149	25	4	696
				0.33	2	25	4	16.25	25	4	165	25	4	760
				0.33	3	25	4	20.25	25	4	181	25	4	824
				0.33	-3	25	4	-3.75	25	4	85	25	4	440
				0.66	-2	25	4	8.5	25	4	134	25	4	636
				0.66	-1	25	4	12.5	25	4	150	25	4	700
				0.66	0	25	4	16.5	25	4	166	25	4	764
				0.66	1	25	4	20.5	25	4	182	25	4	828
				0.66	2	25	4	24.5	25	4	198	25	4	892
				0.66	3	25	4	28.5	25	4	214	25	4	956

analisis satelite malta

ANALISIS DEL DOCUMENTO "FEASABILITY STUDY OF A POCKETQUBE PLATFORM TO HOST AN IONOSPHERIC IMPEDANCE PROBE"
(The 4S Symposium 2016)

INTRODUCCION

En este documento se revisan las hipotesis y conclusiones a las que se han llegado durante el estudio de viabilidad del picosatelite anglo-maltés "IMP". Muy interesante es la seleccion de bibliografia que aparece al final del document o.

1 INTRODUCTION

- * CubeSat has become the dominant standard with over 100 launched in 2015.
- * proliferation of miniature satellites which is inherently brought about by the reduced cost barrier
- * it is quickly becoming feasible to launch larger constellations of satellites

2 DEFINING FEASIBILITY

- * otras arquitecturas:

TubeSat

PocketQube

SunCube

satellite on chip

- * PicoSat

masa rango 100-1000g, tipico 250g

coste lanzamiento 25k€ 100k€/kg

coste desarrollo tipico €35k

coste total €60k

- * only four PQ's have been launched T-LogoQube

QubeScout-S1

WREN

Eagle-1

3 SCIENTIFIC MISSION

4 MISSION REQUIREMENTS and CONSTRAINTS

5 PROPOSED ARCHITECTURE

- * PQ standard printed circuit board (42 mm by 42 mm)

5.2. ON-BOARD PROCESSING

- * processors will be operated below their nominal frequency ¿PORQUE?
- * Single event upsets (SEU) have to be catered for, the use external window watchdog is one possibility to detect any anomalies in the code flow, together with a check pointing system
- * FRAM memory is also being considered for its radiation tolerance
- * Error detection and correction techniques will also be used to regularly sweep the memory to prevent the accumulation of SEU corruption
- * FELIX, QUE SE HA PREVISTO DE TODO ESTO?

5.3. COMMUNICATIONS SYSTEMS

- * sun synchronous orbit it is assumed * 15 orbits per day
- * it will pass reasonably overhead twice a day
- * The satellite contact time will be 6.5 minutes per pass, assuming a minimum elevation angle of 15°
- * worst case slant range is 1518Km,
- * spacecraft antenna pointing loss of -1dB
- * If it is assumed that a circularly polarized antenna is used at the ground station then the worst case polarization mismatch will be 45°, giving a polarization loss of -3dB
- * typically a margin of 10db is recommended

5.4. ORBITAL DETERMINATION

- * In order to implement this.....use of NORAD Two-Line Element (TLE) sets to obtain orbital parameters, which would then be used in an orbit propagator.
- * The accuracy achievable using this approach is in the order of 10-30 km (1sigma) track error and this assuming a propagation of 24 hours. The error, of course, worsens with longer propagation times

5.5. ATTITUDE DETERMINATION SYSTEM - ADS

- * The ESTCube-1 used a combination of gyroscopic sensors, magnetometers and sun sensors combined using an Unscented Kalman Filter. This approach has been widely adopted for CubeSat ADS.
- * In the PQ, some solar cells (1 per face) will also be used for sun sensing. This avoids dedicated sun sensors at the expense of some ADS accuracy, but saves on PQ surface area

5.6. ATTITUDE CONTROL SYSTEM - ACS

- * it would improve the link budget, allow better distribution of solar radiation on the panels, and reduce radio fading at the expense of complexity and power consumption
- * The alternative method of actuation is to use based on DC micro-motors

5.7. ELECTRICAL POWER SYSTEM - EPS

- * orbit time of 96 minutes with a shadow time of 37%,
- * the average orbit power available is 300mW, when considering typical efficiencies of the Electrical Power System
- * EPS must make use of Maximum Power Point (MPPT) tracking

SOLAR CELLS

- * sides with 16 cm² of active area
- * 28% efficient triple junction solar cells
- * Solar cell degradation
 - for bare TASC cells the End of Life(EOL) was predicted to be 42%
 - Spectrolab UTJ cells with cover glass were estimated to have an EL of 92% after two years

BATERIA

- * the most common approach in CubeSats has been the use of Lithium-ion polymer batteries (Li-Po).
- * narrow temperature operating region
- * limited number of charge/discharge cycles
- * possibility of capacity degradation under vacuum

TRUCOS

- * keep the depth of discharge (DOD) and charge/discharge rates to a minimum
- * It is estimated that with a DOD of 30% the Li-Po will have a loss of capacity of 50% over one year
- * The worst case depth of discharge will occur when the transmitter is active during eclipse time.
- * super capacitors will be considered as a secondary storage so that when the Li-Po degrades, the mission can continue at a reduced performance. Super capacitors have the advantage of being less sensitive to charging cycles and temperature. They have higher power densities, but they also have a smaller energy density

5.8. THE POWER BUDGET

- * consumo 226mW

5.9. THE MASS BUDGET

- * 250g

5.10. OPERATIONAL ASPECTS

5.11. THE COST BUDGET

- * These models are typically termed as follows:
Structural and Thermal (STM)

Engineering (EM)
Qualification (QM)
Flight (FM)
at least 2x Flight Spares (FS).
* 33kEUR

ruido galactico

RUIDO GALACTICO
16629

INTRODUCCION

para el dimensionamiento de las etapas de recepcion del transponder, es interesante saber el nivel de ruido presente en el interface espacio-antena

esto permite introducir perdidas en las etapas de entrada sin reducir la relacion señal-ruido

VALORES NUMÉRICOS

extraer del documento uit372-ruido-R-REC-P.372-8-200304-S.pdf

multiplicador

= MULTIPLICADOR
22marzo2017

subsistema osciladores locales: etapas multiplicadoras

== TABLAS Y FIGURAS

tabla1 - seleccion de multiplicadores usando cristales normalizados
tabla2 - seleccion de cristales usando multiplicadores *2 *3 *4 *6 *9

== SELECCION DE FRECUENCIAS

el circuito multiplicador genera una señal no sinusoidal rica en armónicos.
pero solo los armónicos segundo y tercero tienen una amplitud razonable.
por ese motivo se selecciona la frecuencia para el oscilador local de tal
forma que usando una cascada de multiplicadores LO*2*2, LO*2*3, o LO*3*3 se
alcance la frecuencia deseada

la tabla 1 muestra las diferentes combinaciones necesarias utilizando cristales
comerciales.

no aparece ninguna combinación cómoda.

la tabla 2 muestra la frecuencia del oscilador necesaria para una cadena multiplicadora cómoda

== FILTROS A CRISTAL

se dispone de filtros comerciales de 10.7 21.4 45 y 70MHz, de diferentes anchos.

subrayar dos características:

- impedancia de entrada/salida
- perdidas de inserción
- atenuación de la frecuencia imagen generada por las etapas transmisoras

== AMPLITUD DE ARMÓNICOS GENERADOS POR EL MULTIPLICADOR

se toma la teoría expuesta en POZAR, 4a edición, página 633.

por simplicidad, la forma de onda de la corriente de colector se supone del tipo coseno de media onda.

definimos apertura como la duración del pulso respecto al período.

la descomposición de la señal en serie de Fourier indica que la amplitud máxima del

armónico N ocurre para diferentes aperturas.

la tabla 3 muestra un sumario de valores obtenidos con m16603a.m

== PARAMETROS DEL CIRCUITO: POLARIZACION

la amplitud del pulso está limitada por la corriente máxima en el colector del transistor.

la apertura está definida por el nivel de continua en la base y la amplitud de la señal de excitación.

VDC+VAC se establecen tales que la corriente pico sea la máxima permitida
quedando como variable de diseño el ratio k=VAC/VDC

el script m16603c.m hace una búsqueda de los valores que cumplen esa condición
y mide la apertura resultante
<figura 5>

el circuito 16603b2 intenta obtener el mejor segundo armónico. Da los siguientes resultados

T=100ns

tao=25ns

apertura=0.25

<figura 6>

la variación respecto a 0.33 parece razonable, ya que depende de cómo se mida TAO.

== EXTRACCIÓN DEL ARMÓNICO DESEADO

con una red LC se extrae el segundo armónico.

<figura7-esquema>

la resistencia de carga se deberia escoger tal que la atenuacion de los armonicos no deseados sea de al menos, 10dB.
utilizando 800R se observan 4.5Vpp, esto es +5dBm
<figura7-tiempo>

la corriente pico de colector se ha previsto que sea 20mA. Esta valor se ve alterado al introducir la red RLC.
la corriente media en el filtro de alimentacion es 2.3mA
<figura7-corriente-tiempo>

segun la simulacion SPICE, al calcular la FFT sobre Vout se obtiene

f	dB	dBr
10MHz	-7dB	-12
20MHz	5dB	0
30MHz	-7dB	-12
40	-20	-25
50	-27	-32
60	-35	-40

<figura7>

== OPTIMIZACION DEL MULTIPLICADOR

el multiplicador se pueden maximizar dos variables:
potencia de salida seleccionando RL
pureza espectral ajustando el Q del resonador

- usar un transformador capacitivo para reducir a la amplitud de tension/impedancia deseada.
- entender la carga
- si es un multiplicador, hacer un analisis de las Z que se observan durante la conmutacion. analizar el comportamiento con dos multiplicadores en cascada
- .
- si es un mezclador.

== ANALISIS CON BALANCE ARMONICO

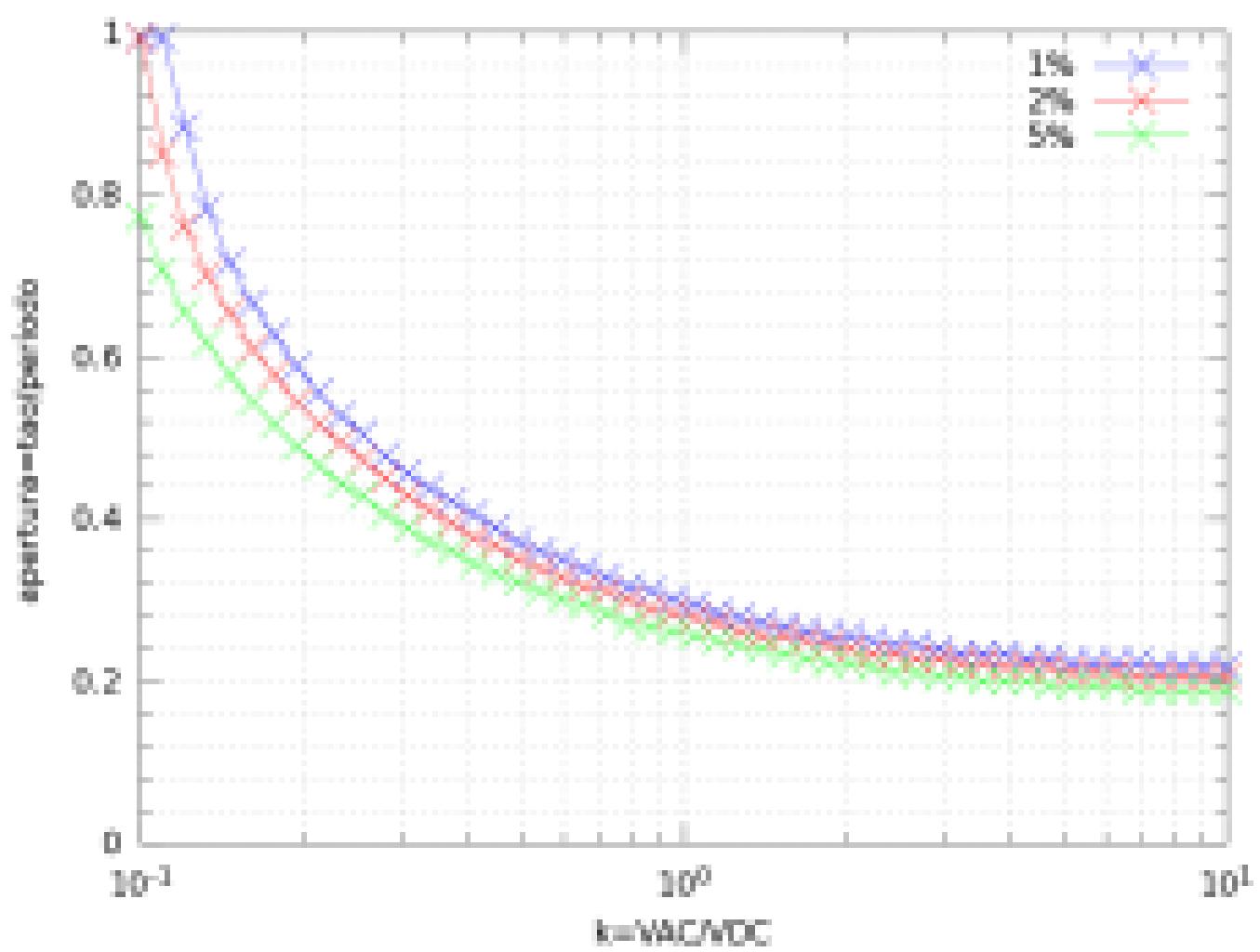
el simulador con el metodo del balance armonico predice, en una forma de onda periodica,
la amplitud de cada uno de los coeficiente de una seria de fourier.

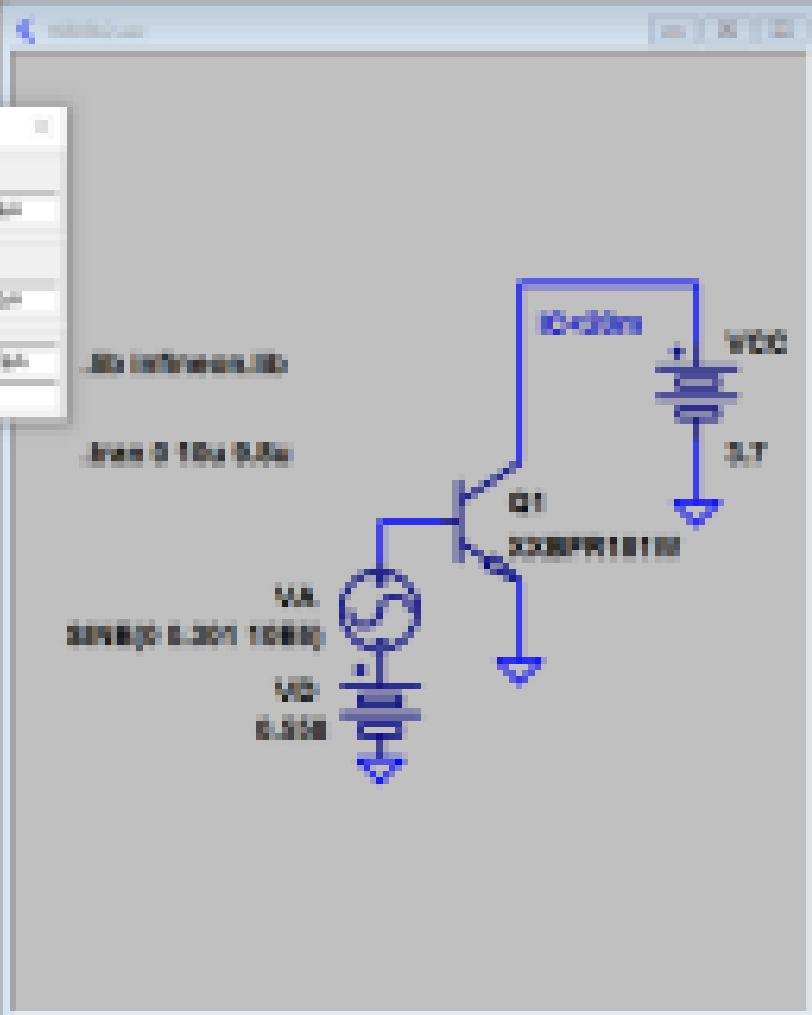
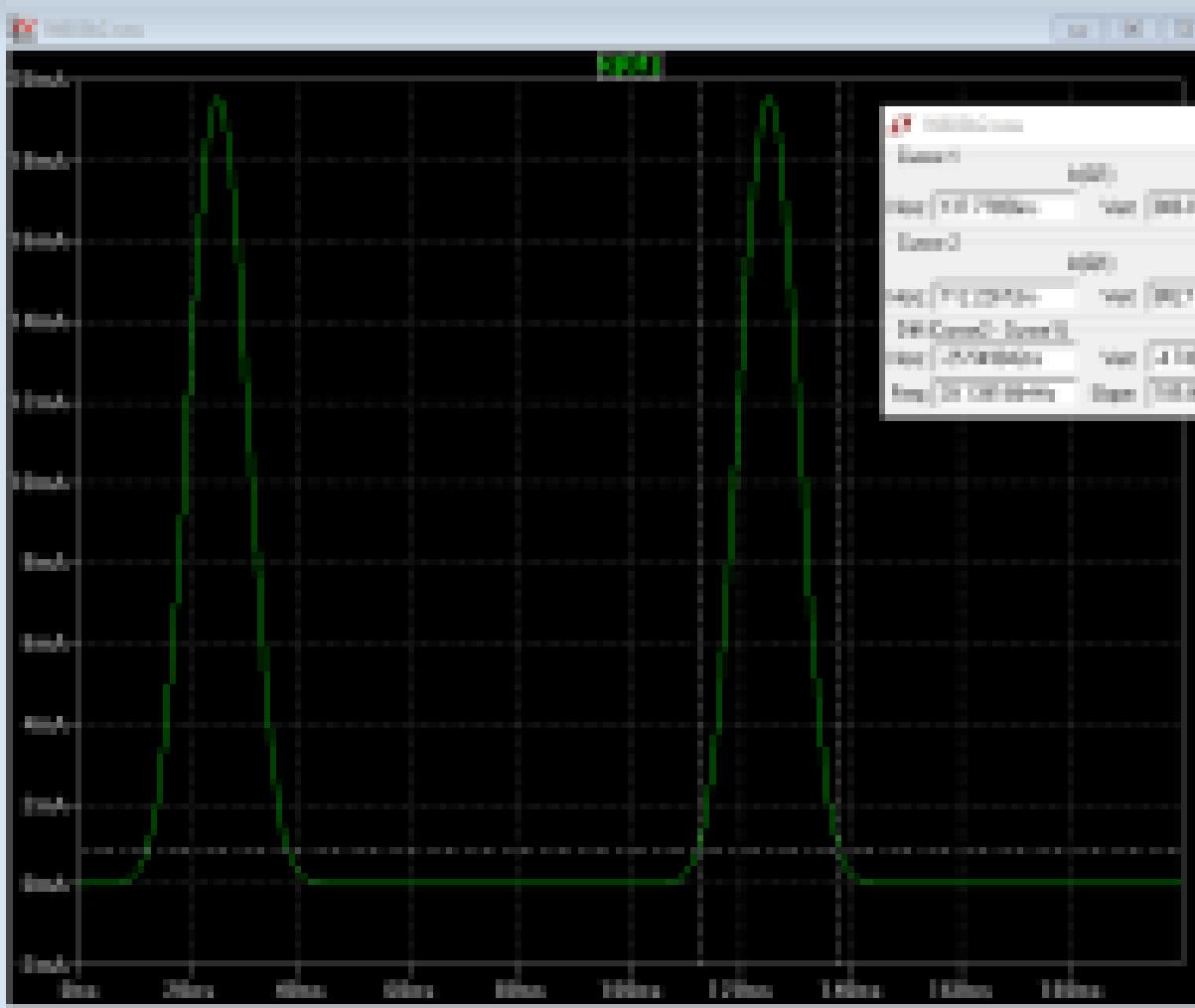
las formas de onda en el tiempo tienen un gran parecido con la simulacion temporal, y los coeficientes calculados son casi coincidentes.
<figura 8>

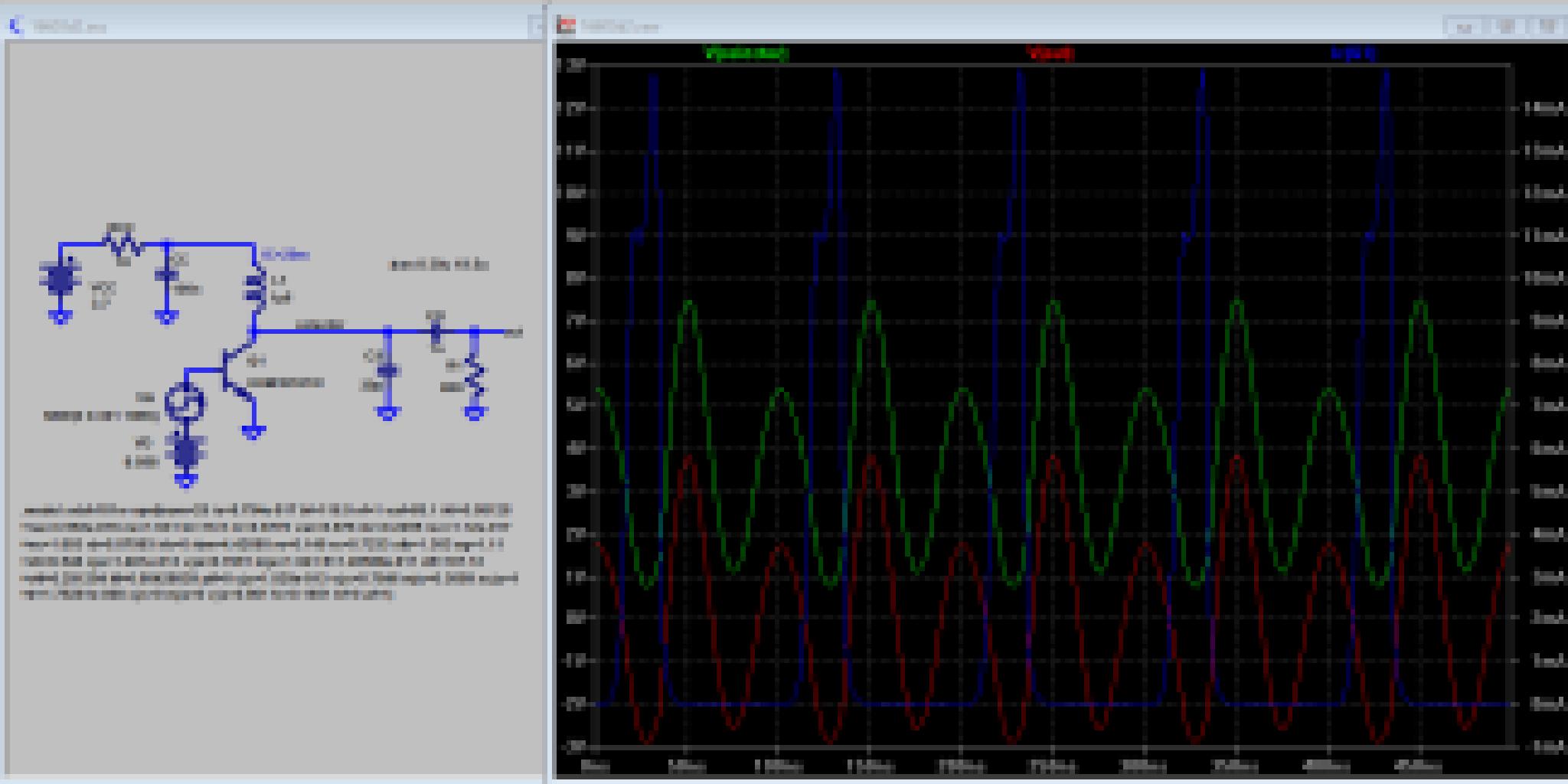
-13.81475	10MHz
0.00000	20MHz
-13.92996	30MHz
-24.17129	40
-35.03950	50
-36.32283	60
-34.61120	
-34.77018	
-35.64270	

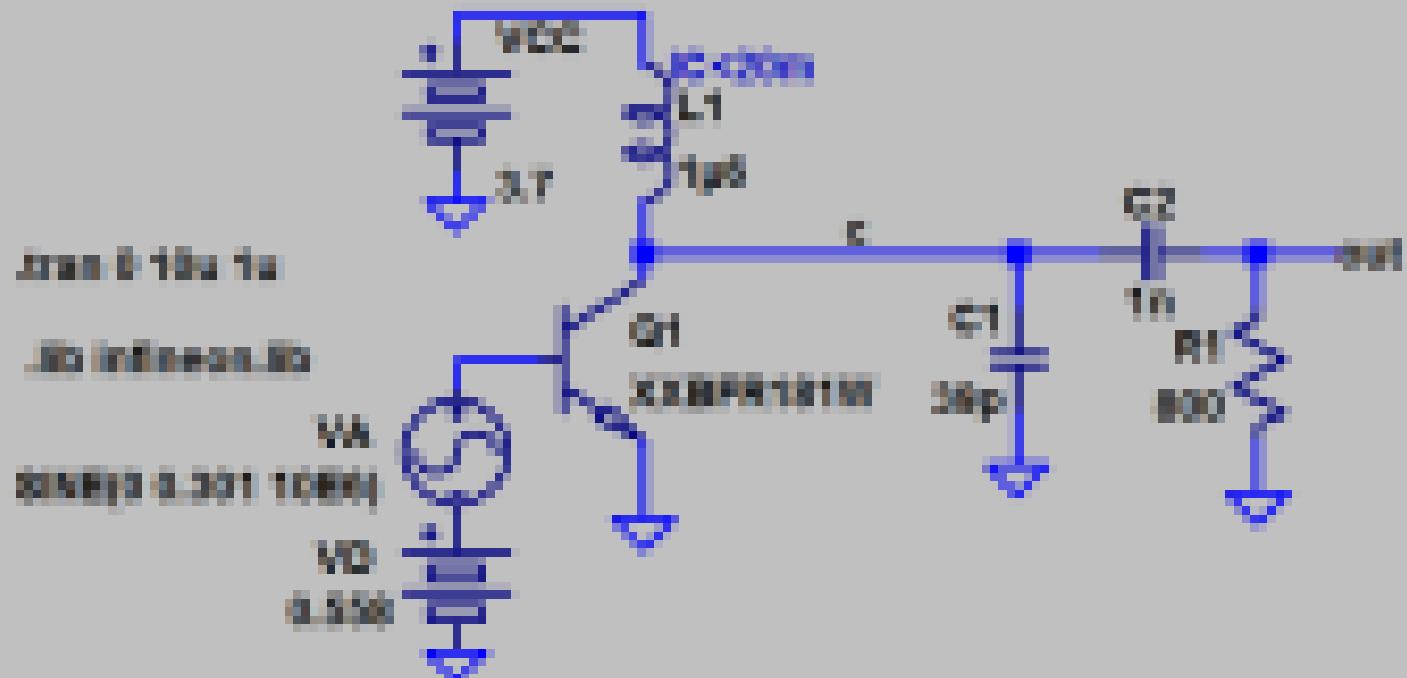
== MEZCLADOR

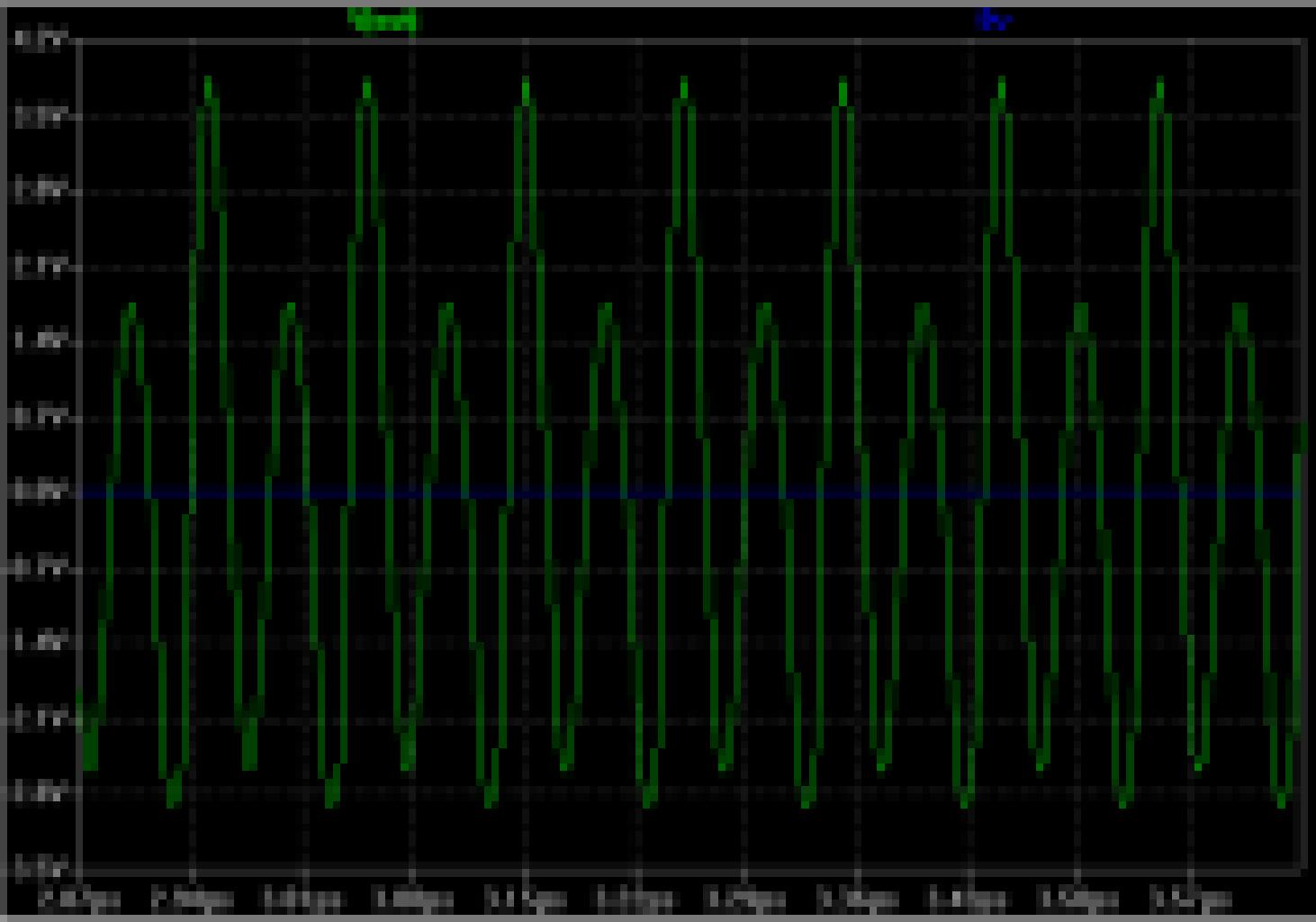
la señal generada tiene armonicos atenuados XdB. al introducirse en el circuito mezclador, este realiza mezclas no deseadas con señales fuera de banda, que podrian generar señales en la banda de interes.
un filtro SAW en la entrada reduce este riesgo y reduce la necesidad de filtrado de LO

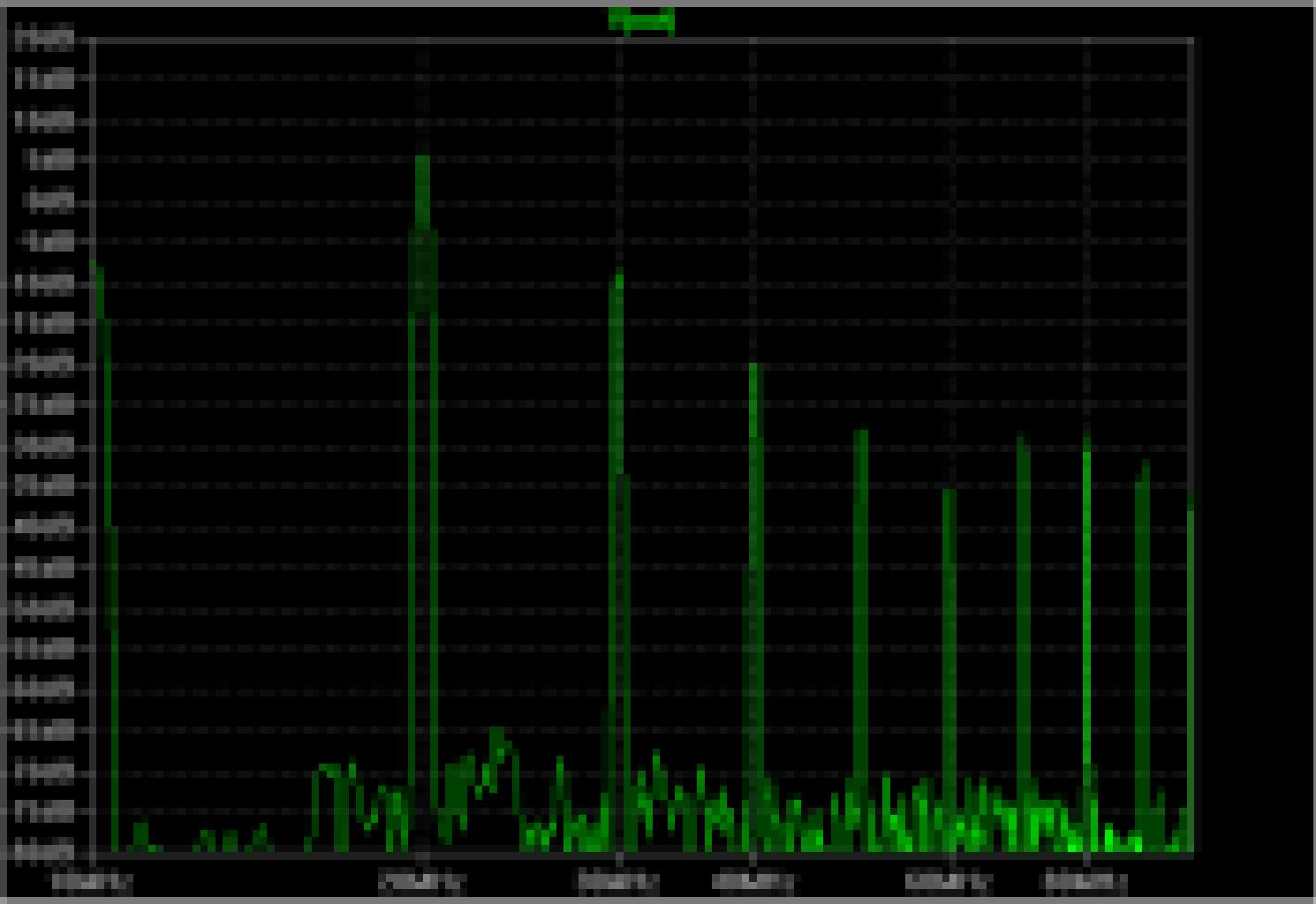


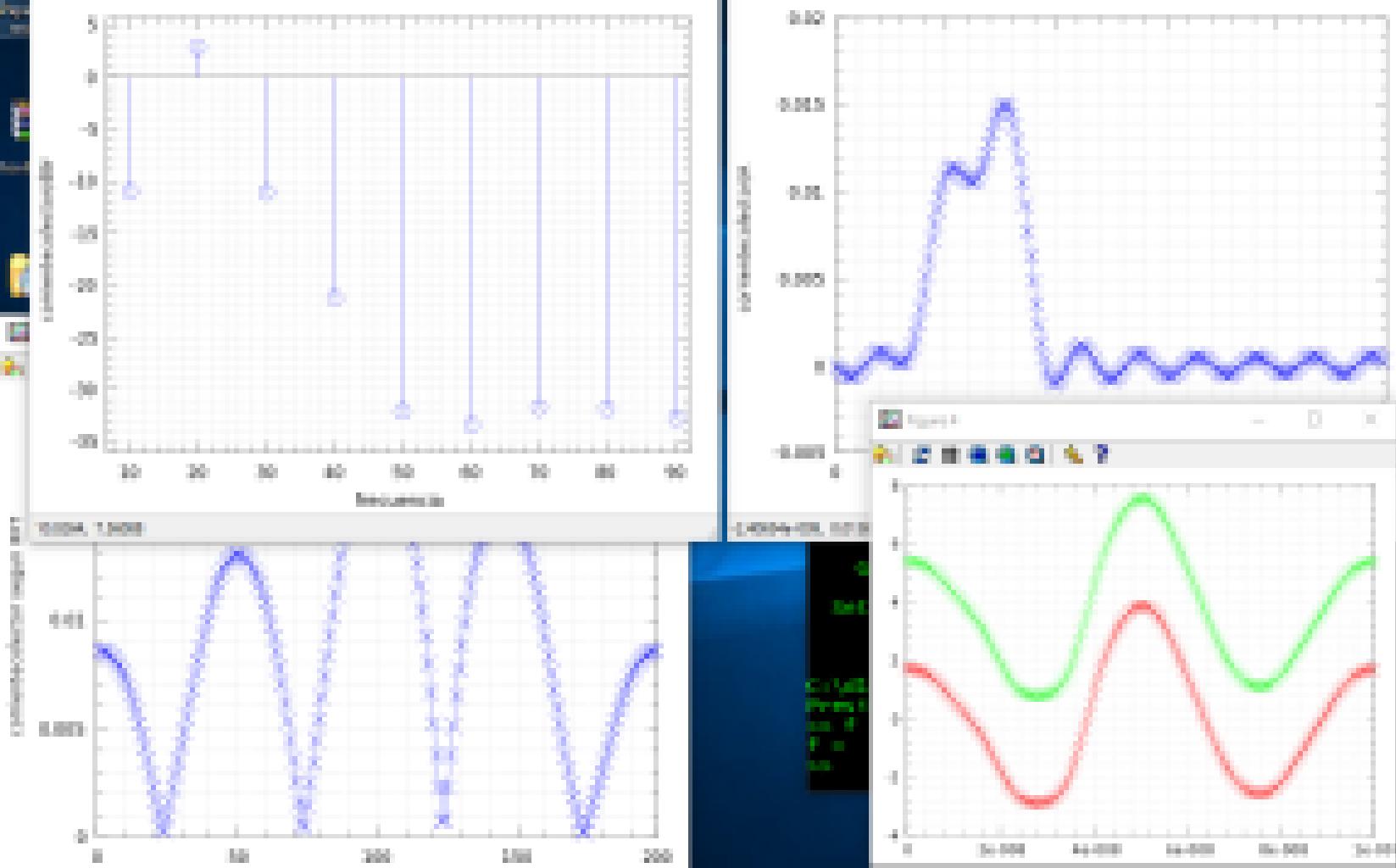












mezclador

Single Ended BJT Mixer(Nonlinear)

A single ended BJT mixer is shown in Figure 1.

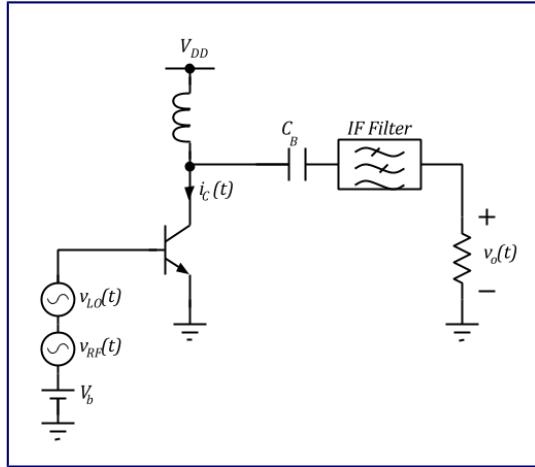


Figure 1. Schematic of a single ended BJT mixer

In active region the BJT is modeled as $I_c \approx I_s e^{\frac{v_{be}}{V_t}}$. From the Figure 1,

$$(1) \quad I_c = I_s e^{V_b + v_{LO} + v_{RF}/V_t} = \underbrace{I_s e^{V_b/V_t}}_{I_{CQ}} e^{v_{RF}/V_t} e^{v_{LO}/V_t}$$

If $v_{RF}/V_t \ll 1$, then

$$(2) \quad e^{v_{RF}/V_t} \approx 1 + \frac{v_{RF}}{V_t}$$

Typically $v_{LO} \gg v_t$. So e^{v_{RF}/V_t} is given by

$$(3) \quad e^{v_{LO}/V_t} = 1 + \frac{v_{LO}}{V_t} + \frac{1}{2} \left(\frac{v_{LO}}{V_t} \right)^2 + \dots + \frac{1}{n} \left(\frac{v_{LO}}{V_t} \right)^n$$

Substituting in Eq(1),

$$\begin{aligned} I_c &= I_{CQ} \left(1 + \frac{v_{RF}}{V_t} \right) \left(1 + \frac{v_{LO}}{V_t} + \frac{1}{2} \left(\frac{v_{LO}}{V_t} \right)^2 + \dots + \frac{1}{n} \left(\frac{v_{LO}}{V_t} \right)^n \right) \\ &= I_{CQ} \left(1 + \frac{v_{LO}}{V_t} + \frac{1}{2} \left(\frac{v_{LO}}{V_t} \right)^2 + \dots + \frac{1}{n} \left(\frac{v_{LO}}{V_t} \right)^n \right) + I_{CQ} \frac{v_{RF}}{V_t} \left(1 + \frac{v_{LO}}{V_t} + \frac{1}{2} \left(\frac{v_{LO}}{V_t} \right)^2 + \dots + \frac{1}{n} \left(\frac{v_{LO}}{V_t} \right)^n \right) \\ &= I_{CQ} \left(1 + \underbrace{\frac{V_{LO}}{V_t} \cos(\omega_{LOT}) + \frac{1}{2} \left(\frac{V_{LO}}{V_t} \right)^2 \cos^2(\omega_{LOT}) + \dots + \frac{1}{n} \left(\frac{V_{LO}}{V_t} \right)^2 \cos^n(\omega_{LOT})}_{\text{LO and its harmonics}} \right) \\ &\quad + I_{CQ} \frac{V_{RF}}{V_t} \left(\underbrace{\cos(\omega_{RFT}) + \frac{V_{LO}}{V_t} \cos(\omega_{RFT}) \cos(\omega_{LOT})}_{\text{mixing action}} + \underbrace{\frac{1}{2} \left(\frac{V_{LO}}{V_t} \right)^2 \cos(\omega_{RFT}) \cos^2(\omega_{LOT}) + \dots}_{\text{higher order terms}} \right) \end{aligned}$$

In Eq.(4), except $\omega_{LO} - \omega_{RF}$ term all other terms are near to LO frequency or higher than LO frequency. Therefore they can be filtered out by output filter.

Voltage conversion gain is,

$$A_v = \frac{I_{CQ} V_{LO}}{2V_t^2} R_L$$

Square law Mixer

The schematic of a simplified single ended square law mixer is shown in Figure 1.

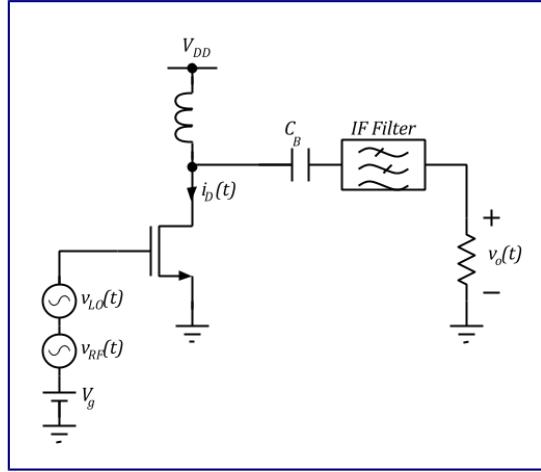


Figure 1. Schematic of a single ended square law mixer

Mixing operation is achieved by square law behavior of the MOS transistor operating in saturation region. The bias voltage V_g keep the transistor at the right operating point. MOS transistor drain current $i_D(t)$ is given by,

$$(1) \quad i_D(t) = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)^2 = \beta_n (V_{GS} - V_T)^2$$

where $\beta_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L}$

$$\begin{aligned} i_D(t) &= \beta(V_g + v_{RF}(t) + v_{LO}(t) - V_T)^2 \\ &= (v_{RF}(t) + v_{LO}(t))^2 + (V_g - V_T)^2 + 2(v_{RF}(t) + v_{LO}(t))(V_g - V_T) \\ &= \beta \left[\frac{V_{RF}}{2} (1 + \cos(2\omega_{RF}t)) + \frac{V_{LO}}{2} (1 + \cos(2\omega_{LO}t)) \right. \\ &\quad \left. + \underbrace{V_{RF}V_{LO}(\cos(\omega_{LO} - \omega_{RF})t + \cos(\omega_{LO} + \omega_{RF})t)}_{\text{sum and difference components}} \right] \\ &\quad + (V_g - V_T)^2 + 2(V_g - V_T)V_{RF} \cos(\omega_{RF}t) + 2(V_g - V_T)V_{LO} \cos \end{aligned} \quad (2)$$

2)

Except the difference term($\omega_{LO} - \omega_{RF}$), all other terms are of high frequency and can be removed by IF filter.

Voltage conversion gain is

$$(3) \quad A_v = \left| \frac{i_{IF} R_L}{v_{RF}} \right| = \beta V_{LO} R_L$$

Therefore the conversion gain is influenced by LO amplitude. Higher LO amplitude, higher the gain.

Hola Eduardo,

Respecto al mezclador del que hablamos ayer, despuÃ±os de echar unas cuentas ya tengo una buena idea de cÃ³mo se comporta.

Efectivamente, las amplitudes de las frecuencias que se producen se escriben en tÃ©rminos de funciones I de Bessel modificadas. La frecuencia $n*f_{LO} + m*f_{RF}$ tiene amplitud $R_L * i_{CQ} * I_n(a) * I_m(b)$, donde

$$a = v_{LO}/v_t$$
$$b = v_{RF}/v_t,$$

de modo que pensamos en que a es grande y b es pequeÃ±o.

Para el caso que no ocupa, la ganancia de conversiÃ³n en voltaje es

$$2*R_L * i_{CQ} * I_1(a) * I_1(b) / v_{RF}$$

(el 2 aparece porque hay que sumar las frecuencias $f_{LO}+f_{RF}$ y $-f_{LO}-f_{RF}$).

Ahora, para $0 < z$ mucho menor que $\sqrt{n+1}$, podemos aproximar $I_n(z)$ como $(z/2)^n/n!$. Por tanto, la ganancia de conversiÃ³n en voltaje es aproximadamente

$$R_L * i_{CQ} * I_1(a) / v_t.$$

En el papel que me pasaste, aparece

$$A_v = R_L * i_{CQ} * v_{LO} / 2 * v_t^2,$$

es decir, se ha aproximado $I_1(a)$ por $a/2$. Esto solo es razonable para a pequeño. Para a grande (digamos, mayor que 5) se puede aproximar $I_1(a)$ como $e^a/\sqrt{2\pi a}$, de modo que una aproximaciÃ³n mejor para A_v es

$$(*) R_L * i_{CQ} * e^{(v_{LO}/v_t)} / v_t * \sqrt{2\pi v_{LO}/v_t}.$$

Siguiente pregunta: Ã;quÃ© pasa con los armÃ³nicos que nos molestan? Para el caso en el que nos ocupa, en el que f_{LO} es mucho mÃ;s grande que f_{RF} (por ejemplo, $f_{LO} = 367MHz$, $f_{RF} = 70MHz$ para el conversor de IF a 70cm), el armÃ³nico mÃ;s molesto es f_{LO} (el "feedthrough" del LO).

Lo que nos interesa es el cociente de amplitudes de $f_{LO} + f_{RF}$ (la señal deseada) entre f_{LO} (el armÃ³nico mÃ;s fuerte). Este cociente es

$$I_1(b) / I_0(b),$$

que es aproximadamente

$$v_{RF} / 2 * v_t.$$

Primero observamos que esta cosa no depende de v_{LO} . Segundo observamos que v_{RF} no puede ser muy pequeño, pues en este caso, incluso despuÃ±os de filtrar, la frecuencia mÃ;s fuerte serÃ¡ f_{LO} .

La frecuencia $f_{LO} - f_{RF}$ (la frecuencia imagen) no nos importa demasiado, porque es mucho menos intensa que f_{LO} y de menor frecuencia, por lo que la atenuaciÃ³n del filtro paso bajo serÃ¡ mejor (o al menos comparable) a la atenuaciÃ³n en f_{LO} .

A parte de DC (de la que podemos olvidarnos), el resto de señales intensas corresponden a los armÃ³nicos de f_{LO} . El armÃ³nico $n*f_{LO}$ tiene una amplitud proporcional a $I_n(a)$. Como ya nos dice nuestra intuiciÃ³n, para a fijo $I_n(a)$ decrece con n (de hecho decrece como $a^n/n!$).

De nuevo, los armÃ³nicos de f_{LO} (sobre todo los de frecuencias mÃ;s bajas, $2*f_{LO}$, $3*f_{LO}$, etc.) son mucho mÃ;s fuertes que la frecuencia de interÃ±os $f_{LO} + f_{RF}$, por lo que es necesario un filtro de paso bajo antes del PA para atenuar estos armÃ³nicos.

Para hacerse una idea, estÃ¡ bien mirar la grÃ¡fica adjunta. Se muestra cuÃ¢ntos dB estÃ¡n por debajo de f_{LO} los armÃ³nicos $2*f_{LO}$, $3*f_{LO}$, ..., $10*f_{LO}$ para valores de a entre 1 y 100. Esta grÃ¡fica tambiÃ©n es Ãºtil

para analizar el rendimiento de este circuito como multiplicador de frecuencia.

Otra cosa importante de la que no hemos hablado antes es la IMD de este mezclador. Para analizarla, ponemos
 $v_{RF}(t) = v_{RF}\cos(2\pi f_{RF1}t) + v_{RF}\cos(2\pi f_{RF2}t)$, donde
RF_1 y RF_2 son frecuencias cercanas. Nos interesa ver quÃ© pasa con los productos de intermodulaciÃ³n $f_{LO} + 2*f_{RF1} - f_{RF2}$, $f_{LO} - f_{RF1} + 2*f_{RF2}$, etc.

En particular, nos interesa el cociente entre los productos de intermodulaciÃ³n y las seÃ±ales deseadas $f_{LO} + f_{RF1}$, $f_{LO} + f_{RF2}$. Este cociente es

$I_2(b)$,

que es aproximadamente

$b^{2/8}$,

lo cual cuadra con nuestra intuiciÃ³n: la seÃ±al deseada es proporcional a b y el tercer producto de intermodulaciÃ³n es proporcional a b^3 .

Conclusiones:

v_{LO} no causa demasiado efecto en el rendimiento del circuito. Interviene en la ganancia de conversiÃ³n la fÃ³rmula (*). Si v_{LO} es demasiado pequeÃ±o, la ganancia es baja. Si v_{LO} es demasiado grande, el BJT saturarÃ¡ y el modelo deja de ser vÃ¡lidido. Si tenemos un requerimiento de ganancia fijado y R_L tambiÃ©n estÃ¡ fijo, la observaciÃ³n es que para aumentar la ganancia es posible aumentar i_{CQ} o bien aumentar v_{LO} . HabrÃ¡ un equilibrio de cuÃ¡l es la combinaciÃ³n de i_{CQ} y v_{LO} que disipa menos potencia obteniendo la misma ganancia (en esto tambiÃ©n interviene el hecho de que el circuito que genera v_{LO} disipa potencia).

v_{RF} (o equivalentemente, b) no puede ser demasiado bajo, pues si no $f_{LO} + f_{RF}$ serÃ¡s mucho mÃ¡s dÃ©bil que f_{LO} . Tampoco puede ser demasiado alto, pues esto causa intermodulaciÃ³n. En particular, si tenemos un requerimiento de IMD de -20dB, debemos tener $b < 0.89$. Para IMD menor de -30dB, obtenemos $b < 0.5$. Observamos que (al menos teÃ³ricamente), el rendimiento de IMD es en general bastante bueno, como cabrÃ¡-a esperar.

Respecto a los parÃ¡metros experimentales, $v_{LO} = 100mV$, $v_{RF} = 5mV$, corresponden a $a = 3.8$, $b = 0.2$. Con estos parÃ¡metros, $f_{LO} + f_{RF}$ estÃ¡ 20dB por debajo de f_{LO} , por lo que hacen falta 63dB de atenuaciÃ³n en f_{LO} si quieres tener f_{LO} 43dB por debajo de $f_{LO} + f_{RF}$. La IMD es muy buena (-46dB). El armÃ³nico $2*f_{LO}$ estÃ¡ solo 3.8dB por debajo de f_{LO} , y por tanto 16.2dB por encima de $f_{LO} + f_{RF}$, por lo que hacen falta unos 20dB de atenuaciÃ³n en $2*f_{LO}$ antes del PA. El armÃ³nico $3*f_{LO}$ estÃ¡ 9.8dB por debajo de f_{LO} , y por tanto 10.2dB por encima de $f_{LO} + f_{RF}$. Asumiendo que tenemos al menos 20dB de atenuaciÃ³n para $3*f_{LO}$ y frecuencias mÃ¡s altas, no es necesario preocuparse de estos armÃ³nicos. La ganancia de conversiÃ³n en este caso es

$313*R_L*i_{CQ}$.

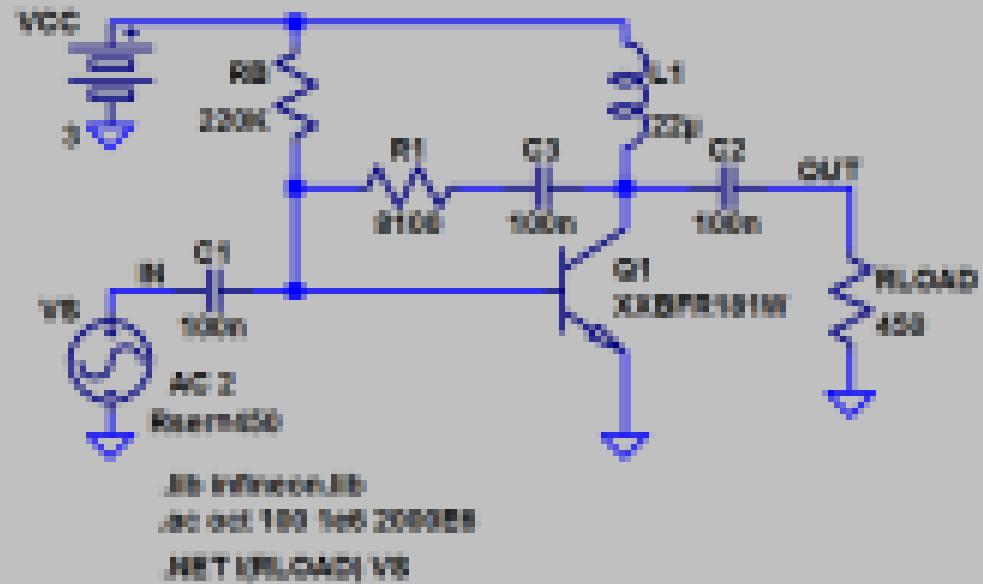
Puede ser buena idea aumentar v_{RF} , aunque tampoco hay mucho margen donde moverse. Por ejemplo, con $v_{RF} = 10mV$, $f_{LO} + f_{RF}$ estÃ¡ solamente 14dB por debajo de f_{LO} , de modo que harÃ¡-an falta 6dB menos de atenuaciÃ³n en f_{LO} . La IMD sigue siendo aceptable. Poniendo $v_{RF} = 20mV$, obtenemos $f_{LO} + f_{RF}$ 8dB por debajo de f_{LO} , pero la IMD es -22.6dB.

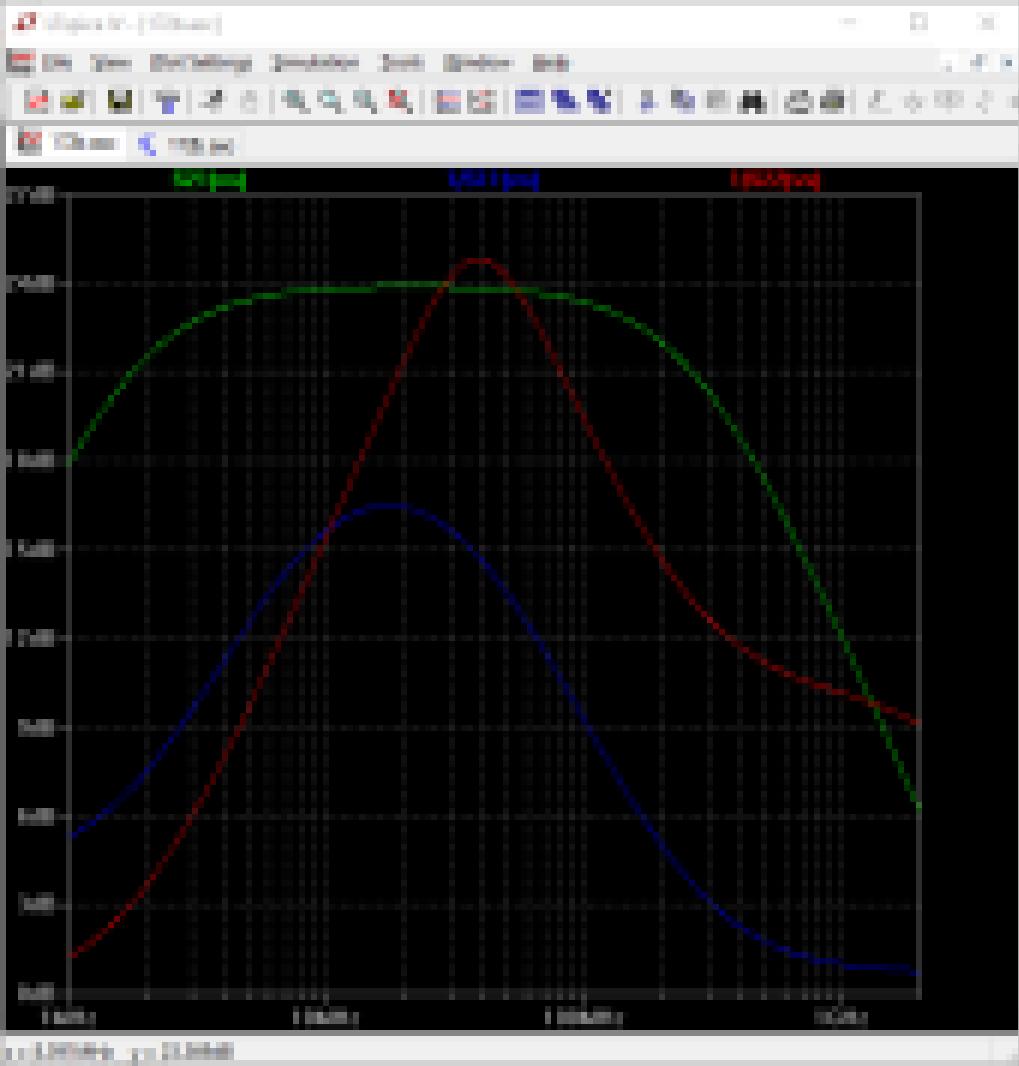
73,

Dani.

**amplificador bfr181 con realimentación
resistiva**

escribir el criterio utilizado para elegir el transisor
tabla corriente-ft de infineon





detector de potencia (askdem, agc, squelch)

= 16612 DETECTOR DE NIVEL
14/marzo/2017

== INTRODUCCION

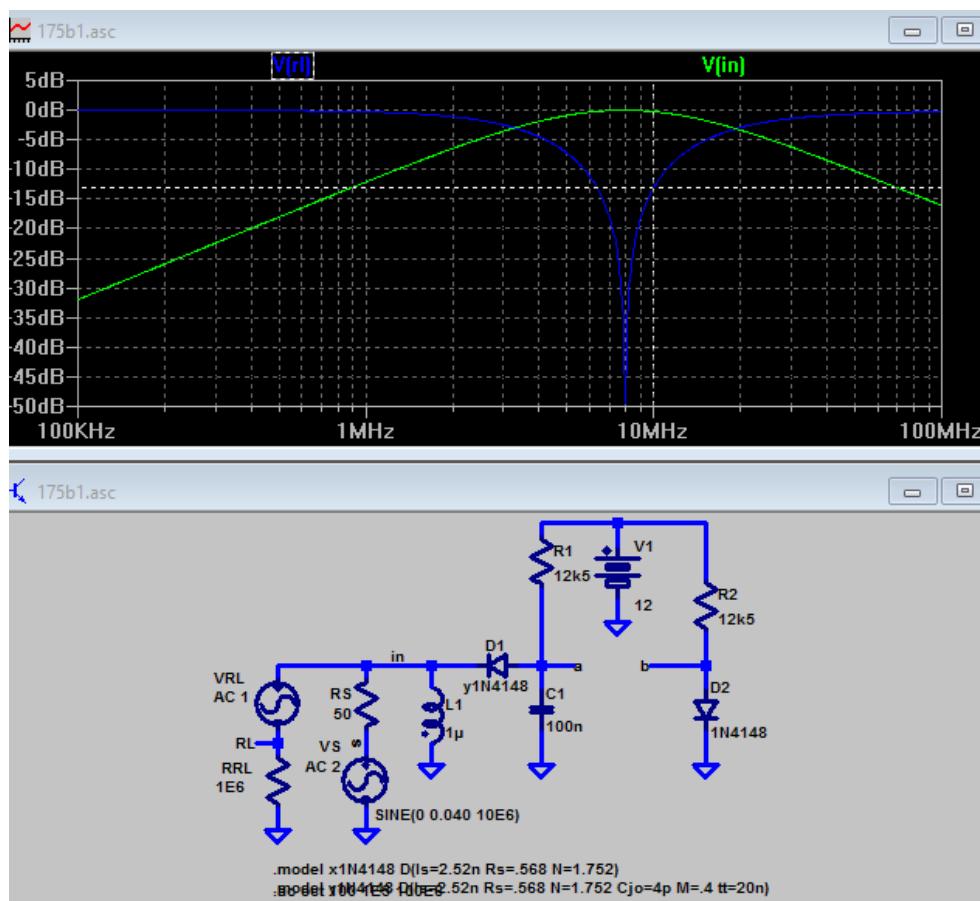
se aplica una corriente a un diodo. el diodo establece una tensión en sus bornes. al superponer una señal al diodo, debido a sus no linealidades, este modifica ligeramente la tensión de polarización. un circuito mide esta modificación, la amplifica y se la entrega a un ADC/CPU.

== POLARIZACION DEL DIODO

Se escoge el diodo 1N4148 ($I_{SS}=2.52E-9$; $N=1.752$). Se le aplica una corriente de $441\mu A$ de tal forma que la resistencia dinámica sea $50R$.

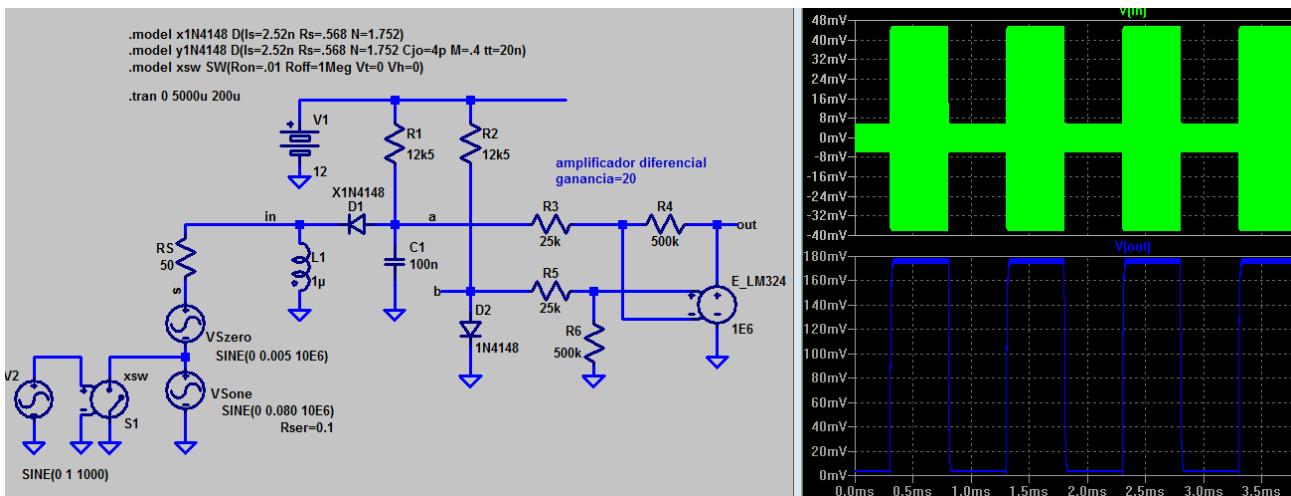
<verificar respuesta sensor para todo el rango de temperaturas>

La figura 1 muestra el coeficiente de reflexión de entrada para un amplio rango de frecuencia. Se observa una autoresonancia producida entre el choque de entrada y la capacidad parásita del diodo.



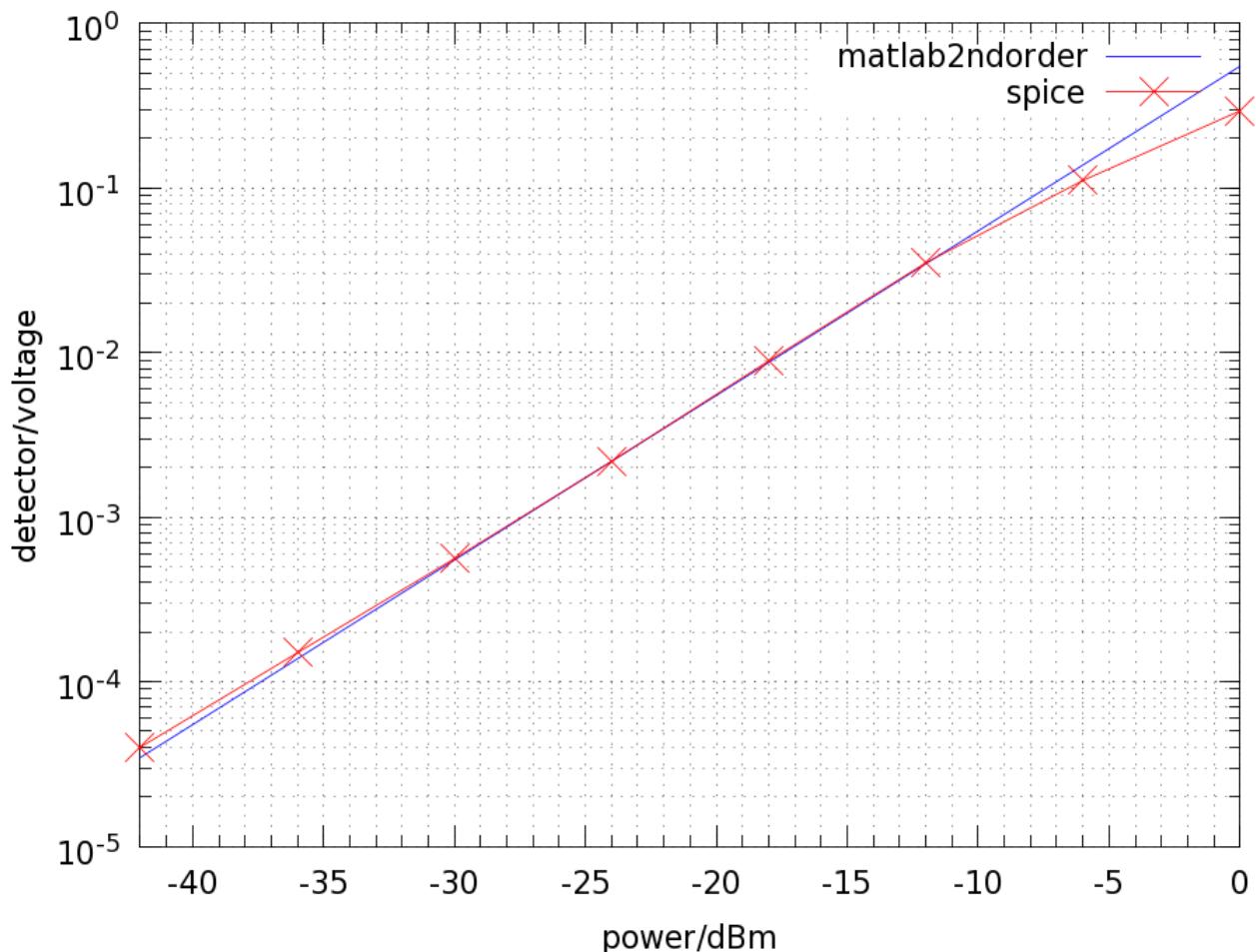
== CIRCUITO DE MEDIDA

La figura 5 muestra el circuito de detección y acondicionado de señal.



== RANGO DE SEÑALES DE ENTRADA

La figura 4 muestra la relacion entre potencia aplicada y tensión detectada.



El detector tiene un rango de trabajo de aproximadamente

Pdet	Vdet	VADC
-40dBm	0.1mV	2mV
-30dBm	1mV	20mV
-20dBm	10mV	200mV
-10dBm	100mV	2000mV

La siguiente tabla sumariza los niveles de señal esperados en cinco casos representativos, y el nivel de tensión a la salida del detector (según GAINBUDGET-REV1-14NOV16)

	PTX	d	Prx	Pdet	Vdet	VADC	caso
1	50W	500km	-73dBm	+4dBm	300mV	6V	caso extremo, detector saturado fuera de rango de medida
2	5W	500km	-83dBm	-6dBm	100mV	2V	tipico
3	5W	1500km	-93dBm	-16dBm	15mV	0.3V	tipico
4	500mW	1500km	-103dBm	-26dBm	1.5mV	0.03V	peor caso
5	ruido@12.5kHz		-133dBm	-56dBm	0	0	ruido, fuera de rango de medida

Se observa como los casos 1 y 5 llevan al detector fuera del rango de trabajo. Con un circuito atenuador se puede llevar el caso a trabajar dentro del rango, pero en ningún caso, el ruido estará dentro del rango, ya que no hay suficiente ganancia en la cadena de recepción.

resistencia de carga óptima paso final

= 16613 RESISTENCIA DE CARGA OPTIMA AMPLIFICADOR CLASE A
11marzo2016

en el momento de redactar este informe, no se dispone de un procedimiento de diseño para clases AB/B/C
por este motivo, el transponder es lineal y modos diferentes a FM se pueden utilizar

= NOTAS

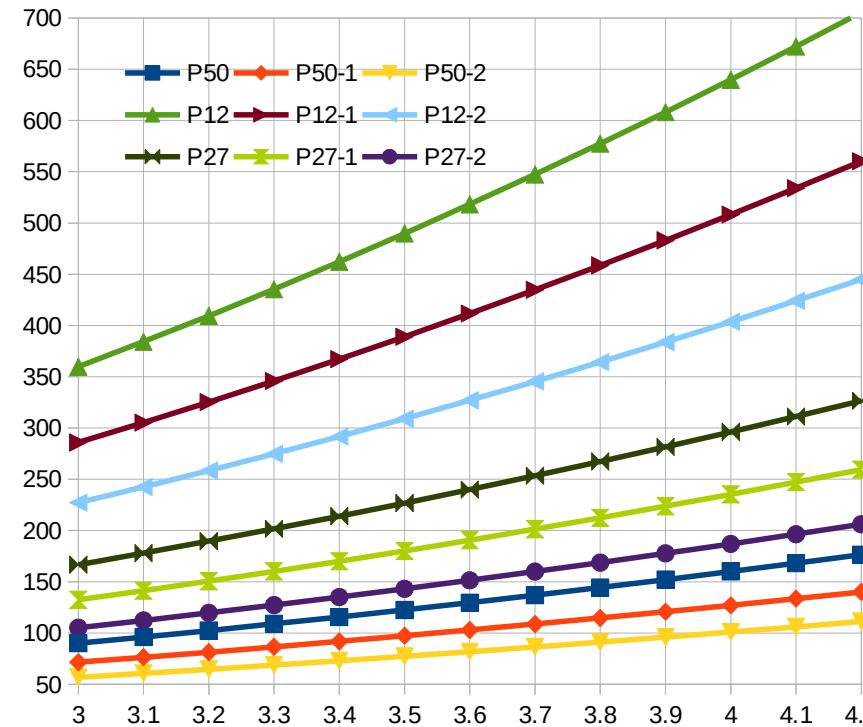
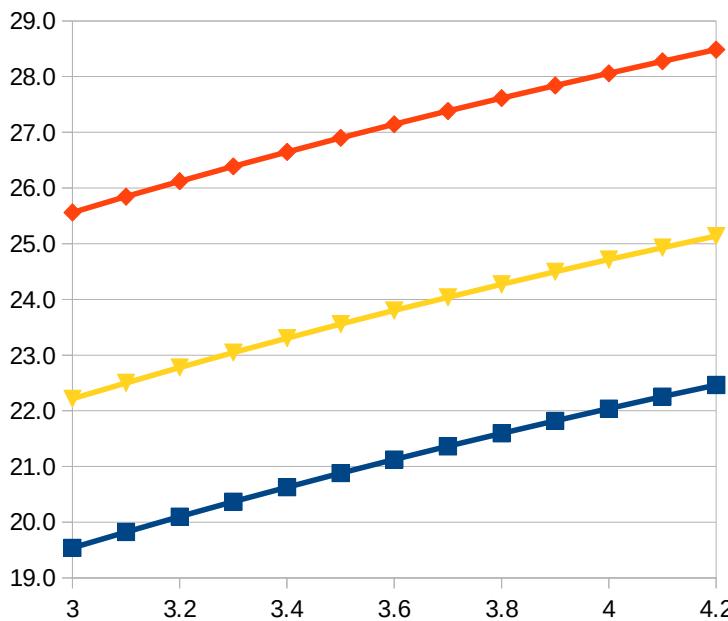
- * se busca punto de maxima eficiencia
- * IDC deberia ser la corriente suministrada por las celulas solares, para trabajar sin bateria
- * puede la corriente de base/colector variar con la tension de bateria para trabajar siempre en un punto optimo?
- * con un ensayo de dos tonos, podemos saber el backoff a utilizar en SSB multi usuario
- * con un ensayo FM/usuario, podemos ver la potencia maxima de salida
- * HACER HISTOGRAMA TENSION DE BATERIA A LO LARGO DE UNA DESCARGA COMPLETA
- * HACER HISTOGRAMA TENSION DE BATERIA A LO LARGO DE LA MISION
- * OJO, CONSIDERAR UNA DEGRADACION DE LA BATERIA A LO LARGO DE LA VIDA DE LA BATERIA. LO ANTERIOR PODRIA SIMULARSE
- * HACER GRAFICO, PARA VCC=3.7 4.2 Y 3.7-20%, PARA DISTINTAS CORRIENTE POLARIZACION, LA ROPT SALIDA

= REQUERIMIENTO END-OF-LIFE FUNCUBE

4.2.4 Battery End Of Life mode

When the batteries reach their "end-of-life", the satellite shall still be capable of functioning in sunlight
este requerimiento del funcube, es driver del circuito. se podria tener un amplificador con 2 corrientes de polarizacion

VCC VCC	VPP	VRMS	mADC	RLOAD		50		RLOAD		12.5		RLOAD		27					
				P/dBm	A/dB	P/mW	P50	BO-1	BO-2	mADC	P/dBm	P/mW	P12	BO-1	BO-2	mADC	P/dBm	P/mW	BO-1
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 DE UN 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	

etapa de ganancia variable

NOTAS DESORDENADAS SOBRE EL CIRCUITO DE AGC

==

idea:

circuito amplificador de ganancia variable basado en transistores
! ojo, aqui la Z0 que parece optima es 450R y no 50R

==

felix,felipe:

podrias darle un piense al bucle de control del agc?

- como implementarlo en C,
- frecuencia de actualizacion,
- estabilidad,...
- como tratar las condiciones de saturacion under over load
- como telecontrolarlo desde tierra por si da problemas?

==

modo de fallos

si CPU parada, en que estado se queda la salida?

==

que pasa si solo 32 valores discretos de ganancia
cuando actualizar el AGC?

solo cuando se activa el PTT?

==

AGC controlado por DAC (5bit interno microcontrolador) o por PWM?

==

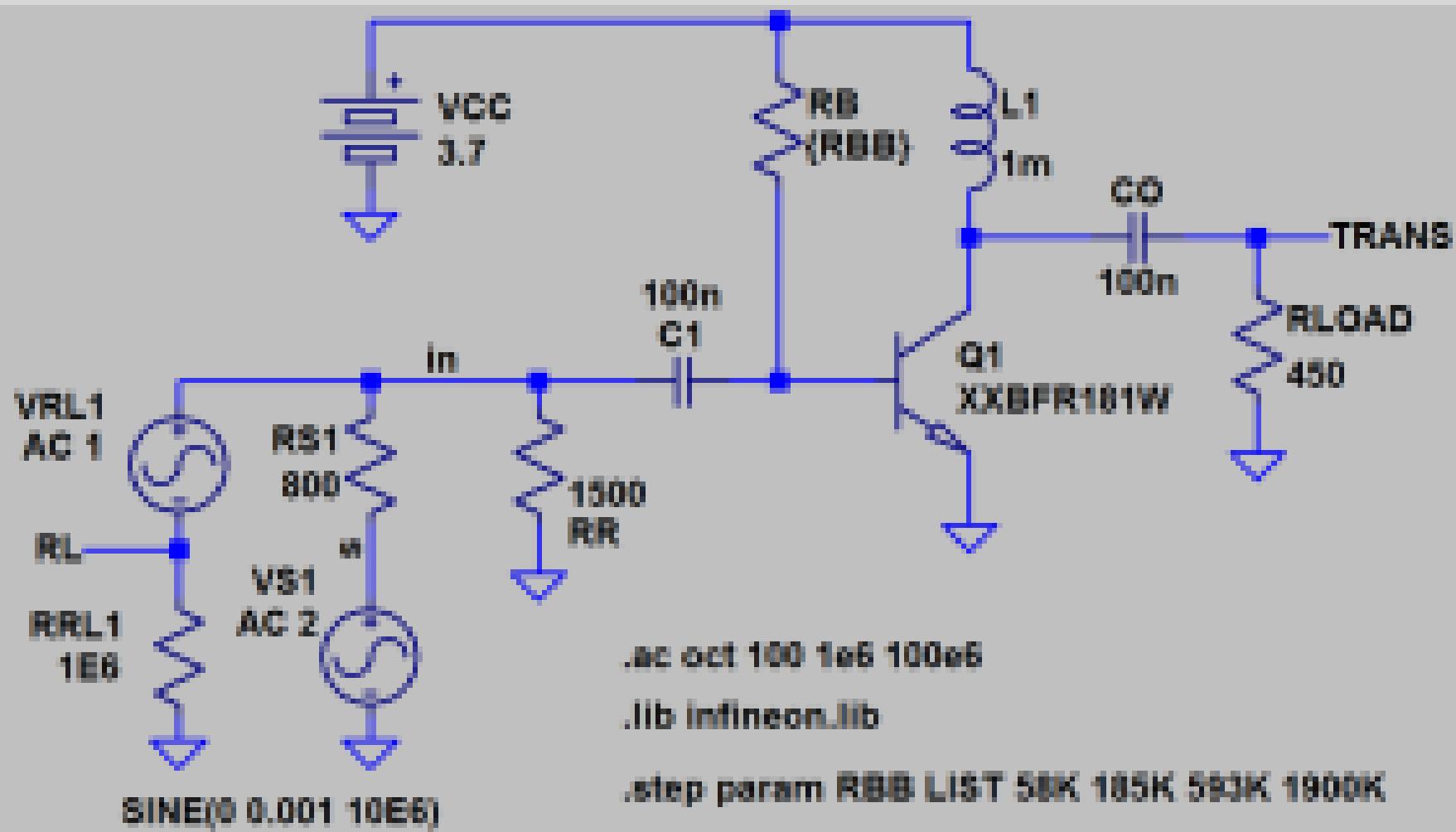
- el medidor de potencia basado en un simple diodo, tiene un rango de entrada de unos 30dB entre... -40 y -10dBm
- si el atenuador/amplificador variable se coloca ANTES del medidor de nivel, permite aumentar este rango de media.
- (?)mejora la IP3 de la cadena...

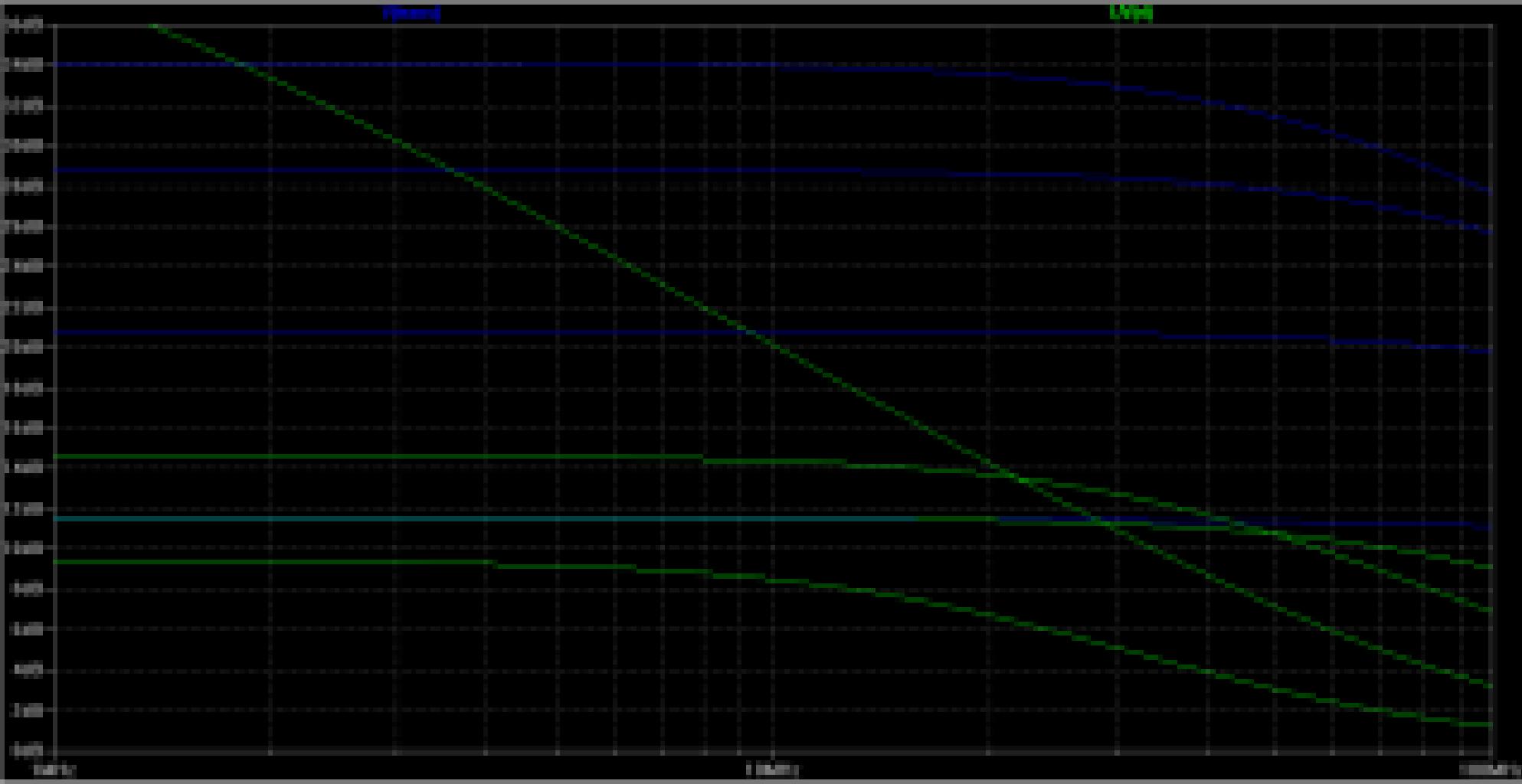
problema: hay que llevar la siguiente cuenta (suma):

Pentrada=Pmedida+atenuaciÃ³n

==

evaluar el bucle de control en condicion de saturacion (overload underload)

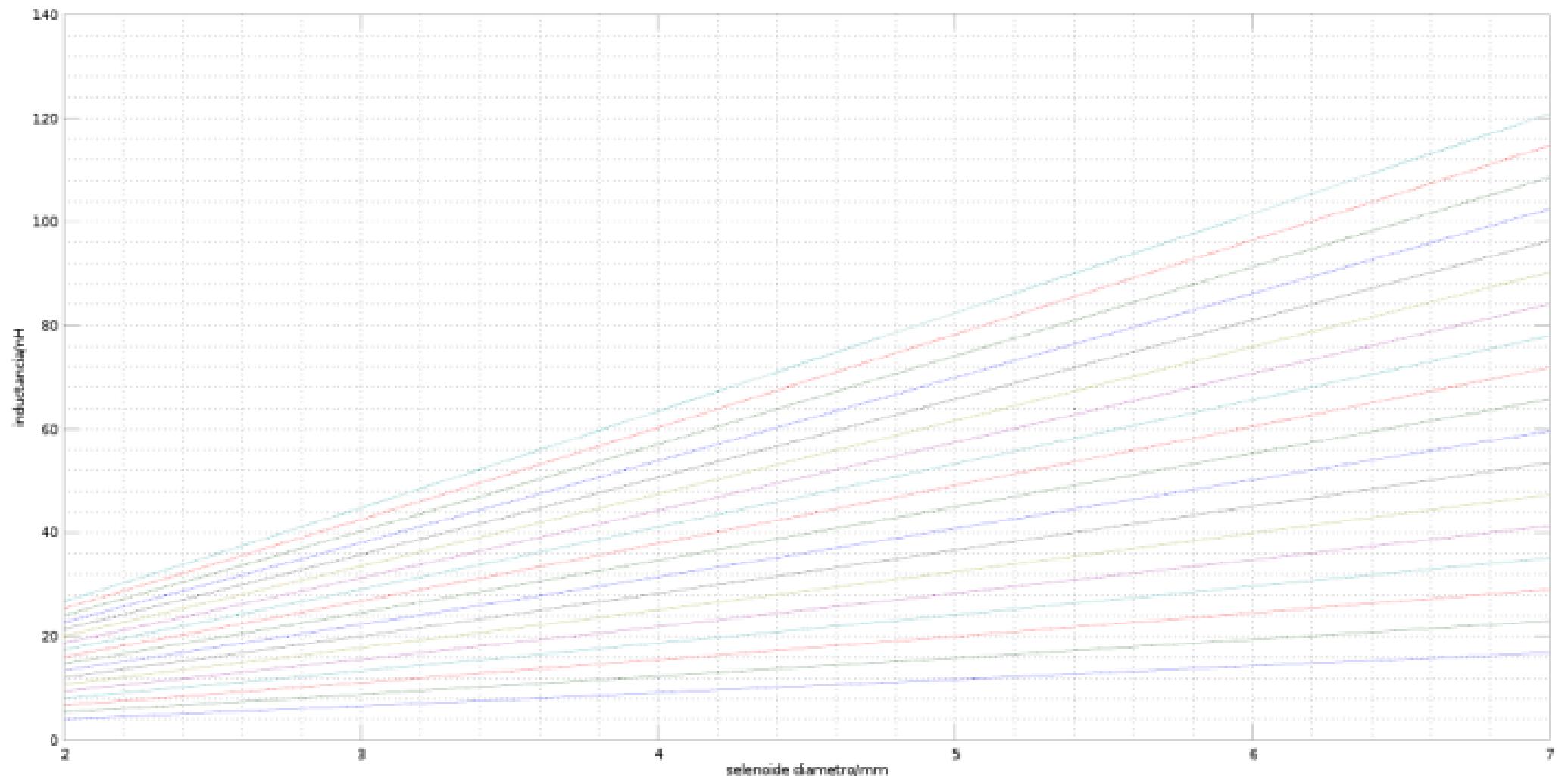


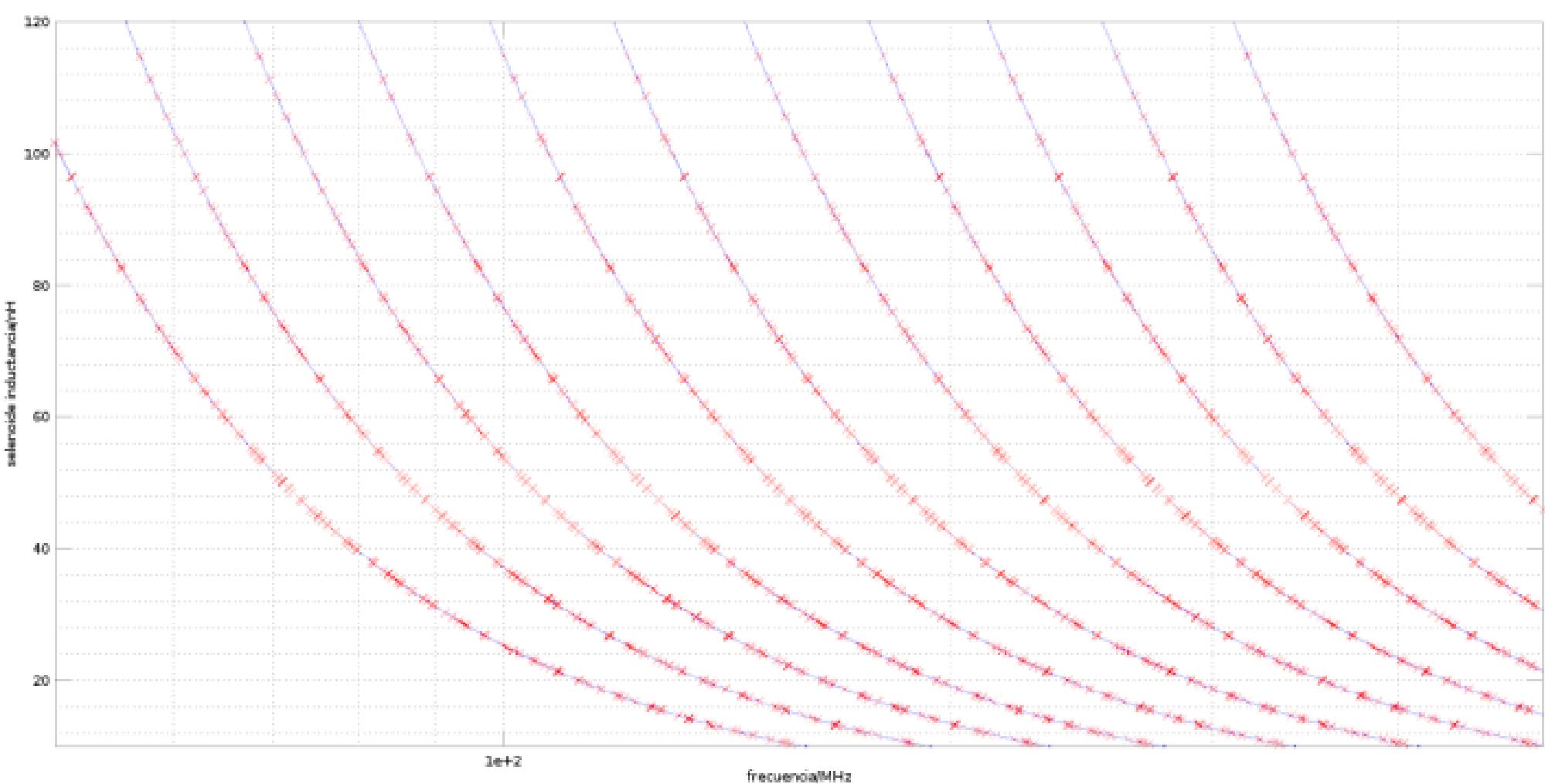


AMPLIFICADOR BIPOLAR GANANCIA VARIABLE - XXBFR181W
REV1 16/MAR/2017

RL	R	450	450	450	450	450
re	R	4.5	14.23	45	142.3	450
gm		0.222	0.070	0.022	0.007	0.002
Av	V/V	100	31.62	10	3.16	1
Av_dB	dB	40	30	20	10	0
vt	V	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
IC	A	0.0058	0.0018	0.0006	0.0002	0.0001
IC	mA	5.778	1.827	0.578	0.183	0.058
BETA@20MHz	A/A	30	30	30	30	30
rpi	R	135	427	1350	4269	13500
RR		1500	1500	1500	1500	1500
RIN=RR//rpi		124	332	711	1110	1350
G	W/W	2752.29	738.5	157.89	24.67	3 revisar definicion powergain
G	dB	34.4	28.68	21.98	13.92	4.77
BETA@DC	A/A	117	117	117	117	117
ISS	A	8.79E-17	8.79E-17	8.79E-17	8.79E-17	8.79E-17
IB	uA	49.4	15.6	4.9	1.6	0.5
VBE	V	0.83	0.8	0.77	0.74	0.71
RB		58174	185879	593861	1897122	6059842
		58K	185K	593K	1900K	6059K

rango de valores de inductancias





**metodología con análisis de balance
harmónico**

BALANCE HARMONICO CON XYCE
16618

METODOLOGIA

XYCE usa la sintaxis de SPICE y realiza balance armonico.
Los coeficientes obtenidos se leen y utilizando la funcion IFFT
se obtiene la respuesta en el tiempo.

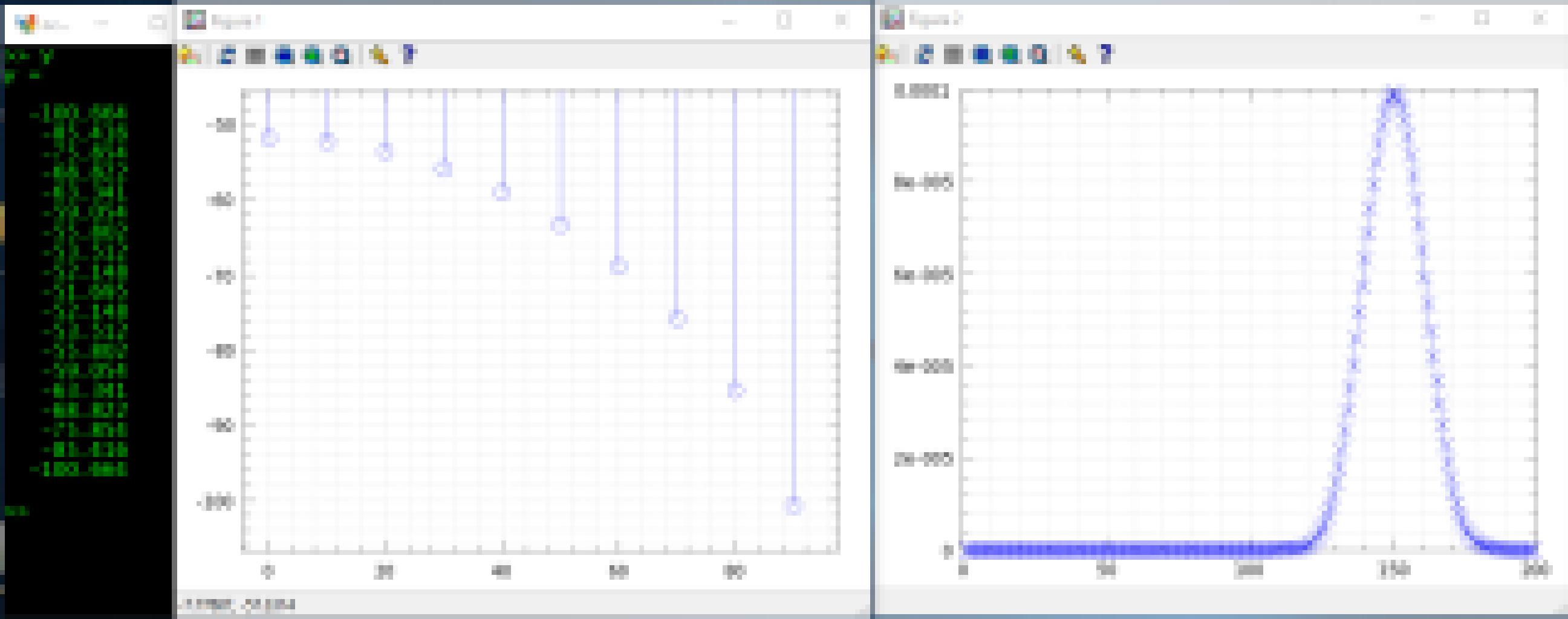
```
.hb 10e6
.options hbint numfreq=9 numtpts=200
.PRINT HB ic(Q1)

vd 1 0      0.558
va 2 1      sin(0  0.301  10e6 0 0)
q1 9 2 0 0  xxbf181w
vcc 9 0     3.7

.model xxbf181w npn(tnom=25 is=8.794e-017 bf=116.9 nf=1 vaf=68.1 ikf=0.08128
ise=3.592e-016 ne=1.631 br=16.5 nr=0.8776 var=6.876 ikr=0.2495 isc=1.12e-017 n
c=1.653 rb=8.87993 irb=0 rbm=4.42095 re=0.145 rc=0.7233 xtb=1.303 eg=1.11 xti=
6.548 cje=1.481e-013 vje=0.7691 mje=1.041 tf=1.45588e-011 xtf=107.12 vtf=0.291
204 itf=0.00428039 ptf=0 cjc=1.529e-013 vjc=0.7546 mjc=0.3099 xcjc=1 tr=1.7528
1e-008 cjs=0 mjs=0 vjs=0.901 fc=0.1651 kf=0 af=1)
```

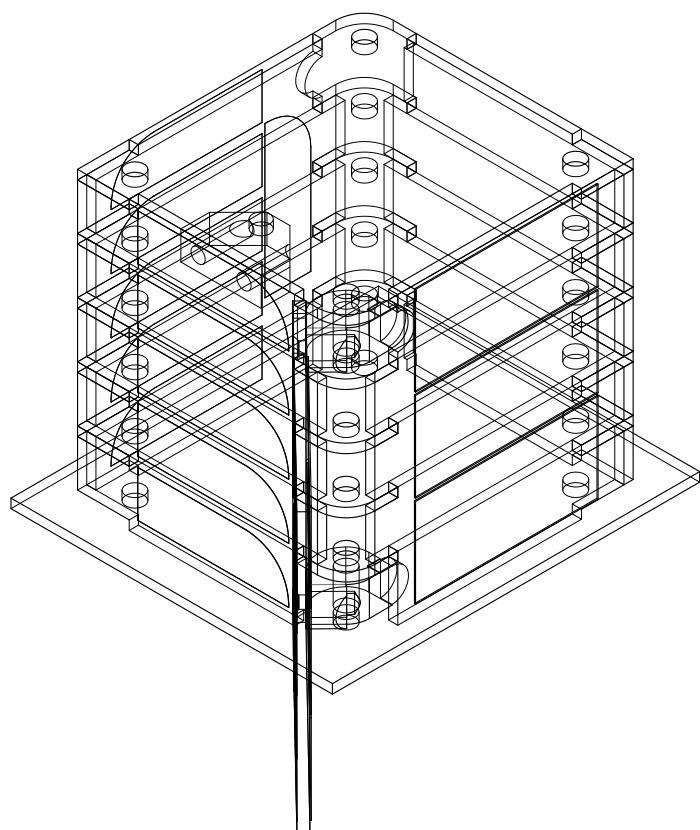
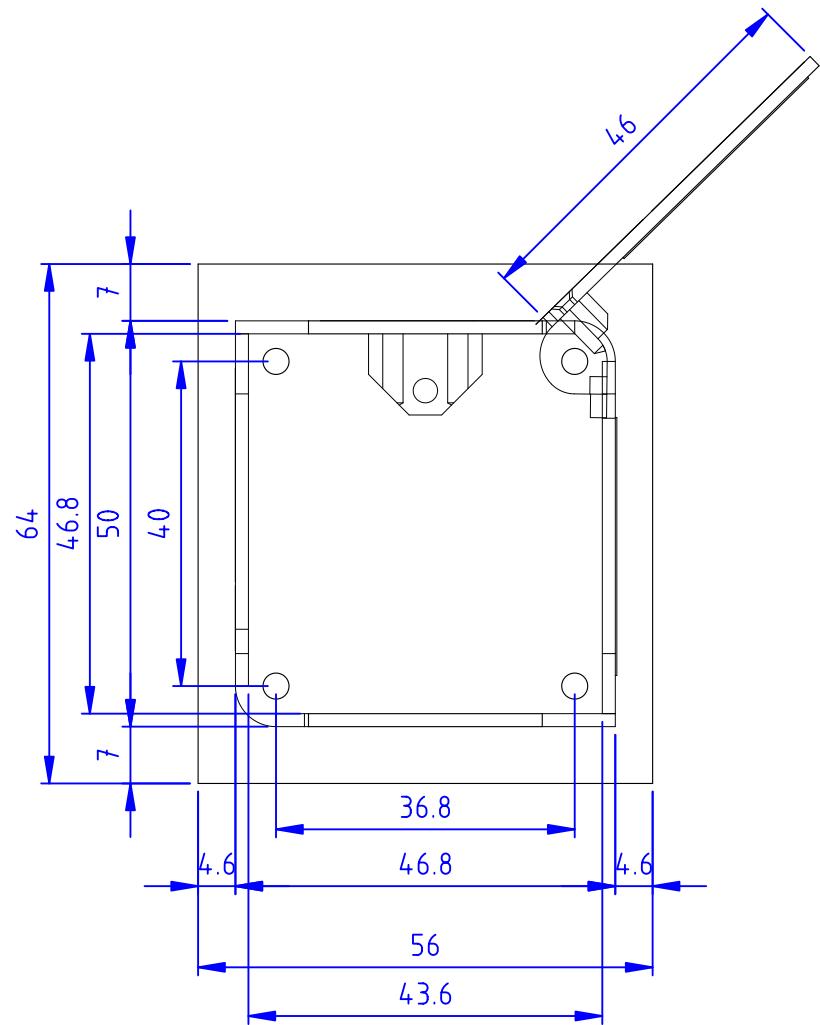
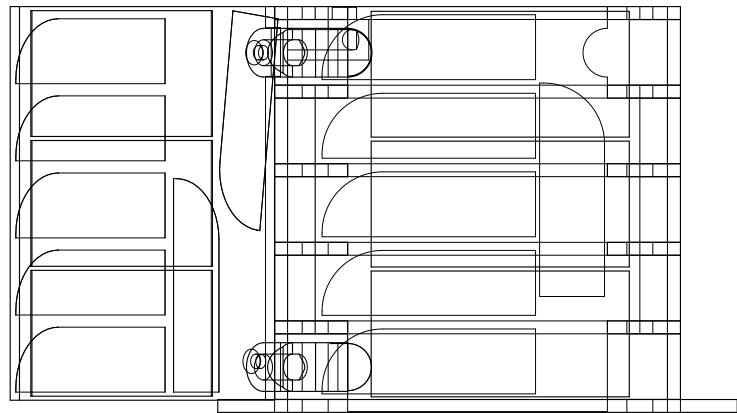
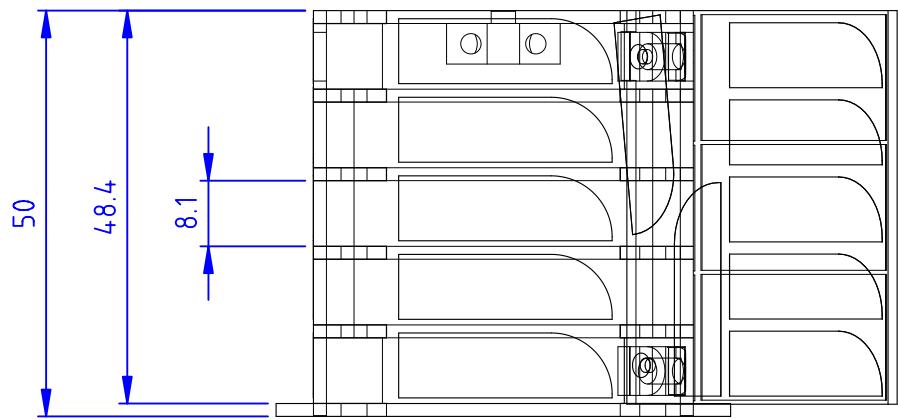
PENDIENTE

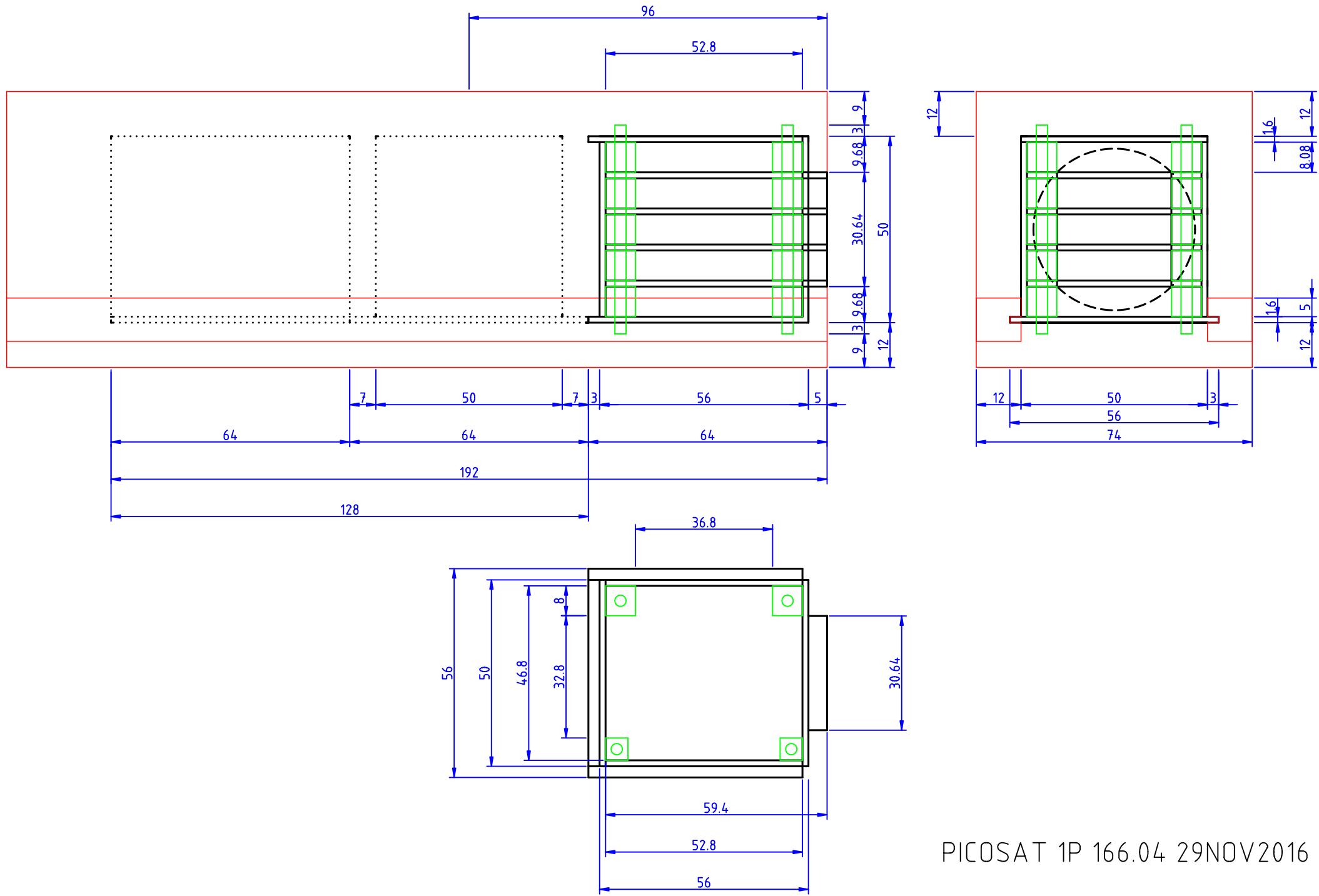
-aclarar la figura. lo que se muestra es un ciclo de una señal periódica?
-reproducir el resultado obtenido con SPICE



osciladores

mecanica

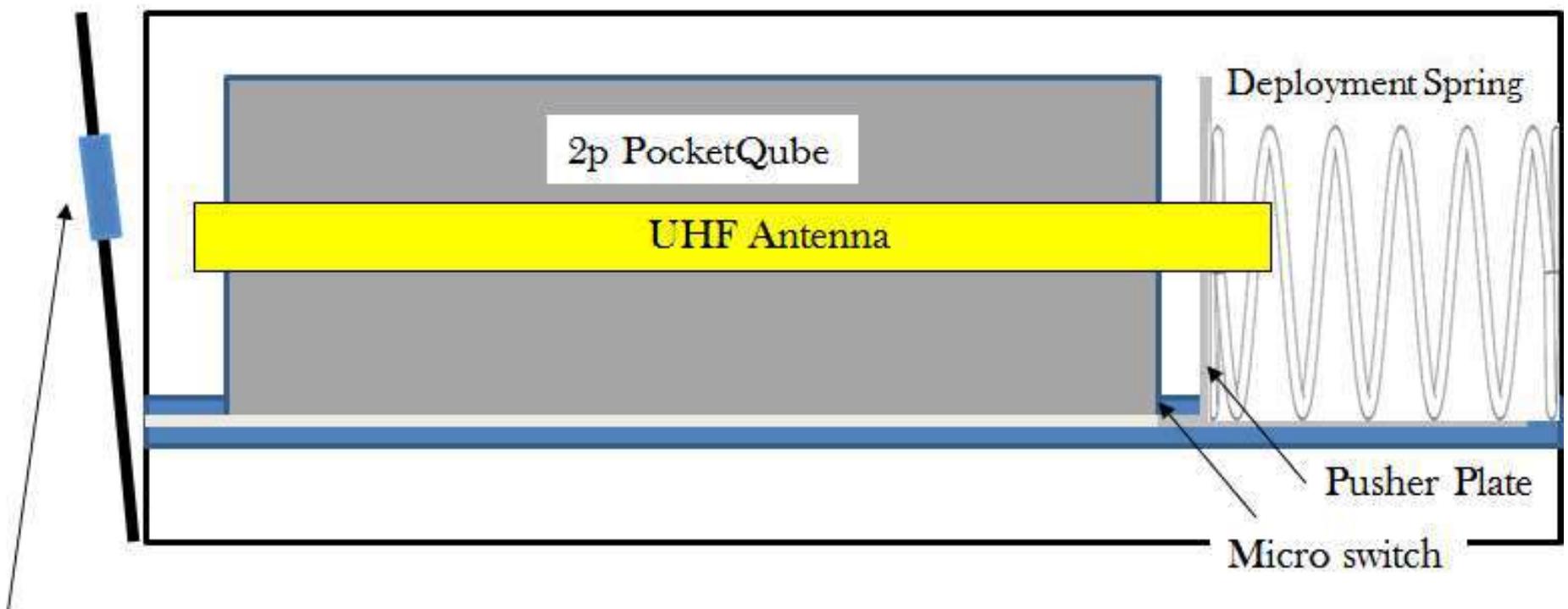




PICOSAT 1P 166.04 29NOV2016

MR-FOD PocketQube Deployer

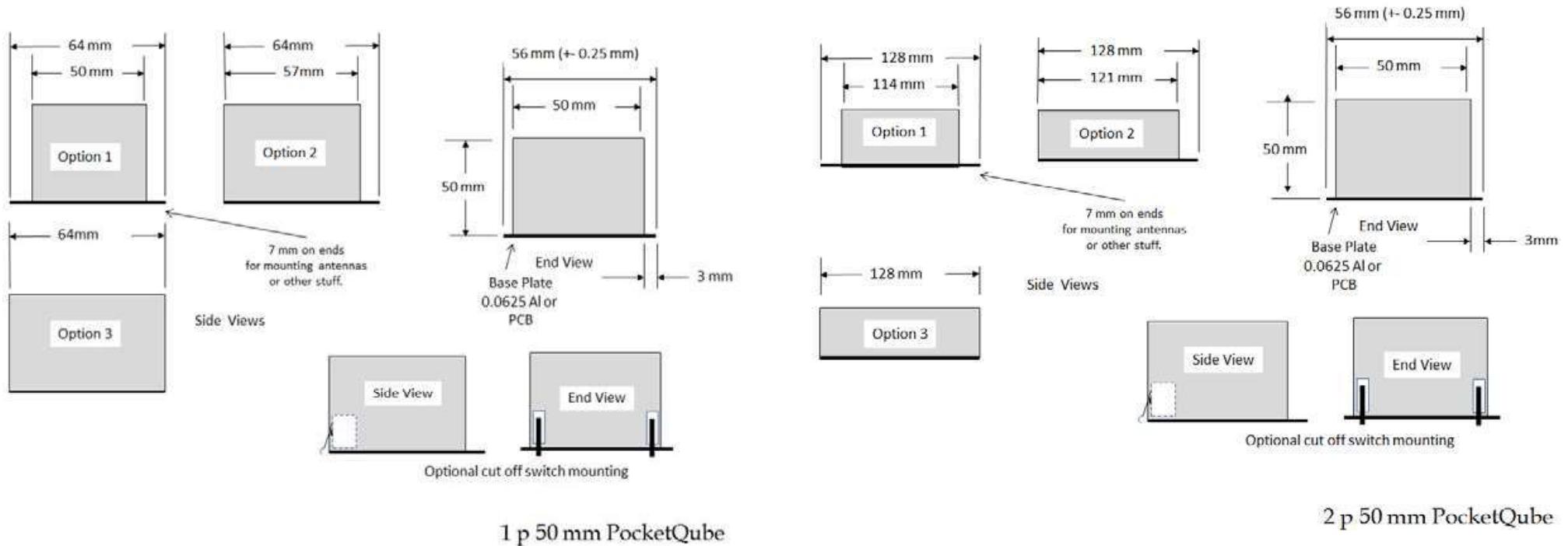
Deployer Door



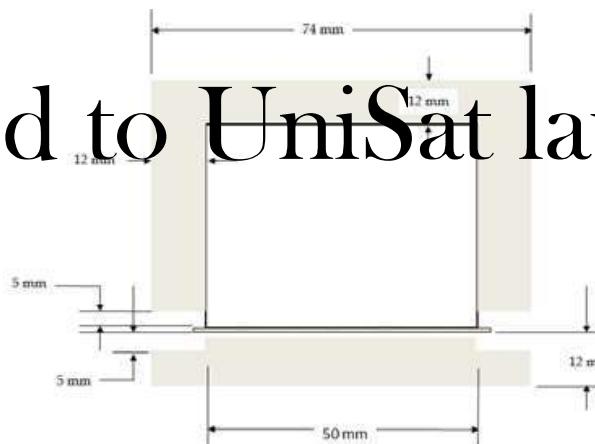
1/2 dia hole in door
for remove-before-
light pin

Antennas can be folded
and rub on the inside of
the deployer

The PocketQube Standard



Presently Limited to UniSat launch on Dnepr



Allowable expansion
around the PocketQube for Deployer

aspectos térmicos

ENSAYOS VALIDACION CONTROL TERMICO

hola amigos,
hola ManuelV,

Respondo a tu correo del dia 12 de junio. Perdona el retraso en contestarte,
lleva tiempo parar, leer, reflexionar...

No te pude llamar la semana pasada, un virus maligno me afectó³.
Te avanço comentarios de tu documento y por teléfono aclaramos.

Te felicito por tu excelente y extenso trabajo.
Veo que no temes al folio en blanco.

1)

Adjunto el documento "FOX1 THERMAL DESIGN" pues creo que aporta
datos para la discusión:

- capítulo 3 HEAT SOURCES

indica los W/cm² recibidos desde el sol y tierra

- capítulo 4 HEAT SINKS

- capítulo 5 THERMAL CONTROL METHODS

el resto es interesante, pero omite detalles del modelo usado,
con lo que no ayuda a elaborar el nuestro.

2)

no se nada de diseño termico, yo soy electronico. espera errores de bulto.
entiendo el flujo de calor como corriente electrica, y
los elementos de control como resistencias y condensadores

3)

?tienes capacidades de hacer un modelo termico simple pero completo?
(a mano y/o con simulador y/o calculadoras tipo GMATCENTRAL.ORG STK...)

la lectura de "FOX1 THERMAL DESIGN" indica que han aislado
las PCB electronicas del clasis del satelite con piezas de plastico DERLIN.

!!!

la estrategia de usar una estructura toda de PCBs podria ser no viable
ESTO ES UN DRIVER DEL PROYECTO ENTERO
ya que define la forma y el espacio disponible
!!!

4)

DISIPACION POTENCIA ELECTRICA

has revisado nuestras estimaciones de consumo y generacion?

5)

absorción y emisión de los elementos constructivos del satelite:

- el ratio absorción/emisión define la temperatura del satelite.

- ¿que necesitamos? ¿emitir o absorver calor?

- los elementos que has ensayado sirven para no-absorber, para absorber o para
"radiar"

6)

CONDICIONES GENERALES

TEMPERATURAS

*Ttransistor < 150grados

*Tbateria > tmin_LiIon

al bajar temperatura, baja movilidad electrones y la bateria entrega menos car
ga

?cuál es la energía necesaria durante eclipse? (pregunta para mi)

ORBITAS

*no claras al inicio proyecto

*orbita circular tipo LEO, dos variantes

-sol-sincrona (la mas frecuente): iluminación 100%tiempo

-inclinada: iluminación 66%tiempo(60min) eclipse33%tiempo(30minutos)

CONSUMO ELECTRICO

- constante todo el tiempo

- variable segun uso y estado bateria (realista, pero complicado)
suponer consumo electrico constante

7)

?que hace de radiador en el satelite EASAT2?
la superficie de cobre de la PCB?
el cobre podria ir banyado en oro
que grosor de cobre se necesitas? 35um 70um?

8)

en lugar de FR4
la estructura del satelite se ha de hacer con TEFLON por tener
un coeficiente termico dimensional casi 0.

9)

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
la eleccion de las placas solares es importante para conocer la superficie
expuesta y diseñar los aspectos termicos
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

10)

en tu documento prevees el siguiente SANDWITCH:

SOL

....

1PLACA SOLAR
2MLI
3KAPTON
4PCB
5KAPTON
6INTERIOR DEL SATELITE

pero un modelo mas realista seria

SOL

....

1PLACA SOLAR
2MLI
3KAPTON
4a pistas de cobre donde se sueldan las patas de la placa solar
4b TEFLON
4c pistas de cobre
5 componentes electronicos soldados a las pistas de cobre
6INTERIOR DEL SATELITE

en el nivel 5 podria ir teflon pegado en los huecos que dejan los componentes

la pregunta clave es si esto es posible, para aprovechar el espacio.
si es no, tenemos que parar y revisar soluciones.

11)

como aislar el interior del exterior del satelite?
(como sugiere "FOX1 THERMAL DESIGN")
ideas:

- el interior se autocaldearia; con el propio consumo electrico
- la tornilleria podria ser de plastico para evitar conducir el calor

12)

el anclaje de la antena, conduce el calor hacia el interior

SOBRE TU DOCUMENTO

13)

ojo, los cables que usan para el sensor de temperatura
pueden conducir el calor hacia el elemento bajo prueba

siendo la PCB todo de cobre, y el cobre buen conductor de calor,
porque no usas dos sensores de temperatura en ambas caras

los cocodrilos que usas como pinzas, de nuevo pueden ser antenas

14)

porque tantos sensores?
donde estan colocados?

15)

TEFLON Y NO FR4

16)

en la pagina 10 aparecen 3 evoluciones de temperatura.
aparece la temperatura final, pero no la inicial (tiempo=0)...

esto me confunde y no se realmente que intentan mostrar las graficas

17)

el test de pegamentos, en realidad es un experimento separado del anterior ver
dad?

18)

me comenta un amigo que hay que evaluar el outgassing en condiciones de
degradaciÃ³n ultravioleta y vacio.

en que piensas que afecta el outgassing?

en que contamine la superficie de los paneles solares y disminuya su rendimien
to

diferentes antenas y su acomodo

MINUTAS REUNION 15/12/16

problemas relacionados con la antena

participantes: EDUARDO, DIEGO
starbucks corteingles calle orense

0) preliminares

- la discusiÃ³n es vÃ¡lida para cualquier tipo de TX/RX (modulos comerciales o homemade)
- el satelite 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
- las discusiones sobre antenas pueden ser infinitas, se opta por la solucion 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 satelite no esta estabilizado, gira aleatoriamente 10grados/minuto
- el ajuste de polarizacion se hace a mano por el operador

1) acomodacion mecanica 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 previsiÃ³n de problemas, se descarta esta solucion
- la antena puede ir plegada/atada/... en un panel o en el interior del sat
- ojo: el proyecto QB50 impide usar dispositivos pirotÃ©cnicos
(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 dimentiones mecanicas

2) tipos de antena

* se identifican 5 tipos de antenas (ver figura)

- dos dipolos separados para cada banda (432 y 144)
 - * polarizacion TX y RX a 90 grados
 - * Z proxima a 50R
 - * aislamiento espacial (20dB?)
 - * nos ahorraremos el duplexor (menos perdidas en TX y RX)
- un unico dipolo resonante para las dos bandas
 - * Z proxima a 50R
 - * solucion mas sencilla mecanicamente, pero
 - * polarizacion TX y RX a 0 grados
 - * perdemos aislamiento espacial
 - * necesitamos un duplexor
- un unico monopolo para las dos bandas
 - * alta Z
 - * solucion mas sencilla mecanicamente, pero
 - * polarizacion 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 satelite en la Z y directivid ad 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 prÃ;ctica, colocando el TX y un RX alejados e ir a justando la antena...
- *

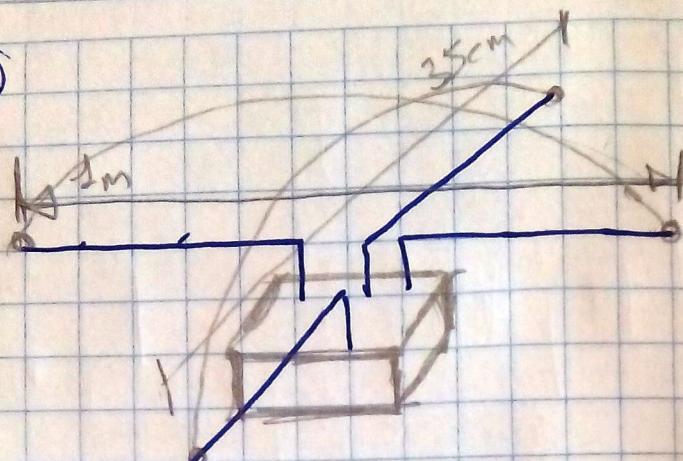
4) red de adaptacion, duplexores y filtrado seÃ±ales fuera de banda

- 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 segu ndo y tercer armonico: $432*2$ y $432*3$.
- el receptor tiene que ir equipado con
 - * un filtro pasobajos que atenue la seÃ±al del transmisor de 432
 - * un filtro pasoaltos que atenue seÃ±ales potentes de transmisores de FM (88..108MHz)
 - * otras seÃ±ales serÃ¡n imposibles de filtrar (por ejemplo, seÃ±ales de ce ntrales de taxi, transmisores de buscapersonas, etc...) estas seÃ±ales 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 co mo estas perdidas impactan en el balance SNR del enlace

5) materiales para la antena

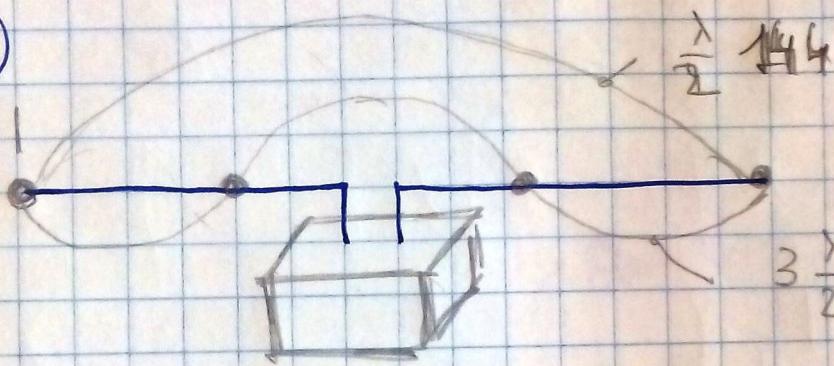
- cinta mÃ©trica cortada a medida
- se buscarÃ; un material cilÃ¡ndrico para hacer una antena tipo "coche juguet e teledirigido"
- la antena se fija <pensar, desarrollar>
 - * al chasis con una pieza plastico impresa en 3D atornillada entre dos PCB s interiores
 - * a las barillas roscadas pasantes de la estructura del satelite

(A)



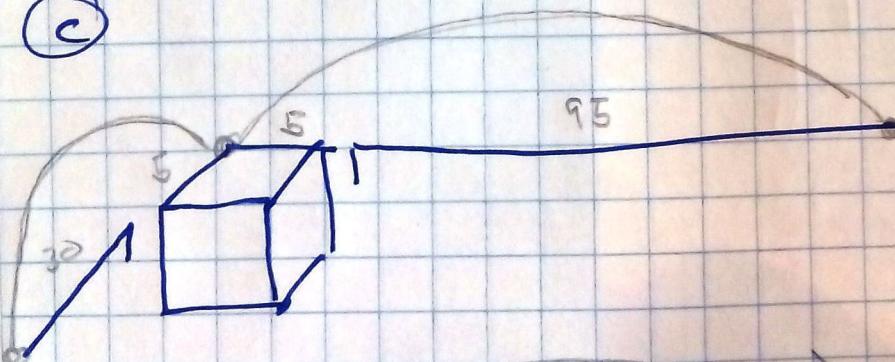
- aislamiento
- SOR

(B)



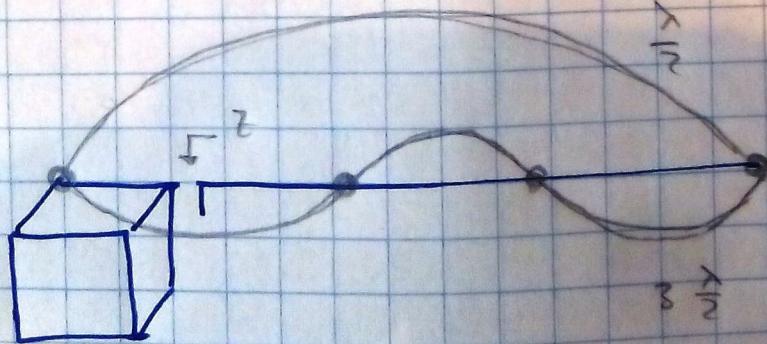
- SOR
- no aisl.
- diagrama
432 (?)

(C)



- aislamiento
- 799 (2000 n)

(D)



44 F
432 SF

SUGERENCIAS DIEGO VILCA

Opción 1: 2 Dipolos (1VHF y 1UHF)

- Diagrama de radiación omnidireccional (aproximación de ganancia media a 0 dB) conocido para ambas antenas.
- Permite posicionamiento de 90° una respecto otra.
- Incorporación de baluns para correcta adaptación de corrientes superficiales.
- .
- Mecanismo de despliegue para 4 brazos, quizás genere problemas de espacio.
- Polarización lineal ambas

Opción 2: 2 Monopolos (1VHF y 1UHF)

- Diagrama de radiación menos omnidireccional (en proporción) por no tener una masa de tierra de gran superficie (aproximación de ganancia media a -2 dB)
- Permite posicionamiento de 90° una respecto otra.
- No necesita baluns para correcta adaptación de corrientes superficiales.
- Mecanismo de despliegue para 2 brazos, quizás genere menos problemas de espacio.
- Polarización lineal ambas

Opción 3: 1 Dipolo/Monopolio (1VHF y UHF)

- Opción poco viable por diferencia en el diagrama y en la adaptación requerida con dos impedancias equivalentes distintas (se puede realizar un adaptador a doble banda pero tendríamos perdidas en transmisión de hasta 3 dB) que implicaría utilizar directamente la misma antena.

Opción 4: 1 Monopolio Corto (UHF) y 1 Monopolio (VHF)

- El monopolio tiene las características detalladas en Opción 2
- El monopolio corto en UHF prototipado no está medido en cámara pero las simulaciones muestran un diagrama con tendencia al de un monopolio normal con mayorizado en su diagrama omnidireccional.
- Permite posicionamiento de 90° una respecto otra.
- Polarización lineal en ambas.

antena de 1.28 lambdas

ANTENA 1.28λ PARA SATELITE LEO

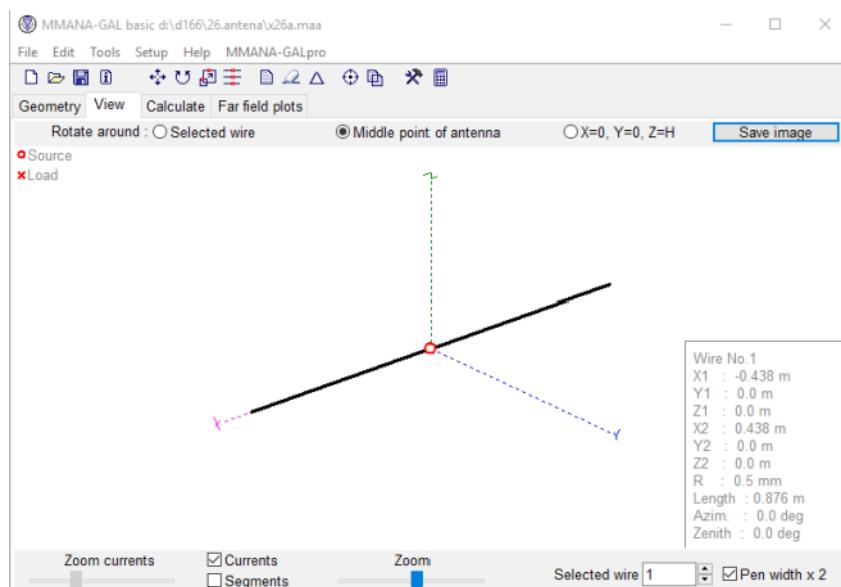
8/SET/2017

Inspirado en la antena "extended doublet zeppeling", se propone aqui utilizar una antena de bibanda trabajando como:

- dipolo largo de 1.28λ en la banda de transmision 438=3F
- dipolo ligeramente corto de 0.42λ en la banda de recepcion 146=F

Las dimensiones son 44cm por brazo, 88cm longitud total

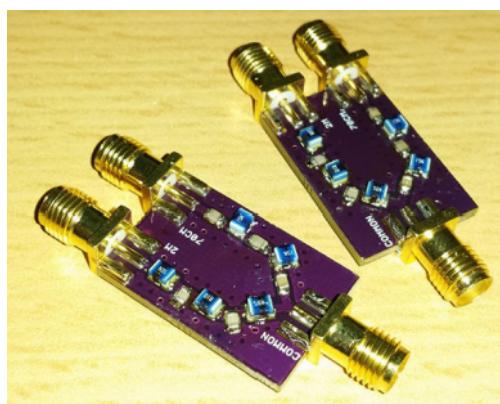
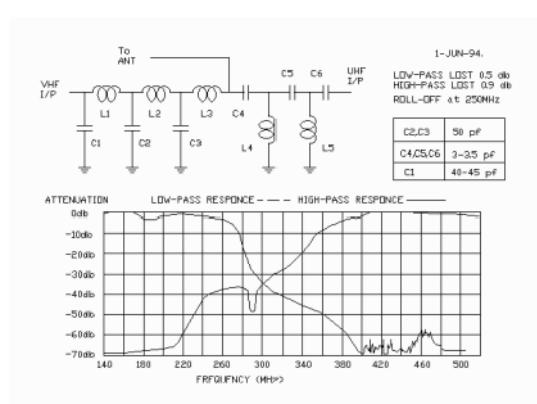
La alimentación del dipolo ocurre de forma conveniente en el punto central.



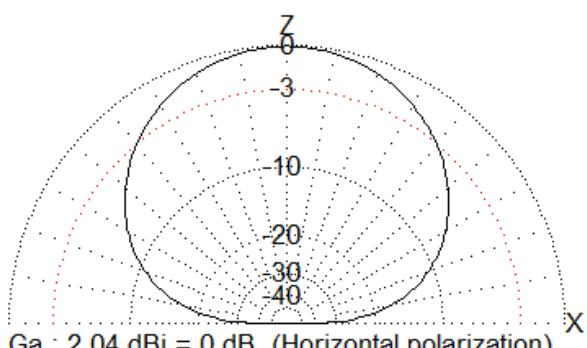
Un efecto interesante de esta antena es que en 438 se obtiene una directividad de 4.91dB, mas de 3dB por encima de un dipolo. Es decir, doblamos la potencia de salida del transmisor o reducimos por 4 el área de placas solares necesarias (eff=50%). En 146 el dipolo esta por debajo de media longitud de onda, pero apenas tiene impacto en la directividad 2.04dB. En linea con las estimaciones del linkbudget.

No.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWR 50	Gh dBd	Ga dBi	F/B dB	Elev.	Ground	Add H.	Polar.
2	146.0	49.94	-129.3	8.58	-0.11	2.04	-600.42	90.0	Free	---	hori.
1	438.0	98.22	-395.8	34.3	2.76	4.91	-598.3	90.0	Free	---	hori.

Un punto de dificultad es la red de adaptación+duplexora (separadora). La impedancia a la entrada del dipolo esta lejos de los 50Ω, con lo que el rediseño de la red es imprescindible.



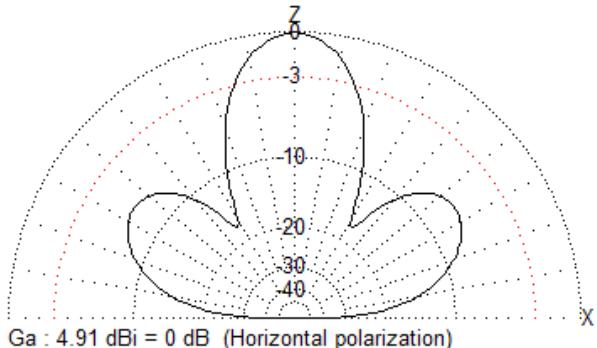
RX146



Ga : 2.04 dBi = 0 dB (Horizontal polarization)
 Gh : -0.11 dBd
 F/B: -600.42 dB; Rear: Azim. 120 deg, Elev. 60 deg
 Freq: 146.000 MHz
 Z: 49.938 - j129.272 Ohm
 SWR: 8.6 (50.0 Ohm),
 Elev: 90.0 deg (Free space)
 (For elev. angle 0.0 dg Peak:2.0 dBi)

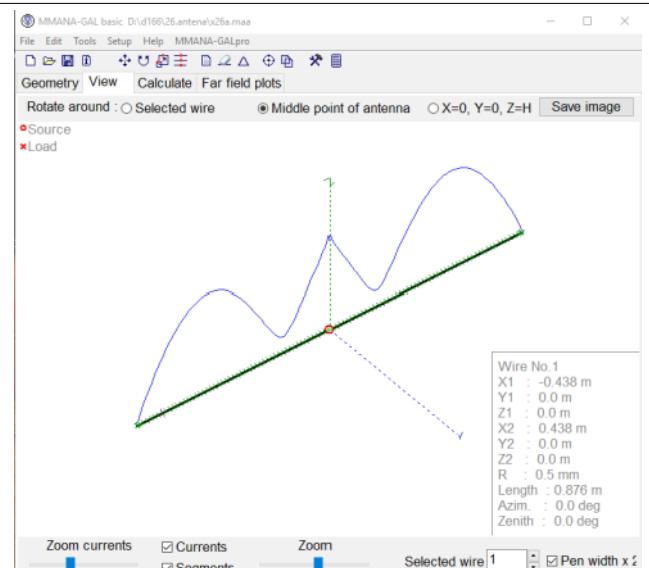
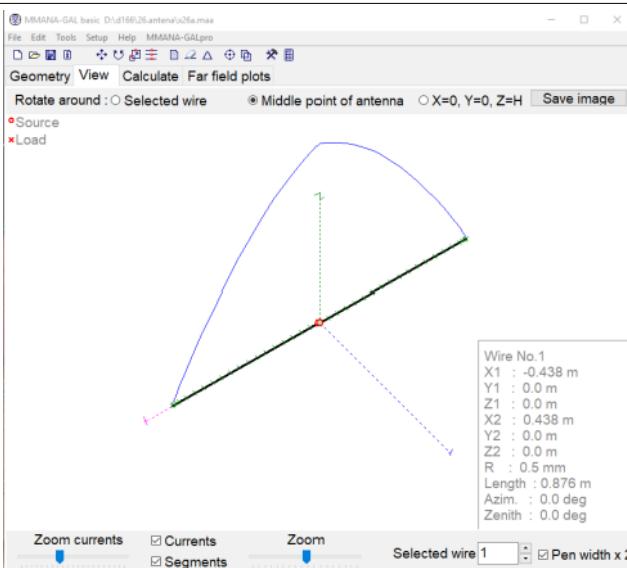
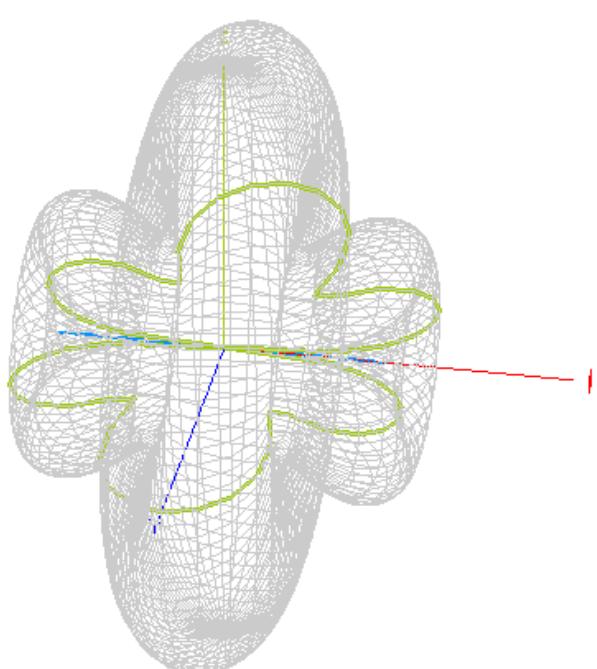
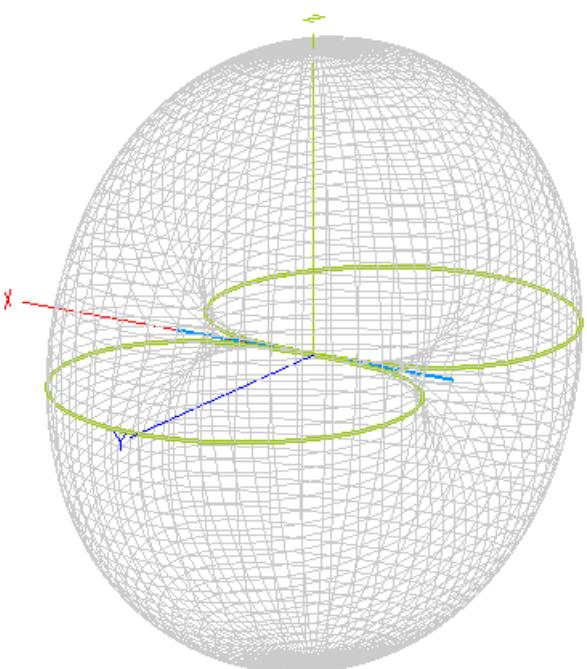
BW3dB=+-40deg BW6db=+-50

TX438



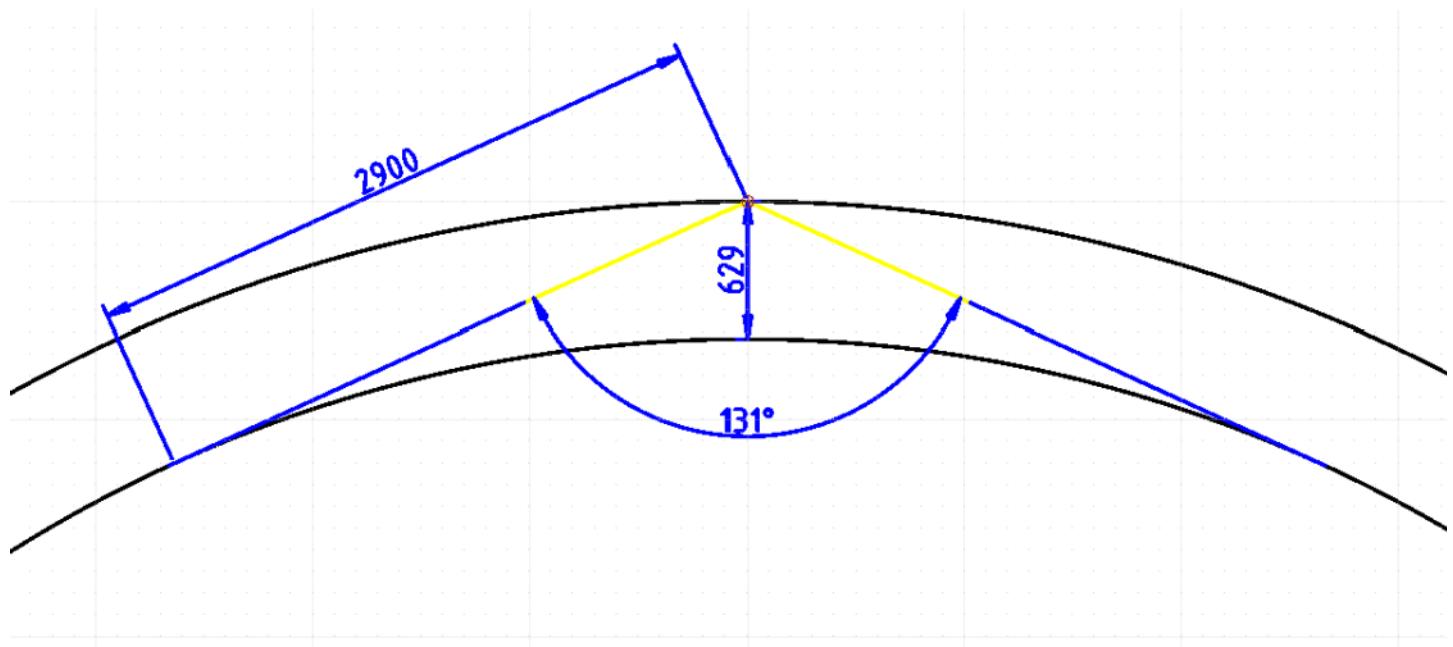
Ga : 4.91 dBi = 0 dB (Horizontal polarization)
 Gh : 2.76 dBd
 F/B: -598.30 dB; Rear: Azim. 120 deg, Elev. 60 deg
 Freq: 438.000 MHz
 Z: 98.222 - j395.785 Ohm
 SWR: 34.3 (50.0 Ohm),
 Elev: 90.0 deg (Free space)
 (For elev. angle 0.0 dg Peak:4.9 dBi)

BW3dB=+-15deg BW6dB=+-20deg



si el satelite esta volando a unos razonables 629 de altura (a 7000km del centro de la tierra), la huella se abre 131grados.

Este valor de +-65grados, colisiona con los +-40gradosRX +-15gradosTX obtenidas con el dipolo descrito

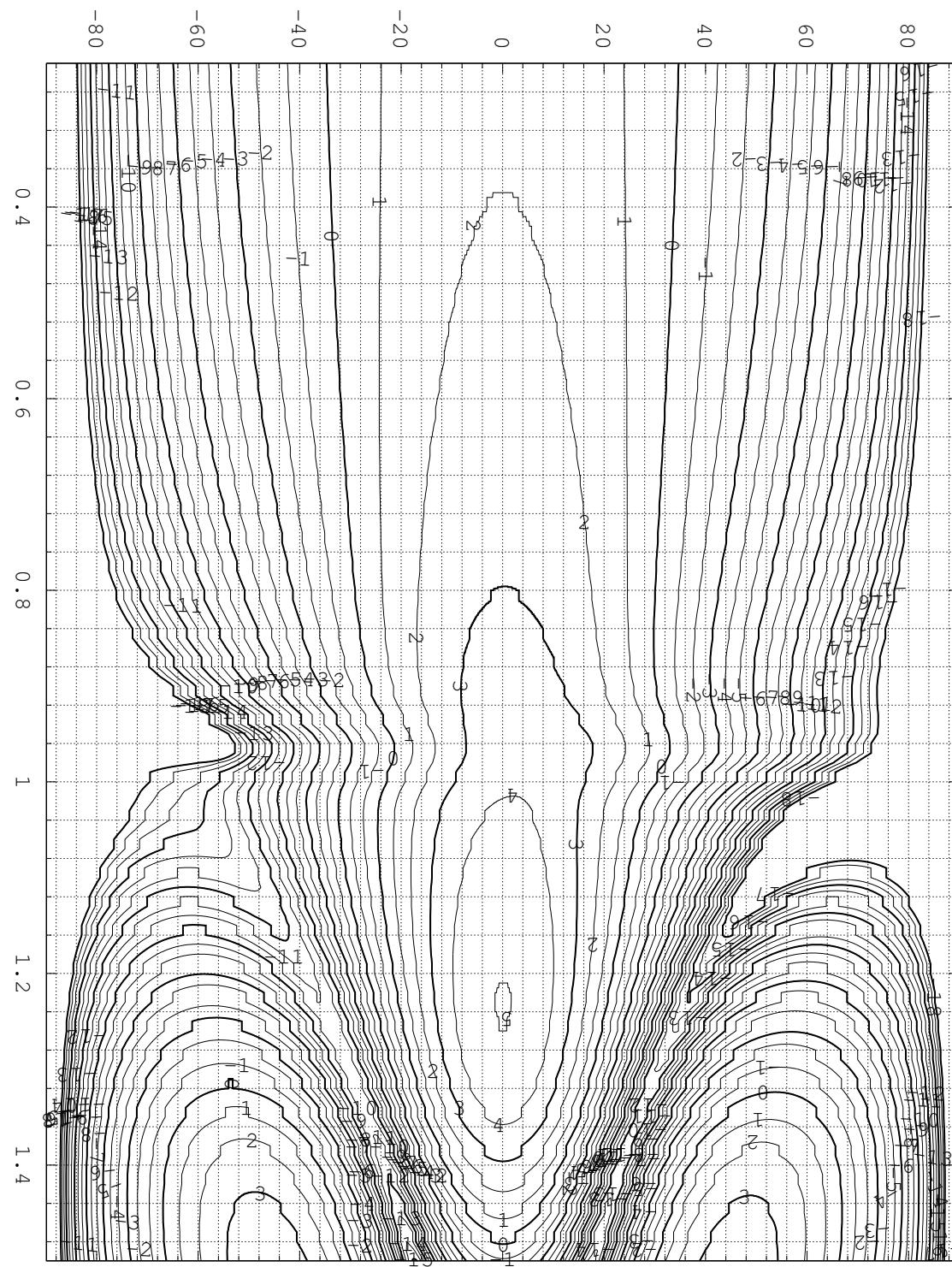


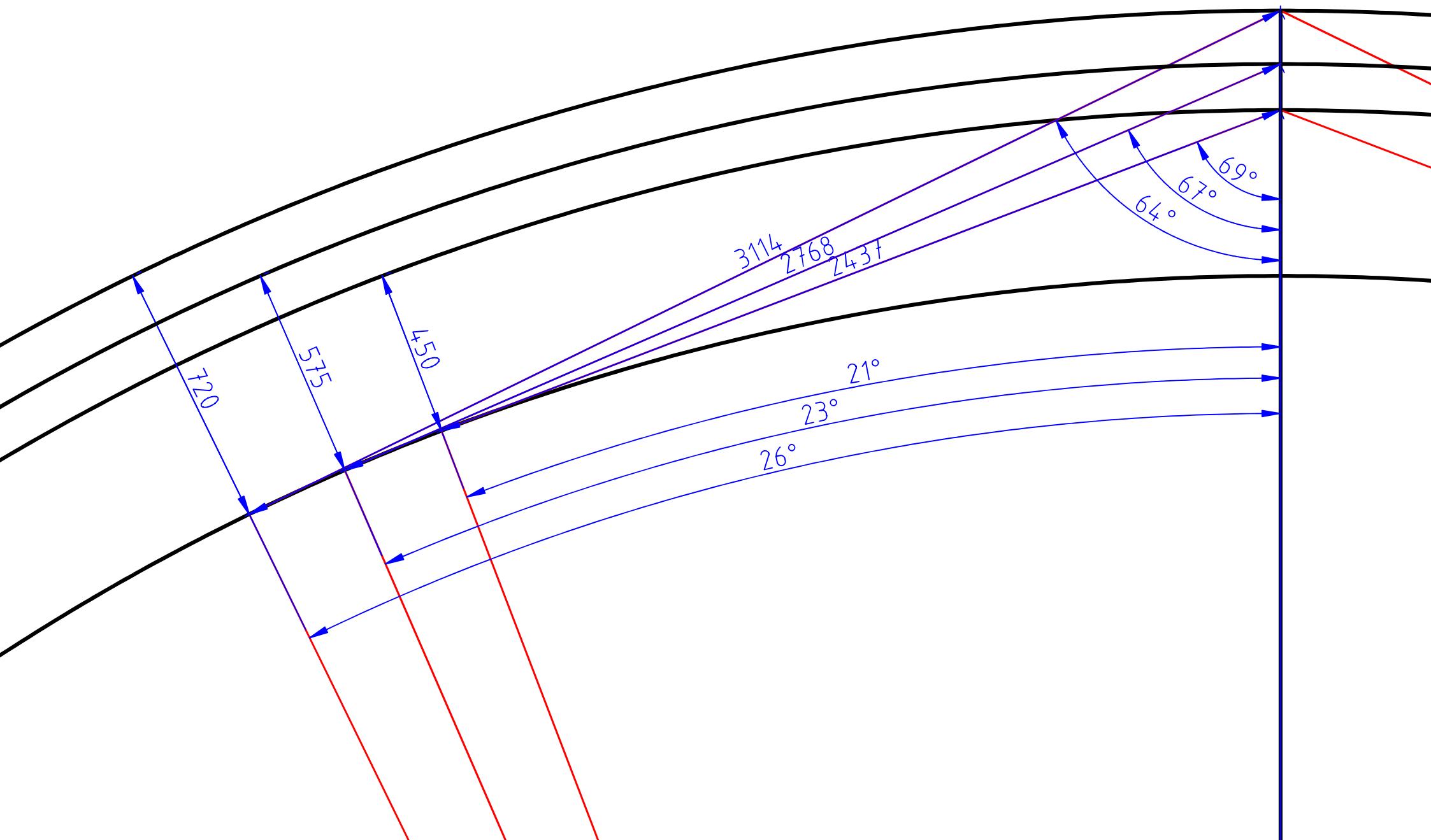
optimizacion antena en dos bandas

16630 ANTENA

5/oct/2017

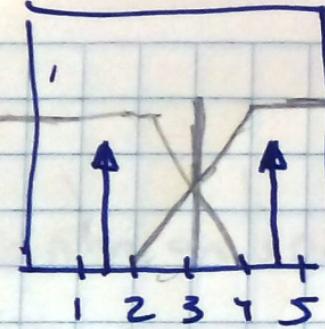
el satélite volando entre 450-720 km, forma un cono de 2*64..69grados.
la antena debe tener un diagrama de radiacion acorde.



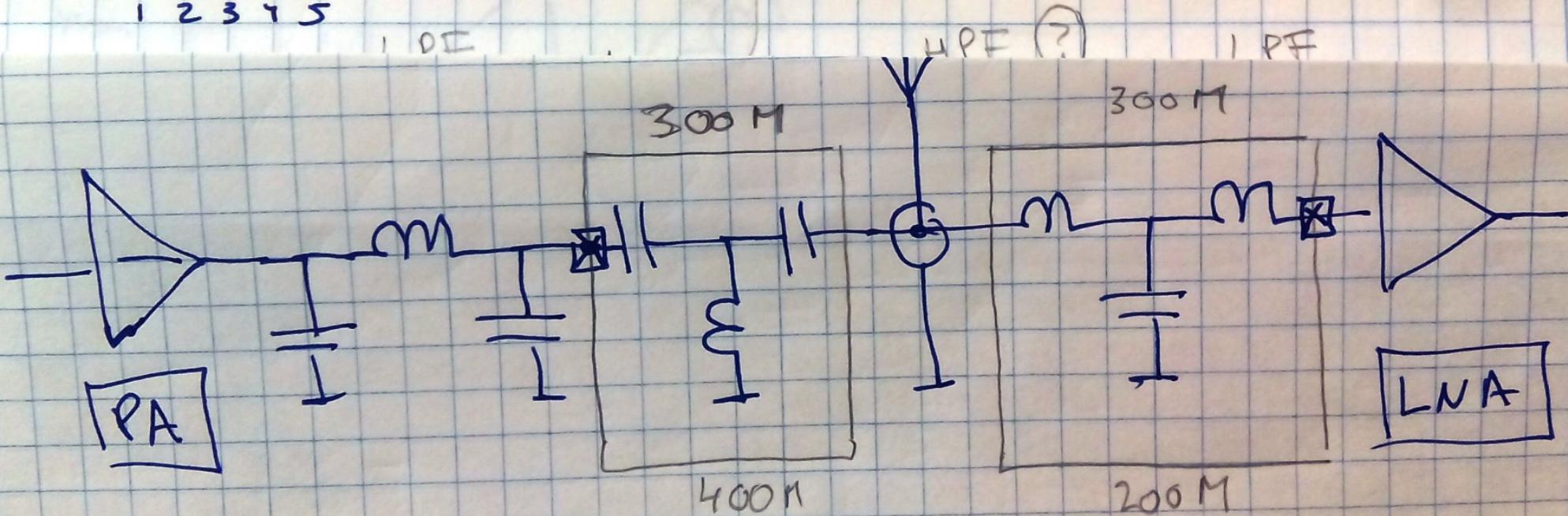


duplexor VHF/UHF

DUPLEX



1 DE



incertidumbre en la frecuencia de recepcion

166-22 LIMITACIONES EN EL COMPENSADO DEL EFECTO DOPPLER

UNO: FRECUENCIA ACTUALIZACION KEPPLERS

con el siguiente enlace, puedo bajararme todos los kepllers de un periodo de fec
has
<https://www.space-track.org/auth/login> @hotmail.com ABCCABCC
https://www.space-track.org/basicspacedata/query/class/tle/EPOCH/2000-01-01--2017-07-01/NORAD_CAT_ID/39436/orderby/EPOCH%20ASC/format/tle

usando la fecha de actualización de los kepllers disponibles del 50\$SAT, se observa que son actualizados

25%	antes de 1h
50%	1d
81%	4d
95%	7d

PENDIENTE:

- * pregunta: cuando aparecen los kepllers? con cuantas horas de retraso? ir recogiendo el enlace cada X minutos con wget
- * plotear otros satelites OSCAR7 (tienen un historial muy largo)
- * plotar GPS IRIDIUM GALILEO (frecuencia muy elevada?)

LECTURA DE LOS PARAMETROS KEPLERIANOS

<https://www.n2yo.com/satellite/?s=39436>
<http://www.heavens-above.com/orbit.aspx?satid=39436>

50\$SAT

NORAD ID: 39436
Int'l Code: 2013-066W

Los datos orbitales se extraen de los siguientes elementos orbitales de dos líneas:

1 39436U 13066W 17183.22878149 +.00019213 +00000-0 +52138-3 0 9990
2 39436 097.7090 289.9173 0010540 036.5485 323.6476 15.37602849198968

Perigee: 453.1 km
Apogee: 467.5 km
Inclination: 97.7 °
Period: 93.7 minutes
Semi major axis: 6831 km
RCS: Unknown
Launch date: November 21, 2013

1 39436U 13066W 17185.24614885 +.00013827 +00000-0 +37529-3 0 9991
2 39436 097.7092 292.0347 0010344 029.1936 330.9884 15.37676460198121

Época (UTC): martes, 04 de julio de 2017 5:54:27
Excentricidad: 0,0010344
Inclinación: 97,7092°
Altura del perigeo: 446 km
Altura del apogeo: 460 km
Longitud del nodo ascendente: 292,0347°
Argumento del perigeo: 29,1936°
Revoluciones por día: 15,37676460
Anomalía media: 330,9884°
Número de órbitas en la época: 19812

TIEMPOS DE LOS EVENTOS

20170623.161505	lectura_keplers -6.9d de antiguedad...
20170623.225429	lectura_keplers -6.6d
20170624.021629	lectura_keplers -6.4d
20170624.044843	lectura_keplers -6.3d
20170625.081452	lectura_keplers -5.1d
20170625.084004	lectura_keplers -5.1d

```
20170627.110928    lectura_keplers -3.1d
20170628.183515    lectura_keplers -1.7d
20170630.032910    lectura_keplers -0.4d
20170630.125532    lectura_keplers 0
20170630.132329    inicio pase bajo estudio, 25 minutos despues de haber medid
o su posicion real
xxxxxxxxxxxxxx      perigeo instante 0
20170630.133418    fin      pase bajo estudio
```

<https://sourceforge.net/projects/octave/files/Octave%20Forge%20Packages/Individual%20Package%20Releases/>

COMPENSADO DOPPLER

```
satelite LEO "50$sat"
https://www.n2yo.com/satellite/?s=39436
http://www.heavens-above.com/orbit.aspx?satid=39436
```

fecha del pase: 20170630.132329

fecha de los keplers:

20170623.161505	-6.9d de antiguedad...
20170623.225429	-6.6d
20170624.021629	-6.4d
20170624.044843	-6.3d
20170625.081452	-5.1d
20170625.084004	-5.1d
20170627.110928	-3.1d
20170628.183515	-1.7d
20170630.032910	-0.4d
20170630.125532	0

El 95% del tiempo, los dopplers no son mas viejos que siete dias.

Por tanto hay que observar que errores se producen al estimar la posicion/velocidad/doppler del satelite.

Usando los diferentes kepler, en la figura 1 se muestra la distancia estimada entre la estacion de tierra y el satélite en función del tiempo. t=0 en el perigeo.

la figura 2 es la derivada de la anterior, es decir, la velocidad a la que se (-)aproxima o se (+)aleja.

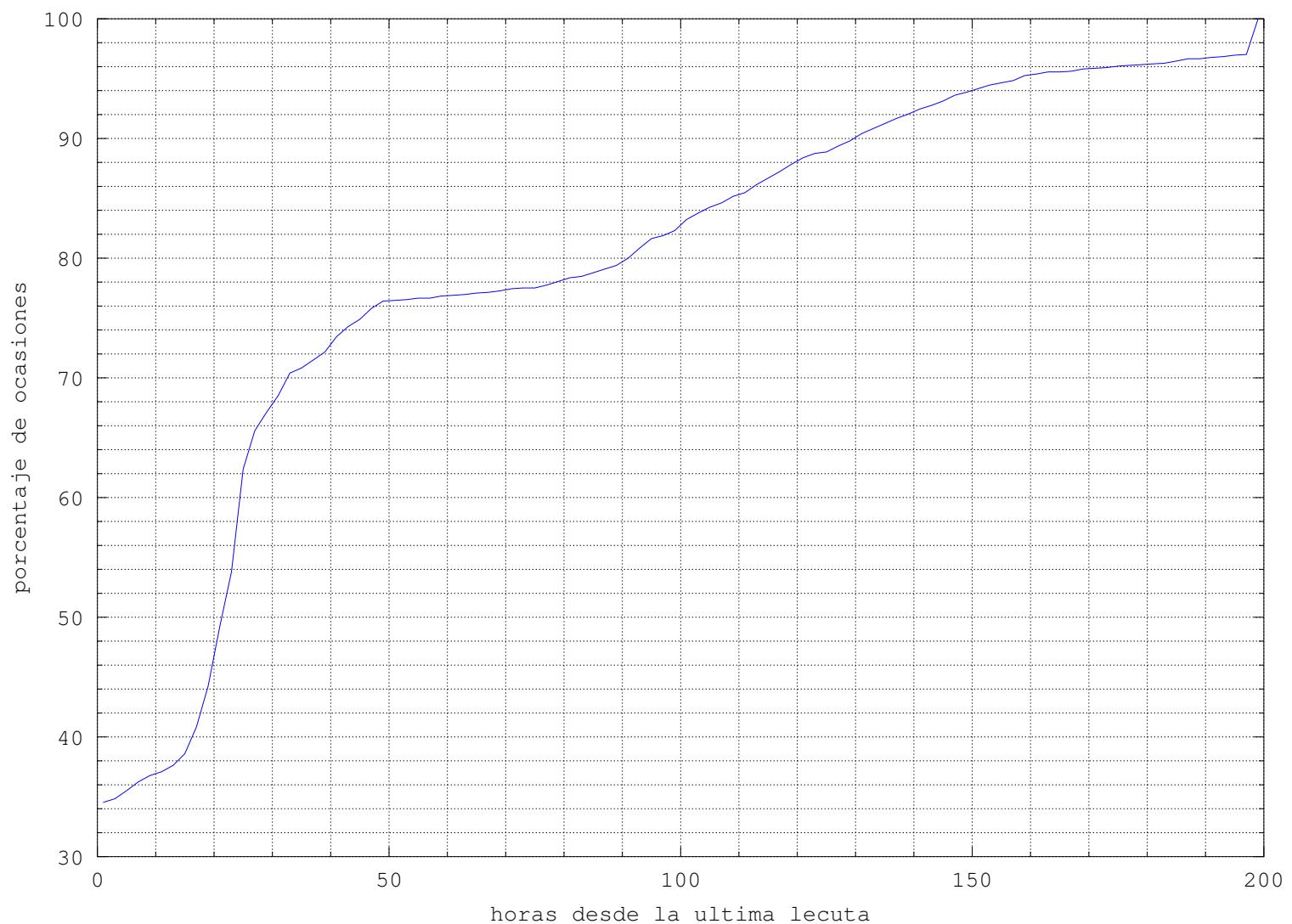
la figura 3 muestra el doppler (+10khz al acercarse y -10kHz al alejarse si se usa f=430MHz). El paso por cero indica que el satelite esta quieto respecto a l observador. Debido al envejecimiento de los keplers, el paso por cero ocurre , en ese caso, en una ventana de 40s.

una vez compensado el efecto doppler, la figura 4 muestra la magnitud del residual, del error al estimar la frecuencia del transmisor.

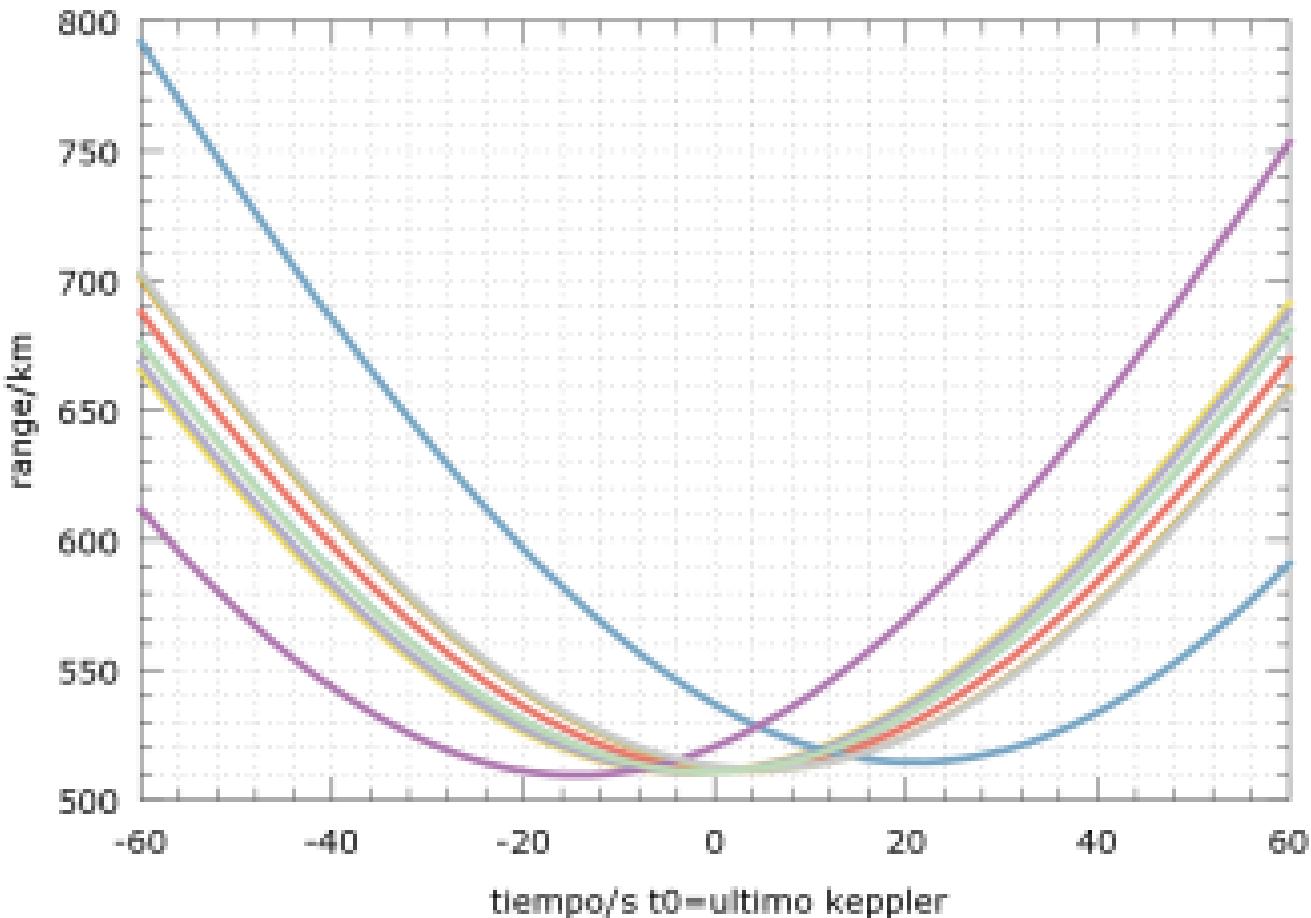
un algoritmo de busqueda tendra que explorar el espectro calculado previamente con la FFT considerando que la velocidad de cambio puede llegar a ser de hasta a +-50Hz/s.

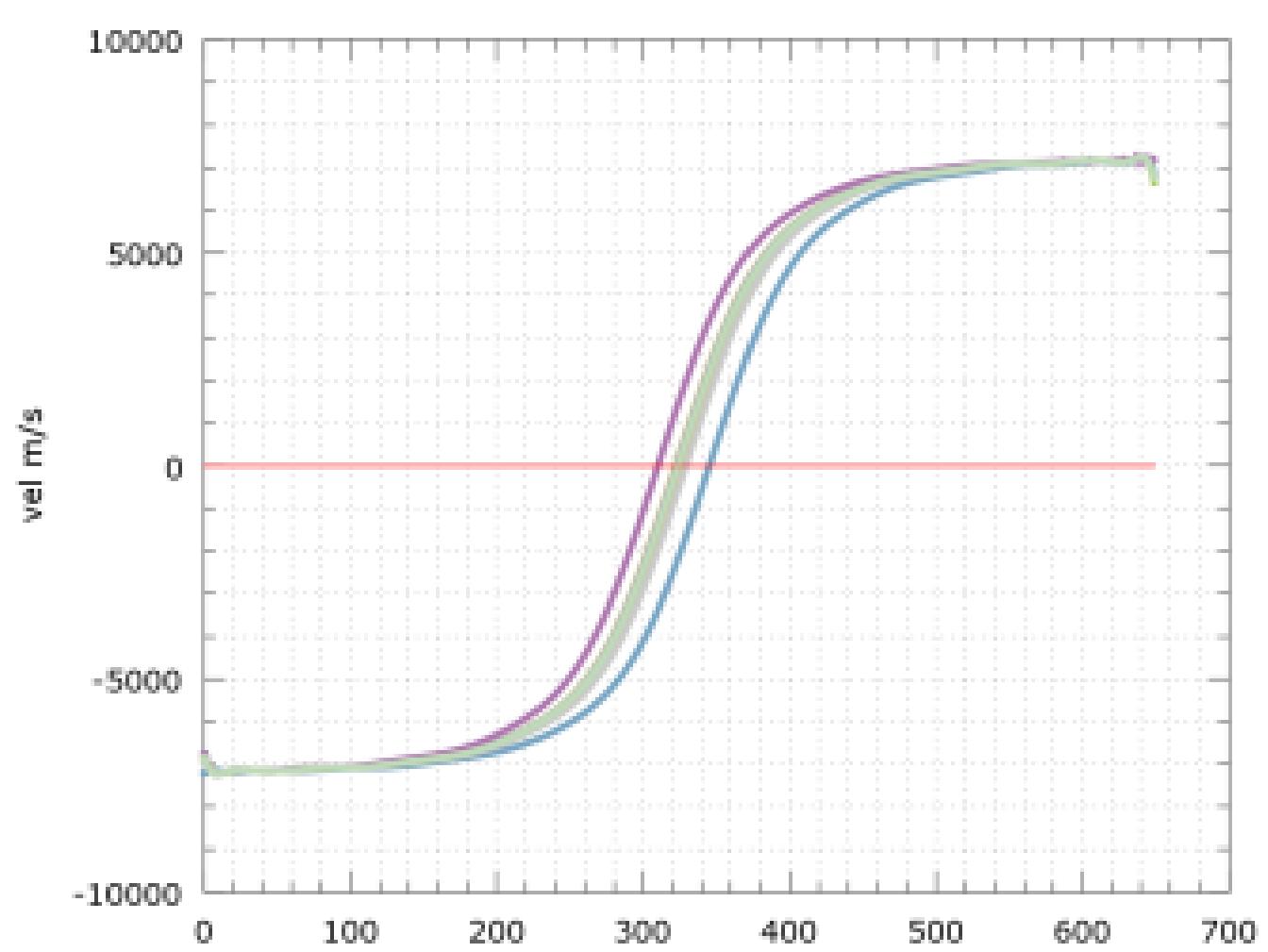
puede observarse que la forma del deslizamiento es igual en todos los casos, cambiando la amplitud (y signo).

histograma acumulado

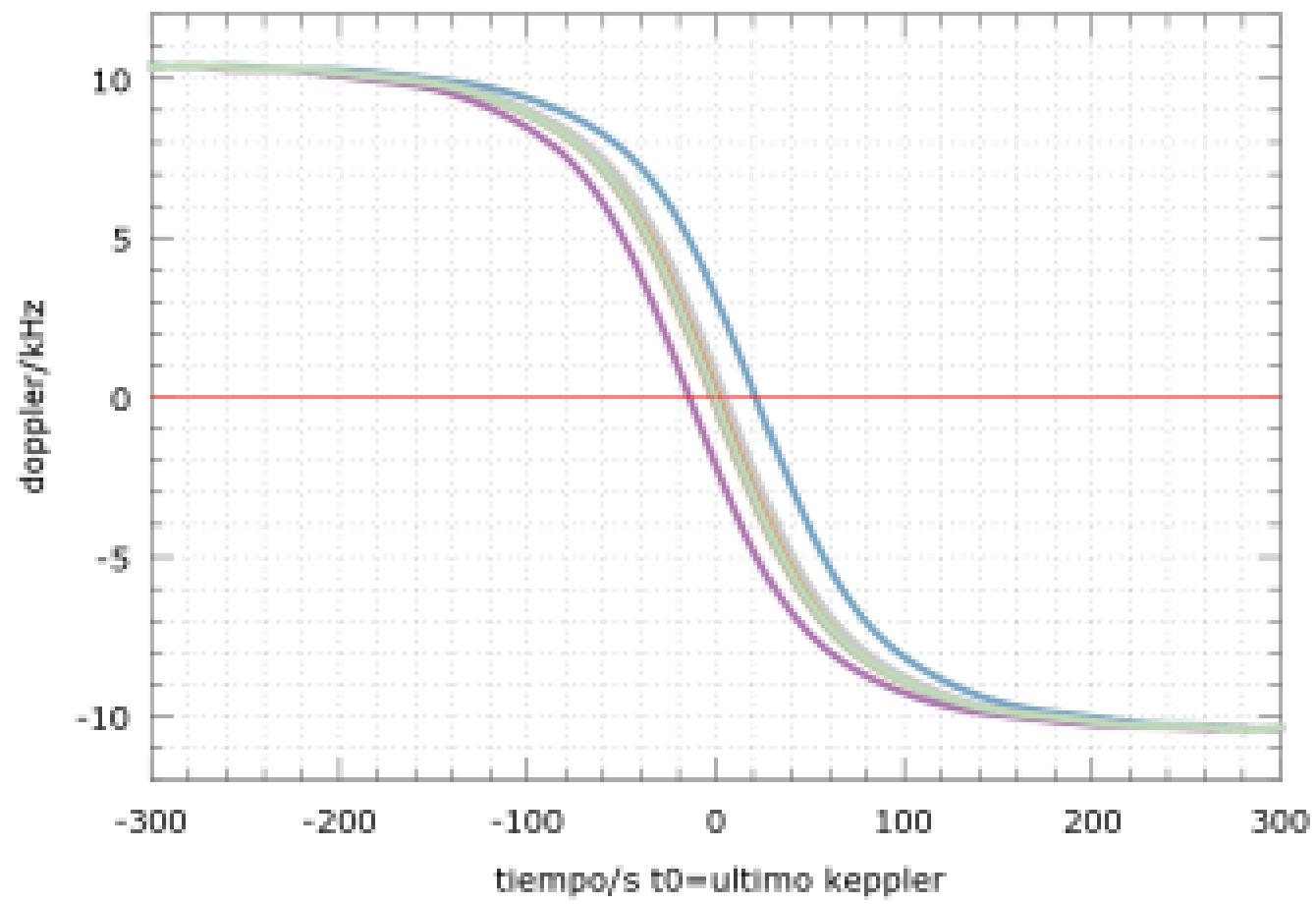


distancia satelite (keplers de 1..7dias)

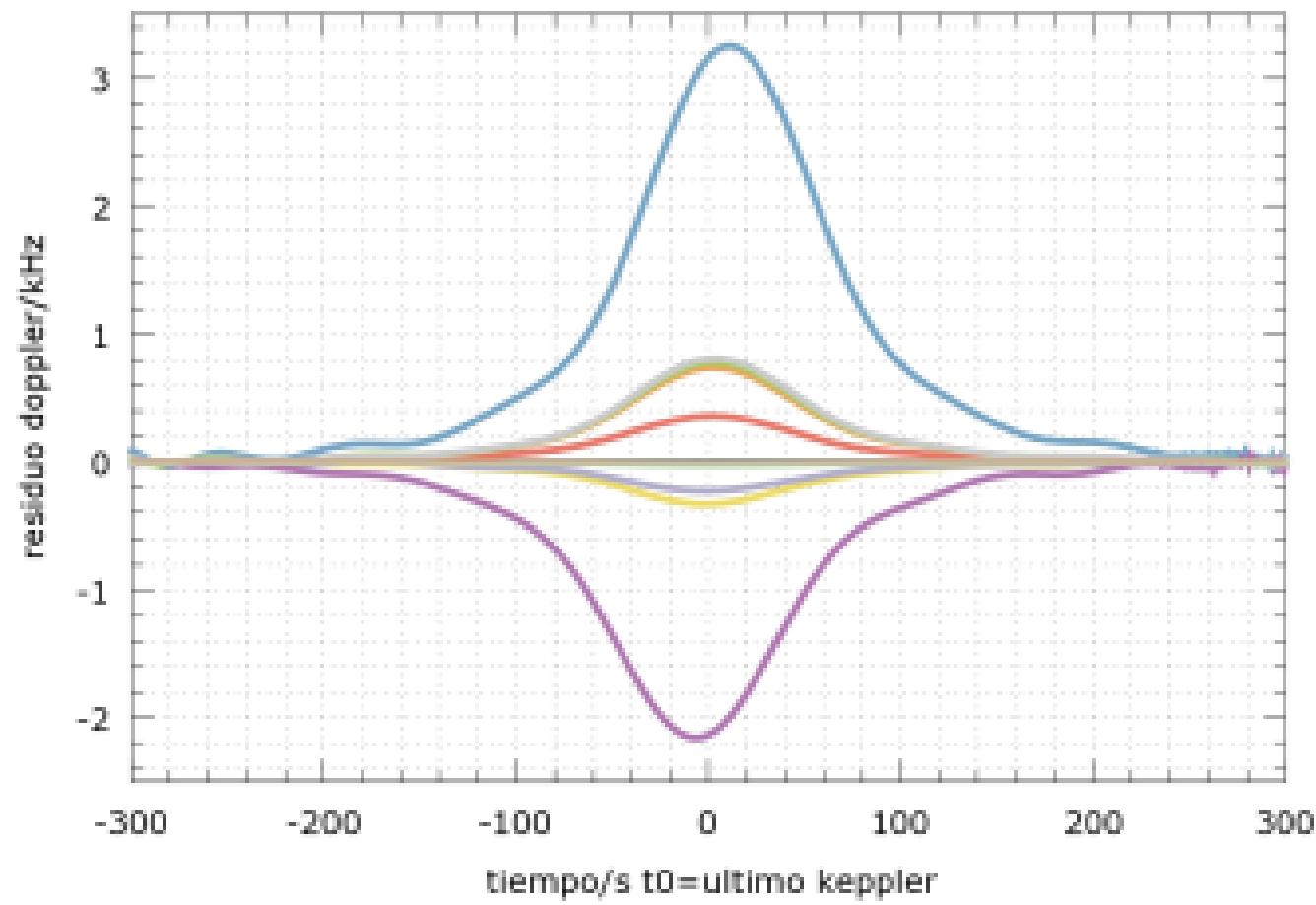




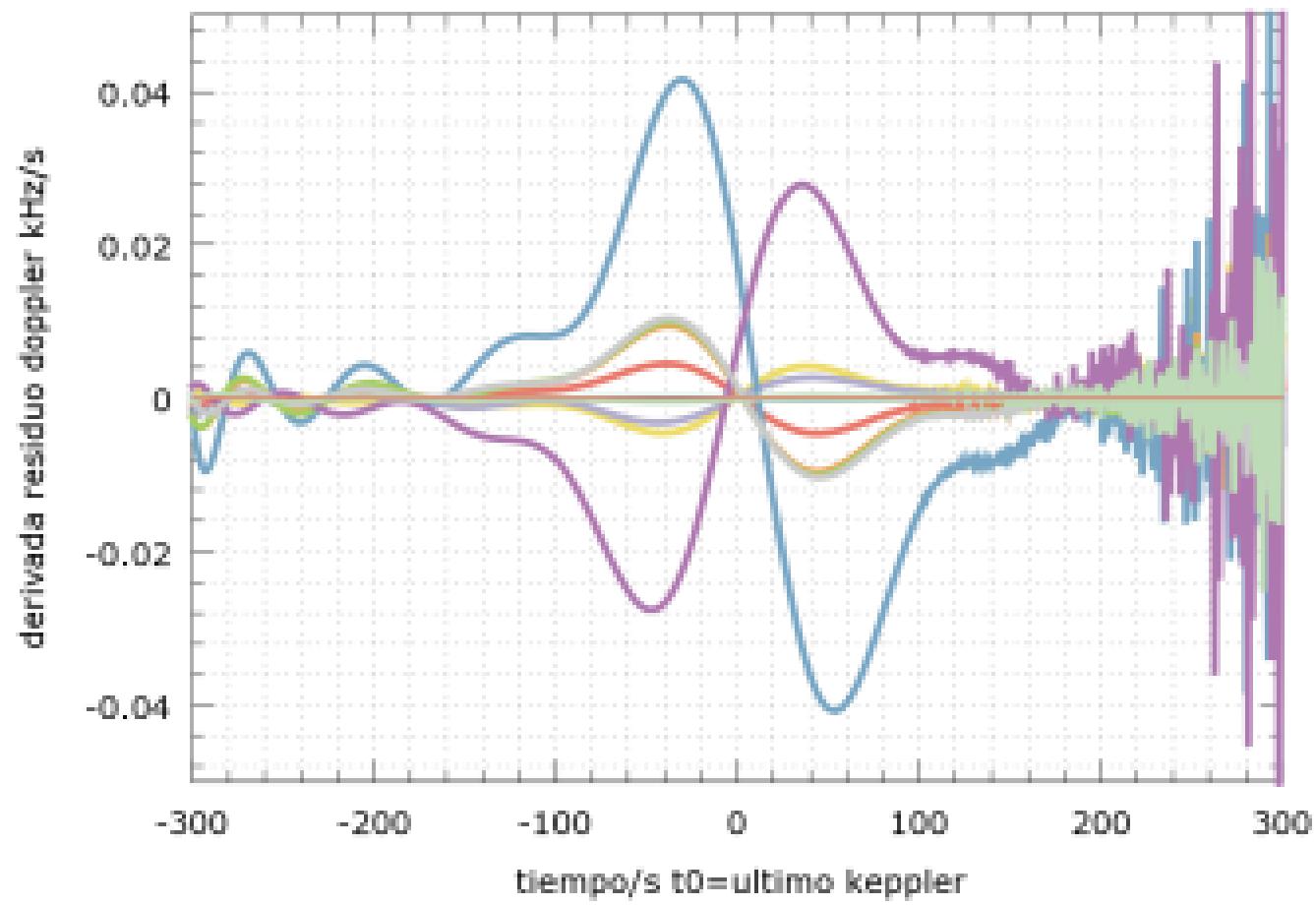
doppler (keplers de 1..7dias)



residuo con doppler compensado distancia satelite (keplers de 1..7dias)



velocidad cambio frecuencia residuo(keplers de 1..7dias)



TEST PLAN

TEST PLAN
16605 11marzo2017

TABLAS Y FIGURAS

FIGURA 1: propuesta medida capacidad de bateria sin usar un TRX real

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

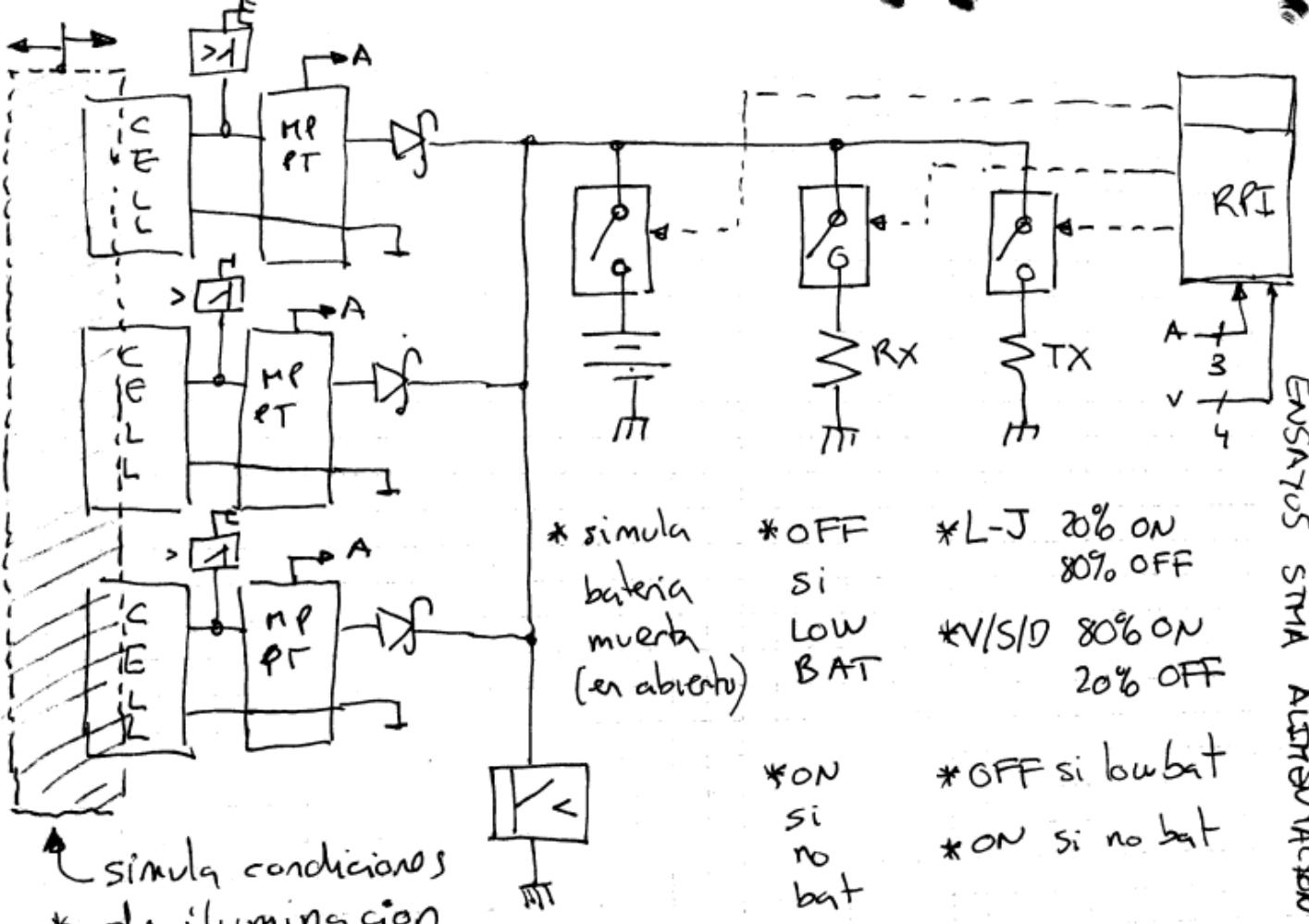
PERFORMANCES A MEDIR

- * 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

NOTA

falta especificar las verificaciones a realizar despues de campaña de ensayos ambientales

falta especificar el interfaces de entrada durante ensayos: antena, sma,...



minutas

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±os. 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 ADF702 1 SX1278 ...
- ure quadarrama 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

TRANSPODER

- 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 propone 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 telemandos 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 satelite 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 satelite
- dipolo UHF y dipolo VHF a 90grados

monopolio 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 picosatelite
- [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 satelite
 - 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% transmitiendo,...)
 - presencia de interferencias aleatorias
 - apagado en zona de eclipse
 - perdida total de bateria en el año 4
 - perdida de la cpu en el año 2
 - perdida del 10% paneles cada año...
 - 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

-

lugar: cafeterÃ-a informÃ;tica autÃ³noma madrid, 18-20h
asistentes: dani felix eduardo
ausentes: diego ignacio raul
se disculpdan:

adjunto notas de la reunÃ³n del viernes
si deseÃ;is puntualizar aclarar extender cualquier cosa, adelante
creo que estas reuniones de los viernes son productivas:
permiten enfocar bien los esfuerzos y ahorrar esfuerzos

== asuntos varios

- * se da la bienvenida a Felipe, EA7KAN
- * web amsat, 4k visitas/mes
- * ram escasa: necesario compilador optimizador.
truco usar llvm optimiza y compila hacia C. compilar el cÃ³digo optimizado con mplab
- * filosofÃ;a: seguir el principio mÃ;xima sencillez, para evitar alargarnos en el tiempo
- * tensiÃ³n de referencia para el ADC del PIC: 100mV
- * para el ajuste del atenuador del control de ganancia se estima adecuado usar el DAC de 5bit del PIC. es necesario identificar el circuito que lo implementa

== misiÃ³n

el esfuerzo ha realizar en la parte de RF es considerable
se plantea la posibilidad cambiar la misiÃ³n a un repetidor de paquet radio
ya que se pueden usar trx integrados y acortar tiempo de desarrollo.
como no hay transponders lineales en satÃ©lites 1P se valora la misiÃ³n
como ambiciosa

== baterÃ-a

se discute el sistema de monitorizacion de la carga y descarga de la baterÃ-a
el objetivo es evitar que la descarga vaya mas alla del 50% de la
capacidad para alargar su vida
objetivo: deshabilitar el transmisor si capacidad<50%
no se preve desconectar CPU o receptor
la recepciÃ³n de telecomandos seria posible en esa condiciÃ³n
con el esquema propuesto por dani, se puede medir
.corriente total entregada por paneles
.corriente de entrada en baterÃ-a
pero no permite medir corriente de salida de bateria
es necesario aÃ±adir un tercer circuito de medida en paralelo con el
existente en la rama baterÃ-a-busprincipal
la telemetrÃ-a permite ver el estado de los contadores
una segunda estimaciÃ³n en tierra ha de permitir validar el correcto
funcionamiento del subsistema.
se establece como experimental esta funcionalidad por haber muchas
variables mal conocidas
por telemando se podra inhabilitar esta polÃ-tica de uso de baterÃ-a

== paneles solares como sensor de posiciÃ³n
hay un interruptor MOS que desconecta la carga de los MPPT
al quedar en abierto, la corriente cae y los paneles van a tensiÃ³n mÃ;xima
la tensiÃ³n del panel es proporcional a la iluminacion solar

idea: usar las seis tensiones x y z -x -y -z para que el satelite sepa
su orientaciÃ³n
velocidad giro etc.
idear sistema de adquisiciÃ³n tratamiento y envÃ³ a tierra de esta informaciÃ³n

== Telecomandos

se adopta la filosofÃ-a clave-valor
cada clave modifica el estado del sistema
el estado del sistema se memoriza en una eeprom
la posiciÃ³n n de la eeprom almacena el valor de la clave n
se preveen no mas de 16 telecomandos
solo algunos de ellos llevaran un parametro
16 telecomandos se codifican en 4 bit
se considera suficiente codificar el valor en 8bit
todo ello forma un paquete de 12bit
en cada escritura/lectura eeprom se calcula/verifica checksum (tbd golay crc?)

la duraciÃ³n de un telecomando deber ser inferior al tiempo de rotaciÃ³n del satÃ©lite para evitar que el fading (antena mal orientada) destruya el radiopaqute

== calificaciÃ³n
se preve mas eficiencia si se usa correcciÃ³n de errores en lugar de detecciÃ³n
(confirmar esto tbc)
como evitar los falsos positivos?
dani propone usar golay 12/24
el paquete de 12bit se convierte en una trama de 24bits
la confirmation de correcta recepciÃ³n en el sTelite se realiza con la emision de la baliza con telemetrÃ-a
esta confirmaciÃ³n se puede repetir durante la siguiente hora (orbita?)

problema no resuelto
como evitar que los telecomandos sean repetidos y enviados a tierra
como evitar que los usuarios reenvÃ¡-en telecomandos grabados previamente
1 numero de secuencia?
2 tiempo de paquete inferior al tiempo de actuaciÃ³n del transmisor

== modulaciÃ³n
ASK OOK
velocidad binaria:
inicialmente se propone 1bit/s, esto es un telecomando cada 24segundos.
se considera inviable en europa por su alta ocupacion (incluso maÃ±anas lunes)
idea: colar telecomandos entre huecos al pasar el cambio
se propone usar 25bit/s
esto impide usar un walky de fm para enviar TC activando/desactivando PTT
necesaria estaciÃ³n tierra
(implementar dos velocidades?)

== medidor nivel de senyal
el circuito detector a diodo entrega una tension log-proporcional a la potencia de la senyal recibida
100mv s9 50mv s8..
esta tension se filtra y amplifica con operacional y se digitaliza con un adc del PIC
se utiliza para
- detectar unos/ceros del telecomando
- nivel de senal suficiente para activar el transmisor (squelch)
- se hay mucha senal, se actua sobre un atenuador variable
(relacion <nivel-recepcion atenuacion> memorizado en una LUT)

== demodulacion/squelch
la deteccion de un bit 1 es analogo a la deteccion de una estacion de tierra intentando activar satelite (squelch)
el problema es establecer un nivel umbral entre ruido y senal
el nivel de senyal puede cambiar a lo largo de la orbita

ver datasheet y notas de aplicacion del receptor maxim max1470
hay una excel de calculo para el demodulador (bit slicer)

la implementacion de esto tiene impacto en el consumo:

== decodificador
es necesario algun mecanismo de sincronia de bit y de trama
en el momento de la reunion no hay ideas claras de como resolver este problema

la unica sugerencia es usar codigo manchester para enviar el reloj junto a los datos
la velocidad aumenta de 25 a 50 bits/s
un bit cada 20 milisegundos

si se usa la cpu para esta tarea, y se desea un muestreo de 10 puntos por bit, implica una interrupcion cada 2 milisegundos 200Hz TBC

== acciones
dani se ofrece a prototipar en gnuradio la cadena codificador modulacion canal demodulador decodificador

para evaluar distintas estrategias

eduardo se ofrece a estimar niveles de senyal correspondientes a un posible uno/cero y acondicionar senyal hacia la CPU

felix resalta la necesidad de identificar tareas e irlas despachando a medida que los voluntarios vayan quedando ociosos :-)

raul: has de prever un operacional en la PCB para acondicionar senyal watimetro

felipe, EA7KAN: de las tareas abiertas, puedes elegir la que te sea mas comoda

73 eduardo

los errores y omisiones son culpa mia

ASPECTOS ELECTROMECANICOS: PLAN DE TRABAJO

=INTRODUCCION

- los objetivos a conseguir serian
- acomodacion de toda la electronica y antenas en un volumen 5x5x5
- acomodacion placas solares
- realizacion de prototipo funcional (sin restriccion de tamano: 1P5 2P 3P...)
- verificacion de las soluciones mecanicas
- realizacion de placas definitivas
- realizacion de procedimientos de montaje genericos y de componentes criticos

=FASE 1: ACOMODACION

==DOCUMENTACION ELECTRICA

<entrada desde disenyo electronico>

Recopilar y consolidar los esquemas de todos los modulos:

- CPU (placa ya enrutada pero contorno del PCB no fijado)
- MPPT
- RF (disenyo preliminar no prototipado aun y pendiente de dividir en 1,2 o 3 placas)
- Esquema de interconexion general
- ojo, todas las partes metalicas han de tener un camino a masa (grounding) para evitar ESD (estatica, arco corona)

==DOCUMENTACION COMPONENTES

Elaborar una base de datos (excel) con

1- lista de valores de componentes electricos y mecanicos (tornilleria, etc..)

2- buscar equivalente en PPL (prefered part list)

3- proponer cambios en esquemas

4- determinar la referencia (part number) del fabricante y del proveedor (MOUSER FARRELL RS DIGIKEY).

De esta forma tiene trazabilidad de todo el proyecto

5-

peso,

dimensiones fisicas,

material constructivo de cada componente

rangos de temperatura/almacenamiento de cada componente (seleccionar si esta disponible, version de automovil/militar)

6-identificar si el componente ha sido volado previamente en otra mision

en general: preferencia componentes tipo SMD1206 para facilitar pista
bajo componente

<actualizacion de disenyo electronico>

==DOCUMENTACION MECANICA

- calcular coeficiente "ocupacion/area total" de la PCB. viable si 60..80%

- realizar una acomodacion razonable de los componentes en la PCB

- ver alturas. ?existen interferencias?

- reservar espacio (y/o resolver) el anclaje de componentes grandes a las PCB:

bateria. antena (o antenas), celulas solares, tornilleria de fijacion
del sandwich de placas, conectores, pads de soldadura de cableado
(punto a punto)

- proponer el cableado entre placas considerando los aspectos de
montaje y cierre del conjunto

- el conjunto se ha de poder abrir una vez cerrado: reservar accesos al interior

- proponer una colocacion (logica) de componentes de la placa de RF y
proponer su division en una/dos/tres placas

- seleccionar finalmente una arquitectura tipo 1P 1P5 o 2P (5x5x5 7.5 10cm)

-estudiar si introduciendo algun cambio es posible hacer iguales todas
las placas del tipo MPPT

==FUJO DE DATOS

<entrada desde disenyo electronico>

-generar netlist de esquemas

-exportar la placa CPU de KiCAD a GERBER y DXF

-exportar el modelo SolidWorks a DXF

-editar los DXF hasta tener un unico DXF con los contornos de las placas

-importar en editor PCB

- acomodar las conexiones entre placas
- <entrada desde diseno antena>
- acomodar-fijar los componentes grandes
- colocar CMP
- asignar alturas a los CMP
- exportar STEP separado para cada PCB
- exportar placa CPU de KiCAD a STEP
- con herramienta XXXX importar los diferentes ficheros STEP y realizar su integracion
- generar un nuevo step que lo integre todo
- exportar a una herramienta de calculo de resistencia de conjuntos mecanicos
- <salida hacia diseno mecanico calculo stresses>
- <salida hacia modelado termico>
- <salida hacia diseno de antena>

=FASE2: REDISENYO MECANICO

- a partir de los resultados y recomendaciones obtenidas en las simulaciones stress mecanico
- modificar la geometria de las PCB
- regenerar modelo STEP y su ensamblaje
- <salida hacia diseno mecanico calculo stresses>
- iterar fase 2?

=FASE3: PROTOTIPO EM (MODELO ELECTRICO)

- objetivo: verificacion funcional del diseno electronico
- sin restricciones de tamano (2P 3P), ruteado de las placas
- verificar contra NETLIST
- montaje PCB
- escribir-depurar procedimiento montaje y verificacion placas
- verificar anclajes propuestos
- veriicar cableado
- <salida a montaje y verificacion de funcionamiento>
- <salida a campanya de ensayos>

=FASE4: MODELOS QM/FM (DE CALIFICACION Y VUELO)

- realizacion de las PCBs definitivas
- con componentes de calidad de vuelo
- escritura de procedimientos de montaje "calidad vuelo"
- normativa ESA soldaduras, etc..

ENSAYOS VALIDACION CONTROL TERMICO

1)

Adjunto el documento "FOX1 THERMAL DESIGN" pues creo que aporta datos para la discusiÃ³n:

- capitulo 3 HEAT SOURCES

indica los W/cm² recibidos desde el sol y tierra

- capitulo 4 HEAT SINKS

- capitulo 5 THERMAL CONTROL METHODS

el resto es interesante, pero omite detalles del modelo usado, con lo que no ayuda a elaborar el nuestro.

2)

no se nada de diseÃ±o termico, yo soy electronico. espera errores de bulto. entiendo el flujo de calor como corriente electrica, y los elementos de control como resistencias y condensadores

3)

?tienes capacidades de hacer un modelo termico simple pero completo?
(a mano y/o con simulador y/o calculadoras tipo GMATCENTRAL.ORG STK...)

la lectura de "FOX1 THERMAL DESIGN" indica que han aislado las PCB electronicas del clasis del satelite con piezas de plastico DERLIN.

!!!

la estrategia de usar una estructura toda de PCBs podria ser no viable
ESTO ES UN DRIVER DEL PROYECTO ENTERO
ya que define la forma y el espacio disponible

!!!

4)

DISIPACION POTENCIA ELECTRICA

has revisado nuestras estimaciones de consumo y generacion?

5)

absorciÃ³n y emision de los elementos constructivos del satelite:

- el ratio absorciÃ³n/emision define la temperatura del satelite.

- ?que necesitamos? ?emitir o absorver calor?

- los elementos que has ensayado sirven para no-absorver, para absorver o para "radiar"

6)

CONDICIONES GENERALES

TEMPERATURAS

*Ttransistor < 150grados

*Tbateria > tmin_LiIon

al bajar temperatura, baja movilidad electrones y la bateria entrega menos carga

?cuál es la energía necesaria durante eclipse? (pregunta para mi)

ORBITAS

*no claras al inicio proyecto

*orbita circular tipo LEO, dos variantes

-sol-sincrona (la mas frecuente): iluminacion 100%tiempo

-inclinada: ilumincacion 66%tiempo(60min) eclipse33%tiempo(30minutos)

CONSUMO ELECTRICO

- constante todo el tiempo

- variable segun uso y estado bateria (realista, pero complicado)
suponer consumo electrico constante

7)

?que hace de radiador en el satelite EASAT2?

la superficie de cobre de la PCB?

el cobre podria ir banyado en oro

que grosor de cobre se necesitas? 35um 70um?

8)

en lugar de FR4

la estructura del satelite se ha de hacer con TEFLON por tener

un coeficiente termico dimensional casi 0.

9)

!!
la elección de las placas solares es importante para conocer la superficie
expuesta y diseñar los aspectos termicos
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

10)

en tu documento prevees el siguiente SANDWITCH:

SOL

....

1PLACA SOLAR

2MLI

3KAPTON

4PCB

5KAPTON

6INTERIOR DEL SATELITE

pero un modelo mas realista seria

SOL

....

1PLACA SOLAR

2MLI

3KAPTON

4a pistas de cobre donde se sueldan las patas de la placa solar

4b TEFLON

4c pistas de cobre

5 componentes electronicos soldados a las pistas de cobre

6INTERIOR DEL SATELITE

en el nivel 5 podria ir teflon pegado en los huecos que dejan los componentes

la pregunta clave es si esto es posible, para aprovechar el espacio.
si es no, tenemos que parar y revisar soluciones.

11)

como aislar el interior del exterior del satelite?

(como sugiere "FOX1 THERMAL DESIGN")

ideas:

- el interior se autocaldearia; con el propio consumo electrico

- la tornilleria podria ser de plastico para evitar conducir el calor

12)

el anclaje de la antena, conduce el calor hacia el interior

SOBRE TU DOCUMENTO

13)

ojo, los cables que usan para el sensor de temperatura
pueden conducir el calor hacia el elemento bajo prueba

siendo la PCB todo de cobre, y el cobre buen conductor de calor,
porque no usas dos sensores de temperatura en ambas caras

los cocodrilos que usas como pinzas, de nuevo pueden ser antenas

14)

porque tantos sensores?
donde estan colocados?

15)

TEFLON Y NO FR4

16)

en la pagina 10 aparecen 3 evoluciones de temperatura.
aparece la temperatura final, pero no la inicial (tiempo=0)...

esto me confunde y no se realmente que intentan mostrar las graficas

17)

el test de pegamentos, en realidad es un experimento separado del anterior verdad?

18)

me comenta un amigo que hay que evaluar el outgassing en condiciones de degradaciÃ³n ultravioleta y vacio.

en que piensas que afecta el outgassing?

en que contamine la superficie de los paneles solares y disminuya su rendimiento

REPUESTA

1.- Voy a revisar el Pdf que me has enviado y ya te comento...

2.- Ok, yo he manejado algo de control tÃ©rmico para industria y como te comente tb algo de materiales para barreras tÃ©rmicas (algunos son los de los ensayos) pero para este proyecto del sat, me estoy documentando y como has visto experimento....

3.- Puede llevar algo de tiempo, he manejado SolidWorks y Ansys Workbench pero no ando muy suelto y si los conoces creo que te puedes hacer una idea... :). Con paciencia y teniendo claro el modelo final, chasis, placas, podrÃ¡-a hacerlo.....

Como bien dices creo que tendrÃ¡-amos que tener claro cual va ha ser la opciÃ³n si comprar o fabricar, pues eso puede marcar una gran diferencia y optimizar mucho el trabajo...

4.- Creo que si. Si es lo que se definiÃ³ en el programa del EASAT o hay algo mas real ya construido y testeado.. ??? ya me dices...

5.- Yo he experimentado con los materiales para ver si se corresponde con sus caracterÃ±sticas y en tiempo real ver como se comportan. La realidad no la conozco, segÃ³n la documentaciÃ³n que he podido consultar en la mayorÃ-a de los casos, dependiendo de la orientaciÃ³n del sat, a veces de necesitarÃ-a absorber calor y de algÃ³n modo almacenarlo y en otro orden lo contrario, disipar y/o radiar o reflejar la mayor cantidad de racionan posible para no sobrecalentar los componentes, estructura, etc.....

6.-Para las condiciones generales estarÃ¡-amos en el punto 5 ... la T del transmisor puede ser utilizada como elemento calefactor pues la temp de la batt es muy critica en baja. Ya comente en otra entrada que he probado la L-ion y se cae por completo a -25Â°C ... esto es importante... hay que trabajar bien este tema....

-Respecto a las Ã“rbitas, se lo consultado en la documentaciÃ³n..... 66/33 % a prox....es lo que se tiene en cuenta para las simulaciones, etc....

- El consumo elÃ©ctrico total imagino que hay que dimensionar en funciÃ³n del parÃ¡metro anterior. SegÃ³n he leÃ±do en los correos creo que se esta implementando en la unidad central un medidor de consumo o de estado de la batt/paneles solares con el fin de tomar ciertas decisiones de apagado/encendido.....

7.- No se realmente el modelo que se va a adaptar para el EASAT, pero por conducciÃ³n sobre las FR4 se repartirÃ¡; el flujo de calor. Esto se podrÃ¡-a ver en la simulaciÃ³n, teniendo claro todos estos detalles...como se conectarÃ¡-an las placas entre si, a la tornilleria, al chasis.....Ya te digo que en esto ando un poco perdido pues no se bien por donde "donde van los tiros" en cuanto al diseÃ±o.....

8.- Lo del teflon puede ser buena idea, voy ha intentar hacer pruebas con el... .

9.- Si, las placas son otro elemento que hay que tener muy claro pues deben cumplir varias funciones...elÃ©ctrica, tÃ©rmica y otra muy importante...mecÃ¡nica....hay posibilidad de pequeÃ±os impactos, etc..... Tengo previsto hacer unas pruebas de impacto con las MLIs que tengo a ver k atal se comportan a los impa

ctos..... ya te adelantare algo.....

10.- Me parece bien lo del TEFLON, tengo que hacer algunas pruebas.... Respecto a lo del espacio, yo tampoco tengo claro esto pues ya te comento que ando perdido... el teflon se añadirá en liquido para secado, por inyección..?? puede ser buena idea la de aislar ciertas partes y/o modulos para lo que hemos comentado antes sobre los flujos térmicos.....

11.- Este punto te lo comentaba anteriormente, dependiendo de sol/eclipse, etc necesitamos caldear/ventilar-disipar en función de gradiente de temperatura.....tenemos que estudiarlo bien...

12.- Imagino que la antena por conducción.... no se como ira conectada ni el tipo de antena que se va a utilizar...se podria probar...

13.-Ok. En principio lo que he pretendido es ñnicamente testear los materiales y comprobar como se comportan, grado de aislamiento, temp en superficie, etcNo he testeado a nivel del estructura sino mas bien como soporte para los ensayos. Teniendo un modelo a escala se podrá testear muy bien en la campana suspendiendo el sat con hilo, Nylon o algo asi.....

14.- La idea era la de comprobar como se comportan los materiales en la conducción estando en vacío, para ver si se corresponde a las simulaciones que he visto en los documentos... Están colocados en las esquinas, centro y en ambiente de campana..

15.- Ok , voy a probar el Teflon..... :)

16 Inician en tiempo=0 lo que ocurre es que en las graficas aparece el tiempo total de las tomas y no se resetearon... :)

17.- Si, los pegamentos lo hice con la campana de vacío para valorar la opción de sellado y/o pegado de MLI, etc.....

18.- Si, ok el vacío el lo que he probado, tengo previsto probar con IR y Ultra violeta... en larga exposición a ver que efecto les hace.....

-No habrá pensado en las placas si no en el conjunto en si, pues el outgassing es un fenómeno que puede dar al traste con las uniones, pegados, sellados, etc.... y entre ellos el que tu mencionas de las placas...

RESUMIENDO..... Mi trabajo como has visto lo he dirigido a experimentar sobre materiales que pueden utilizarse en el proyecto del sat, pero no tengo una visión clara del conjunto, creo que eso acotaría mucho mis aportaciones. Podrás diseñar un modelo y simularlo, o incluso montar una estructura lo más parecida posible al sat con los materiales a utilizar, tipo de tornillería, dimensiones reales....y probar realmente como se comporta el conjunto....

Manolo Vidal (EA7JWV)

DETALLE ACTIVIDADES TRANSPONDER PICOSATELITE
20/set/2017

SUBSISTEMA ALIMENTACION

- acomodación paneles solares
- ensayo potencia generada dependiendo ángulo iluminación
- refinamiento power-budget

SUBSISTEMA TRANSPONDER

dificultades: diseño con transistores discretos, alta ganancia (+120dB!) y alta frecuencia (100-450MHz)

1- verificación idoneidad del dispositivo INFINEON BFR181 (10GHz@1mA, alta frecuencia de corte a baja corriente)

diseño, prototipo y caracterización de:

2- selección de capacidades/bobinas fijas de alto/medio Q para el trabajo en VHF/UHF. sintonía mediante soldadura de capacidades SMD. Análisis de fabricabilidad

3- a partir de los dispositivos seleccionados, realizar etapas amplificadoras VHF/UHF (parámetros: impedancia=50R, frecuencia, ganancia y potencia según GAIN BUDGET)

3- LNA en VHF: alta IP3 y baja corriente de alimentación

4- mezclador no balanceado para VHF/UHF. estudio de los espurios generados y elección de frecuencias de mezcla y posible uso de filtros de ondas superficiales (enriquecimiento de GAIN-BUDGET)

5- amplificador de potencia de salida. consumo versus punto de compresión. estudio de viabilidad de tener dos potencias de salida cambiando punto de polarización. considerar también aspectos térmicos.

6- duplexor de entrada para separar señales de VHF/UHF provenientes de una única antena dipolo.

Es necesario algoritmo de optimización, al trabajar con impedancias diferentes de 50R.

7- osciladores a cristal trabajando en 5o harmónico (si se entraña potencia suficiente, sino, usar multiplicadores).
atención al arranque en situaciones de baja temperatura.

8- integración de las anteriores etapas en una única cadena (etapas conectorizadas).

ensayo y caracterización eléctrica para los rangos de trabajo: tensión alimentación/temperatura/potencia señal enlace ascendente

9- actividades a nivel sistema completo: actualización de los budget y reescritura requerimientos de cada etapa a la luz de las prestaciones medidas en laboratorio

10- diseño fabricación de la solución adaptándose a la geometría del satélite

potencial asignación por persona (paralelizables, salvo tareas 8 y 10, a realizar al finalizar las primeras)

- tareas 1 y 9: nivel sistema, razonamiento analítico, no necesario soldador
 - tareas 3 y 4: amplificadores de baja señal, linealización y realimentación
 - tarea 5: amplificador de potencia, es necesario un nivel alto para desarrollar esta etapa
 - tarea 4: uso no lineal de un transistor (aspectos matemáticos)
 - tarea 6: uso herramientas informáticas para síntesis red lineal
 - tarea 7: trabajo de integración y detección de fallos
 - tarea 9: uso herramientas CAD/3D
-

11-etapa amplificadora de ganancia variable

12-diseño y caracterizacion bucle de control AGC

13-calculo power budget arquitectura 1P5. 1P5+1P5=3P ocupa todo el volumen disponible en el lanzador. evita problemas acomodación de antenas.

14-impedancia caracteristica a usar: 50R o 450R. uso de utilajes (trafos 1:3) para conectar instrumentación standard