

**Εργασία: Σχεδιασμός Δέκτη**  
**Ανάλυση και Σύνθεση Ραδιοσυστημάτων**

**Αντωνιάδης Χρήστος**

**AEM: 9615**

# 1.Εισαγωγή

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η σχεδίαση ενός υπερ-ετερόδυνου δέκτη. Πιο συγκεκριμένα , αφού προηγηθεί επιλογή των εξαρτημάτων απο τον ιστότοπο **everythingRF** , θα γίνει η ανάλυση των ορίων λειτουργίας του.

Ο δέκτης θα λειτουργεί στο εύρος των **3.4 – 3.6 GHz** για 10 διαφορετικές κεντρικές συχνότητες , εύρους ζώνης 20MHz. Η λειτουργία του συνθέτη συχνοτήτων και η επιλογή των εξαρτημάτων του θα διερευνηθούν ξεχωριστά.

	<b>central_frequencies</b>	<b>Lower_bound</b>	<b>Upper_bound</b>
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<b>1</b>	3410	3400	3420
<b>2</b>	3430	3420	3440
<b>3</b>	3450	3440	3460
<b>4</b>	3470	3460	3480
<b>5</b>	3490	3480	3500
<b>6</b>	3510	3500	3520
<b>7</b>	3530	3520	3540
<b>8</b>	3550	3540	3560
<b>9</b>	3570	3560	3580
<b>10</b>	3590	3580	3600

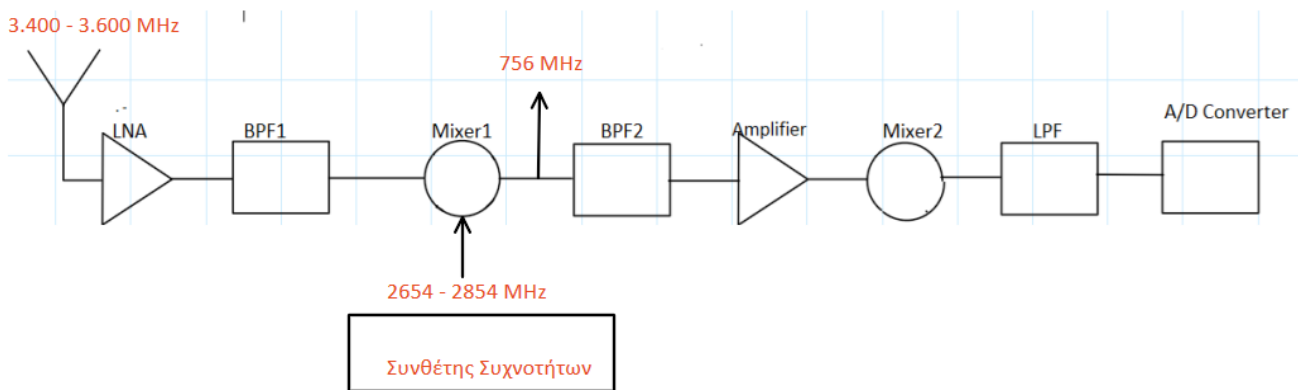
>>

Παρακάτω παρουσιάζονται τα μπλοκ διαγράμματα του δέκτη και του συνθέτη συχνοτήτων

## 2.Επιλογή Εξαρτημάτων

### 2.1 – Δέκτης

Παρακάτω παρουσιάζεται το μπλοκ διάγραμμα του ως προς σχεδίαση δέκτη. Αφού γίνει η λήψη του σήματος στα 3.4 – 3.6GHz το σήμα θα ετεροδυνωθεί στην ενδιάμεση συχνότητα των 756MHz.



## 2.1.1 – Κεραιά λήψης



### PE51032

Antenna by [Pasternack Enterprises Inc](#) (184 more products)

[Download Datasheet](#)[Request Quote](#)

The PE51032 from Pasternack Enterprises Inc is a Antenna with Frequency 3.4 to 3.6 GHz, Gain 7 dBi, Power 100 W. More details for PE51032 can be seen below.

Product Details	
Part Number	PE51032
Manufacturer	Pasternack Enterprises Inc
Description	Fixed Antenna Operates From 3.4 GHz to 3.6 GHz With a Nominal 7 dBi Gain N Female Input Connector
General Parameters	
Directionality	Omni-Directional
Polarization	Vertical
Standards	WiMax
Frequency	3.4 to 3.6 GHz
Gain	7 dBi
Power	100 W
Vertical BW	20 Degree
Horizontal BW	360 Degree
VSWR	1.50:1(Input)

<https://www.everythingrf.com/products/all-antennas/pasternack-enterprises-inc/741-20-pe51032>

[datasheet](#)

## 2.1.2 – Low Noise Amplifier (LNA)

Product Details	
Part Number	ZX60-3800LN+
Manufacturer	Mini Circuits

General Parameters	
Type	Low Noise Amplifier, Buffer Amplifier
Configuration	Module with Connector
Standards Supported	WiMAX
Industry Application	Test & Measurement
Frequency	3.3 to 3.8 GHz
Gain	23 dB
Gain Flatness	±0.1 to 1.0 dB
Noise Figure	0.9 dB
Output Power	8 to 18 dBm
Output Power	0.01 to 0.06 W
P1dB	18 dBm
P1dB	0.06 W
IP3	36 dBm
IP3	3.98 W

<https://www.everythingrf.com/products/microwave-rf-amplifiers/mini-circuits/567-12-zx60-3800ln>

[datasheet](#)

## 2.1.3 – Band Pass Filter 1 (BPF1)



**TLBF-3G5-200M-E**

Product Details	
Part Number	TLBF-3G5-200M-E
Manufacturer	Talent Microwave Inc
Description	50 W, Band Pass Filter from 3400 to 3600 MHz

General Parameters	
Frequency	3400 to 3600 MHz
Bandwidth	200 MHz
Center Frequency	3500 MHz
Insertion Loss	1 dB

<https://www.everythingrf.com/products/rf-band-pass-filters/talent-microwave-inc/521-1589-tlbf-3g5-200m-e>

[datasheet](#)

## 2.1.4 – Mixer1

Ο μείκτης πρέπει να λειτουργεί στην επιθυμητή συχνότητα και να έχει τη δυνατότητα να «πετύχει» την ενδιαμέση συχνότητα των 756MHz



### DM0204LW2

RF Mixer by [Narda-MITEQ](#) (472 more products)



Download Datasheet



Request Quote

#### Product Details

Part Number	DM0204LW2
Manufacturer	Narda-MITEQ

#### General Parameters

Type	Double Balanced Mixer
RF Frequency	2000 to 4000 MHz
LO Frequency	2000 to 4000 MHz
IF Frequency	0 to 1000 MHz
Conversion Loss	4.5 dB
Noise Figure	5 dB
LO Drive - Power	10 dB
P1dB	-1.5 dBm
IP3	8.5 dBm

<https://www.everythingrf.com/products/microwave-rf-mixers/miteq/539-74-dm0204lw2>

[datasheet](#)

## 2.1.5 – Band Pass Filter 2 (BPF2)



**856866**

Band Pass Filter by [Qorvo](#) (247 more products)

 Request Quote

### Product Details

Part Number	856866
Manufacturer	Qorvo
Description	Surface Mount, IF SAW Filter from 746 to 766 MHz

### General Parameters

Type	IF SAW Filter
Application Industry	Commercial
Frequency	746 to 766 MHz
Bandwidth	20 MHz
Center Frequency	756 MHz
Insertion Loss	0.9 dB
Package Type	Surface Mount

<https://www.everythingrf.com/products/rf-band-pass-filters/qorvo/521-483-856866>

[datasheet](#)



## 2.1.6 – Amplifier 2

Επιλέχθηκε ενισχυτής με σχετικά χαμηλό κέρδος έτσι ώστε τα επίπεδα ισχύος πριν την αποδιαμόρφωση να μην περιορίζουν πολύ τα όρια λειτουργίας του δέκτη.

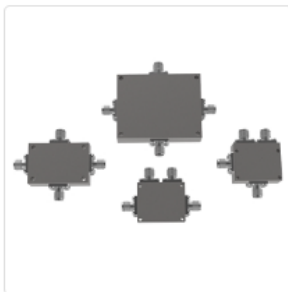
Product Details	
Part Number	XF1001-SC
Manufacturer	MACOM
Description	10DC-6.0 GHz1.0W Packaged HFETPage
General Parameters	
Type	Gain Block
Configuration	IC/MMIC/SMT
Frequency	DC to 6 GHz
Gain	15.5 dB
Noise Figure	4.5 dB
Output Power	30 dBm
Output Power	1 W
P1dB	30 dBm
P1dB	1 W
IP3	46.5 dBm
IP3	44.67 W

<https://www.everythingrf.com/products/rf-band-pass-filters/qorvo/521-483-856866>

[datasheet](#)

## 2.1.7 – Mixer 3

Μείκτης με υψηλές τιμές IP3 και P1dB έτσι ώστε να έχουμε σωστή λειτουργία μετά την προηγούμενη ενίσχυση του σήματος



### QIQ8.5-13.5-2

RF Mixer by [Qualink Microwave](#) (46 more products)



Download Datasheet



Request Quote

#### Product Details

Part Number	QIQ8.5-13.5-2
Manufacturer	Qualink Microwave
Description	I/Q Mixer from DC to 2 GHz

#### General Parameters

Type	I/Q Mixer
RF Frequency	DC to 2 GHz
LO Frequency	8.5 to 13.5 GHz
IF Frequency	DC to 2 GHz
Image Rejection	25 dBc
Conversion Loss	8 dB
P1dB	21 dBm (Input)
IP3	25 dBm

<https://www.everythingrf.com/products/microwave-rf-mixers/qualink/539-1403-qiq8-5-13-5-2>

[datasheet](#)

## 2.1.8 – Low Pass Filter (LPF)



### DC-1600 MHz Absorptive Lowpass Filter

Low Pass RF Filter by [Networks International Corporation](#) (1 more product)

 [Download Datasheet](#)

 [Request Quote](#)

#### Product Details

Part Number	DC-1600 MHz Absorptive Lowpass Filter
Manufacturer	Networks International Corporation
Description	DC to 1600 MHz Low Pass Filter in Ruggedized Package

#### General Parameters

Frequency	DC to 1.6 GHz
Application	L Band, Ku Band
Insertion Loss	Less than 0.4 dB
Rejection	60 dB

<https://www.everythingrf.com/products/low-pass-filters/networks-international-corporation/525-334-dc-1600-mhz-absorptive-lowpass-filter>

[datasheet](#)

## 2.1.9 – A/D converter

### MCP37D20-200

Analog to Digital Converter by [Microchip Technology](#) (9 more products)

 Download Datasheet

 Request Quote

The MCP37D20-200 from Microchip Technology is a Analog to Digital Converter with Sample Rate 200 Msps, Resolution 14 Bits, Input Bandwidth 650 MHz, Power Consumption 348 mW, Supply Voltage 1.2, 1.8 V. Tags: Differential. More details for MCP37D20-200 can be seen below.

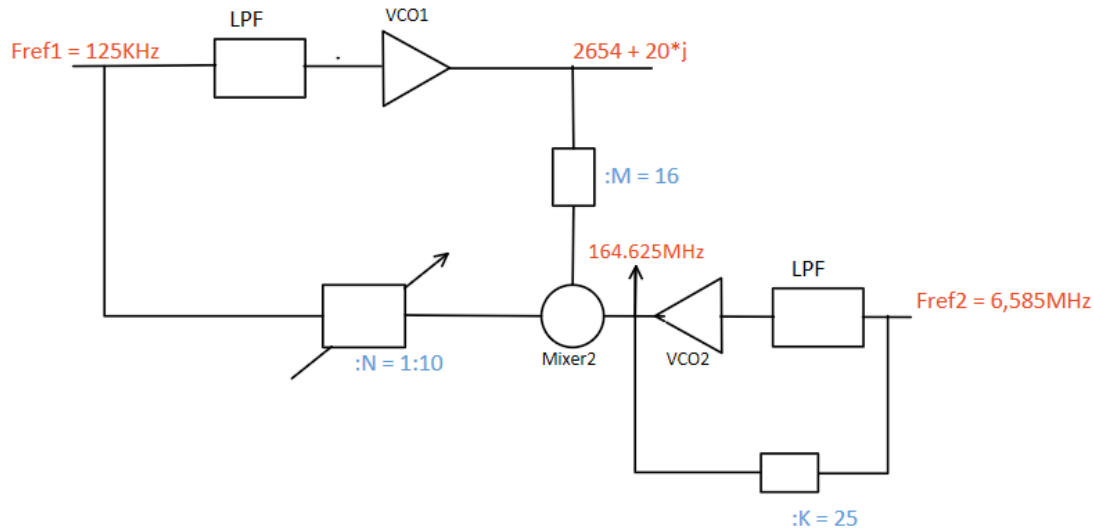
Product Details	
Part Number	MCP37D20-200
Manufacturer	Microchip Technology
Description	14 Bits, 200 Msps Analog to Digital Converter
General Parameters	
Sample Rate	200 Msps
Resolution	14 Bits
Channels	1 Channel
Input Bandwidth	650 MHz
Power Consumption	348 mW
Supply Voltage	1.2, 1.8 V

<https://www.everythingrf.com/products/analog-to-digital-converters/microchip-technology-inc/776-403-mcp37d20-200>

[datasheet](#)

## 2.2 – Συνθέτης Συχνοτήτων

Ο συνθέτης πρέπει να παράγει τις συχνότητες  $2654 + 20 \cdot i$  για  $i = 1, 2, 3, 4, \dots, 10$ . Παραθέτεται το μπλοκ διάγραμμα του δέκτη όπως και ένας πίνακας με τις διάφορες συχνότητες του σήματος σε κάθε σημείο του της διάταξης



	central_frequencies	Lower_bound	Upper_bound	LO_756	LO_divided	IF2_164_625	N
1	3410	3400	3420	2654	165.88	1.25	1
2	3430	3420	3440	2674	167.12	2.5	2
3	3450	3440	3460	2694	168.38	3.75	3
4	3470	3460	3480	2714	169.62	5	4
5	3490	3480	3500	2734	170.88	6.25	5
6	3510	3500	3520	2754	172.12	7.5	6
7	3530	3520	3540	2774	173.38	8.75	7
8	3550	3540	3560	2794	174.62	10	8
9	3570	3560	3580	2814	175.88	11.25	9
10	3590	3580	3600	2834	177.12	12.5	10

Η στήλη N του πίνακα δείχνει τον λόγο διαίρεσης του προγραμματιζόμενου διαιρέτη έτσι ώστε να παραχθούν οι επιθυμητές συχνότητες. Όπως φαίνεται και στο σχήμα ο κρύσταλλος θα πρέπει να παράγει την συχνότητα 125KHz και ο μείκτης θα πρέπει να έχει LO\_freq 164.625MHz. Η συχνότητα αυτή θα συντεθεί με κρύσταλλο συχνότητας 5.585MHz με χρήση της απλής διάταξης που απεικονίζεται στο μπλοκ διάγραμμα

## 2.2.1 - Κρύσταλλος 1 (125KHz)



### Cylindrical Tuning Fork

RF Quartz Crystal by [Bomar Crystal](#) (26 more products)

[Download Datasheet](#)[Request Quote](#)

Product Details	
Part Number	Cylindrical Tuning Fork
Manufacturer	Bomar Crystal
Description	30 to 200 KHz RF Quartz Crystal
General Parameters	
Applications	Test & Measurement
Frequency	30 to 200 KHz
Frequency Stability	-0.045ppm
Frequency Tolerance	±20ppm
Drive Power Level	100 µW
Aging/year	±5 ppm/y

<https://www.everythingrf.com/products/rf-quartz-crystals/bomar-crystal/866-1389-cylindrical-tuning-fork>


[datasheet](#)

## 2.2.2 – Voltage Controlled Oscillator (VCO1)



### ROS-3000-819+

Voltage Controlled Oscillator by [Mini Circuits](#) (81 more products)

 [Download Datasheet](#)

 [Request Quote](#)

#### Product Details

Part Number	ROS-3000-819+
Manufacturer	Mini Circuits
Description	2000 to 3000 MHz, Linear Tuning, Wideband VCO

#### General Parameters

Frequency	2000 to 3000 MHz
Power	3.548 mW

<https://www.everythingrf.com/products/voltage-controlled-oscillators-vco/mini-circuits/150-12-ros-3000-819>

[datasheet](#)


## 2.2.3 – Prescaler 1 (:16)



### FMFD16000

Frequency Divider by [Fairview Microwave](#) (29 more products)

 Download Datasheet

 Request Quote

Product Details	
Part Number	FMFD16000
Manufacturer	Fairview Microwave
Description	SMA Frequency Divider Divide by 16 Prescaler Module Operating from 400 MHz to 4 GHz
General Parameters	
Applications	PLL Applications, Test Instrumentation, Countermeasures, Point to Point Microwave Radio, SATCOM, MILCOM, Base Stations
Type	Fixed
Input Frequency	0.4 to 4 GHz
Division Factor	16
Output Frequency	25 to 250 MHz

<https://www.everythingrf.com/products/prescalers/fairview-microwave/127-15-fmfd16000>

[datasheet](#)



## 2.2.4 – Μίκτης 2

Product Details	
Part Number	MDS-222-PIN
Manufacturer	MACOM
Description	0.2 to 200 MHz, Surface Mount Double Balanced Mixer
General Parameters	
Type	Double Balanced Mixer
RF Frequency	0.2 to 200 MHz
LO Frequency	0.2 to 200 MHz
IF Frequency	DC to 200 MHz
Conversion Loss	6 to 7.5 dB

<https://www.everythingrf.com/products/microwave-rf-mixers/macom-technology-solutions/539-122-mds-222-pin>

[datasheet](#)

## 2.2.5 – Programmable prescaler

### PFD1K

Frequency Divider by [Microchip Technology](#) (8 more products)

 Request Quote

The PFD1K from Microchip Technology is a Frequency Divider with Input Frequency DC to 40 GHz, Input Power 0 to 10 dBm, Output Power 0.4 Vp-p dBm, Voltage 3.3 V, Current 500 mA. Tags: Surface Mount, Programmable. More details for PFD1K can be seen below.

Product Details	
Part Number	PFD1K
Manufacturer	Microchip Technology
Description	DC to 40 GHz, Programmable Prescaler with Division factor 1 to 127 (7-Bit)
General Parameters	
Type	Programmable
Input Frequency	DC to 40 GHz
Division Factor	1 to 127
Input Power	0 to 10 dBm
Output Power	0.4 Vp-p dBm
Voltage	3.3 V

<https://www.everythingrf.com/products/prescalers/microchip-technology-inc/127-403-pfd1k>

[datasheet](#)

## 2.2.6 – Κρύσταλλος 2 ( 6.585 MHz)



### ECS-3X10X

RF Quartz Crystal by [ECS Inc. International](#) (1859 more products)

 Download Datasheet

 Request Quote

Product Details	
Part Number	ECS-3X10X
Manufacturer	ECS Inc. International
Description	16 pF, $\pm 50$ ppm Thru Hole Crystal from 3.5 to 9.83 MHz
General Parameters	
Frequency	3.5 to 9.83 MHz
Frequency Stability	$\pm 50$ ppm
Frequency Tolerance	$\pm 50$ ppm
Drive Power Level	50 to 100 $\mu$ W
Aging/year	$\pm 5$ ppm

<https://www.everythingrf.com/products/prescalers/microwave-technology-inc/127-403-pfd1k>

[datasheet](#)


# 2.2.7 – VCO2



## CVCO55FLM-0137-0171

Voltage Controlled Oscillator by [Crystek Corporation](#) (800 more products)

 [Download Datasheet](#)

 [Request Quote](#)

Product Details	
Part Number	CVCO55FLM-0137-0171
Manufacturer	Crystek Corporation
Description	137 to 171 MHz, SMT VCO
General Parameters	
Frequency	137 to 171 MHz
Power	1.995 mW
Tuning Sensitivity	15 MHz/V

<https://www.everythingrf.com/products/voltage-controlled-oscillators-vco/crystek-corporation/150-917-cvco55flm-0137-0171>

[datasheet](#)

# 2.2.8 – Prescaler (:25)



## HD26127

Frequency Divider by [HD Communications Corp](#) (62 more products)

[Download Datasheet](#)

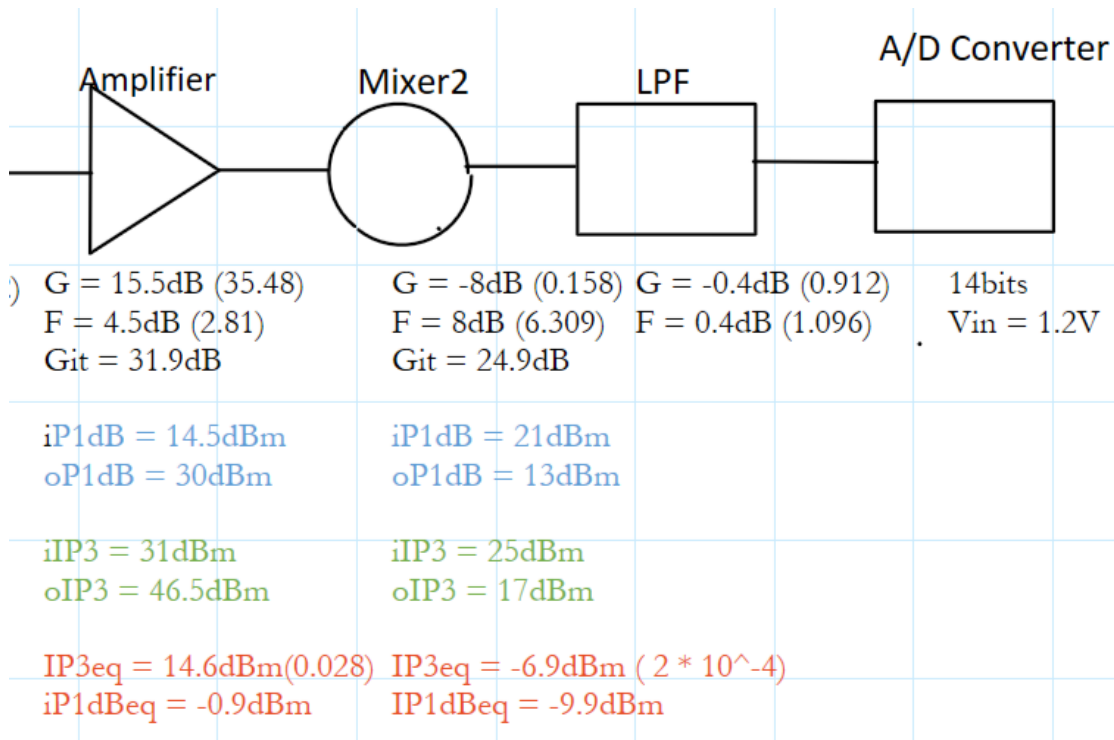
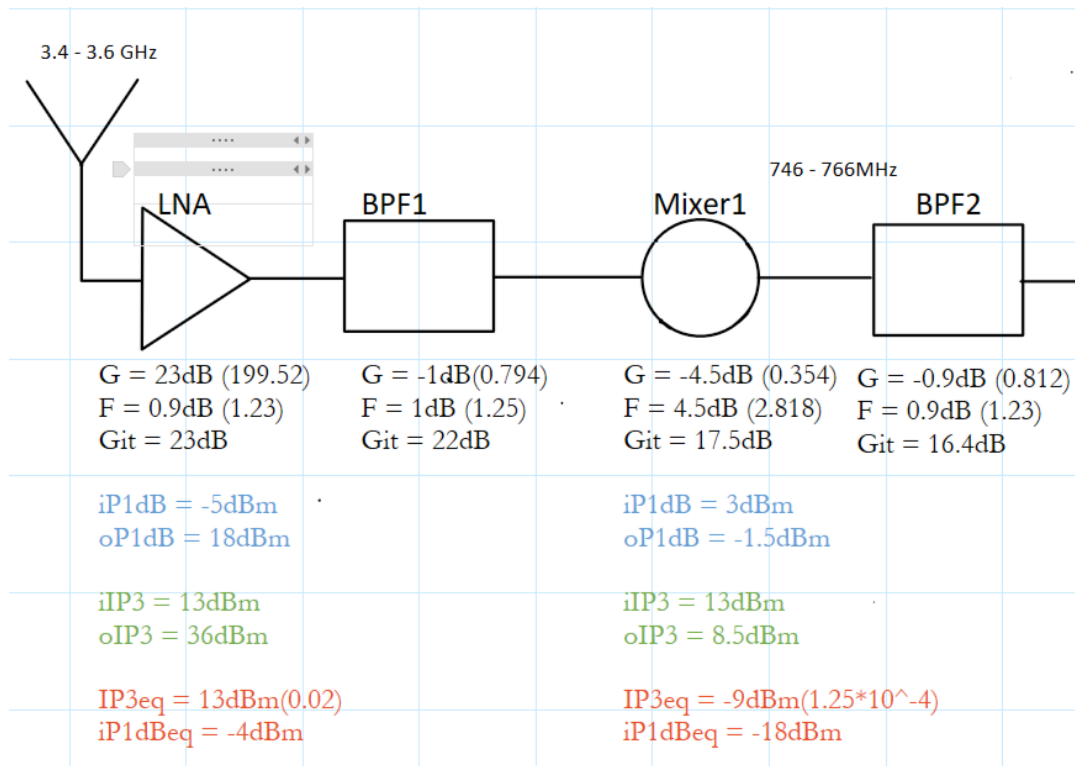
[Request Quote](#)

Product Details	
Part Number	HD26127
Manufacturer	HD Communications Corp
Description	100 to 8000 MHz, Frequency Divider / Prescaler with 25 Division Factor
General Parameters	
Type	Fixed
Input Frequency	100 to 8000 MHz
Division Factor	25
Output Frequency	8 to 320 MHz

<https://www.everythingrf.com/products/prescalers/hd-communications-corp/127-1905-hd26127>

[datasheet](#)

### 3.Ανάλυση Περιοχής λειτουργίας



....									
$G_{total} = 23 - 1 - 4.5 - 0.9 + 15.5 - 8 - 0.4 = 23.7\text{dB}$									
$F_{cas} = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1*G_2 + (F_4 - 1)/G_1*G_2*G_3 +$ $  (F_5 - 1)/G_1*G_2*G_3*G_4 + (F_6 - 1)/G_1*G_2*G_3*G_4*G_5 + (F_7 - 1)/G_1*G_2*G_3*G_4*G_5*G_6$									
$F_{cas} = 1.456 = 1.631\text{dB}$									
$MDS = -174\text{dBm} + 10\log(BW) + F_{cas} \quad \Gamma \propto BW = 20\text{MHz}$ $MDS = -99.35\text{dBm}$									
$P_{out} = MDS + G_t = -99.35 + 23.7 = -75.6500\text{ dBm}$									
A/D converter range: [-96.4 -12.11]									
MDS = -99.35dBm DR is not constrained by the system MDS									
IP1dB = -18dBm DR is constrained by P1dB on the first Mixer									
So DR = [-96.4 -18dBm]									
$1/IP_{3sys} = 1/IP_{31eq} + 1/IP_{33eq} + 1/IP_{35eq} + 1/IP_{36eq}$									
IP3sys = -10.2dBm Outside of the dynamic range									
$SFDR = 2/3(MDS - IP_{3sys}) = 2/3(-99.35 + 10.2) = -59.4\text{ dBm}$									
SFDR = [-99.4 -40] ---> [-96.4 -40] Due to A/D									

Απο την παραπάνω ανάλυση διαπιστώνουμε ότι η δυναμική περιοχή του δέκτη θα είναι [-96.4,-18] (dBm) , ενώ στο εύρος [-96.4 , -40] απαλλασσόμαστε πλήρως από παρεμβολές τρίτης τάξης. Παρατηρούμε τα εξής:

- Ενώ η ισχύς του θορύβου στο σύστημα θα μας επέτρεπε να ανιχνεύουμε σήματα από -99.35 dBm, το ελάχιστο σήμα που μπορεί να ανιχνεύσει ο A/D (στην κεραία) είναι -96.4dBm.

- Παρά το γεγονός ότι ο συγκεκριμένος A/D converter μπορεί να ανιχνεύσει σήματα έως και  $-12.11 \text{ dBm}$  ισχύος, περιοριζόμαστε στα  $-18 \text{ dBm}$  ώστε να μην ξεπεράσουμε το  $P1\text{dB}$  του πρώτου μίκτη. Εάν επιλέγαμε μίκτη με υψηλότερο compression point πρακτικά το σύστημα θα περιοριζόταν μόνο από τον A/D.