

600MHz~1100MHz 高直線性ダイレクト 直交変調器

特長

- ベースバンドからRFへのダイレクト・アップコンバージョン
- 高いOIP3: 900MHzで+22.4dBm
- 20MHzオフセットでの低い出力ノイズフロア:
RFなし: -158dBm/Hz
 $P_{OUT} = 4\text{dBm}$: -152.7dBm/Hz
- 低いキャリア・リーク: 900MHzで-43.7dBm
- 高いイメージ除去比: 900MHzで-49dBc
- 3チャンネルCDMA2000 ACPR: 900MHzで-70.4dBc
- LOバッファとLO直交位相ジェネレータを内蔵
- 50ΩAC結合シングルエンドのLOおよびRF出力
- 同相電圧2.1Vでのベースバンド入力への高インピーダンス・インタフェース
- 16ピンQFN 4mm × 4mmパッケージ

アプリケーション

- RFID単側波帯送信機
- セルラー帯域およびISM帯域向けインフラストラクチャ送信
- セルラー帯域向けイメージ除去アップコンバータ
- 600MHz~1100MHzローカル発振信号向け低ノイズ可変位相シフタ
- マイクロ波データリンク

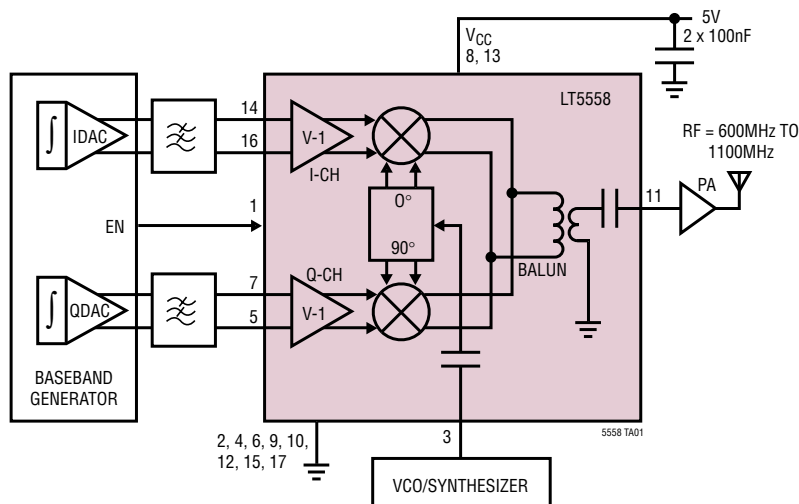
概要

LT[®]5558は、ワイヤレス・インフラストラクチャなどの高性能ワイヤレス・アプリケーション向けに設計されたダイレクトI/Q変調器です。このデバイスにより、差動ベースバンドのI信号とQ信号を使ってRF信号を直接変調することができます。このデバイスはGSM、EDGE、CDMA、CDMA2000などのシステムをサポートしています。また、90°位相シフトされた信号をI入力とQ入力に印加することにより、イメージ除去アップコンバーティング・ミキサとしても構成可能です。高インピーダンスI/Qベースバンド入力は、電圧-電流コンバータで構成され、これらのコンバータが二重平衡ミキサをドライブします。ミキサの出力は合計されて内蔵のRFトランスに印加され、トランスは差動ミキサ信号を50Ωシングルエンド出力に変換します。平衡型のIとQのベースバンド入力ポートは、約2.1Vの同相電圧レベルでソースからDC結合されるように設計されています。LOパスは、シングルエンド入力を備えたLOバッファと、ミキサに対するLOドライブを生成する高精度直交ジェネレータで構成されています。電源電圧範囲は4.5V~5.25Vです。

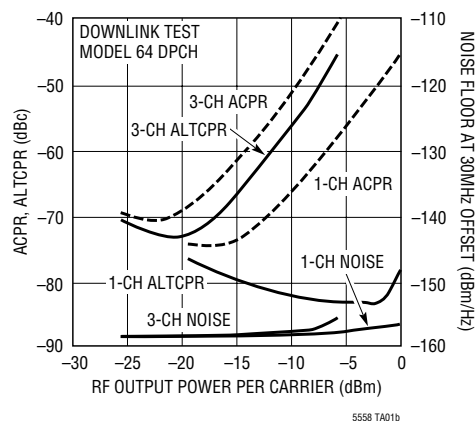
LT、LT、LTCおよびLTMはリニアテクノロジー社の登録商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

標準的応用例

600MHz~1100MHz直接変換トランスミッタ・アプリケーション



CDMA2000 ACPR, ALTCPRおよびノイズとRF出力電力
(900MHzで1キャリアおよび3キャリア)



LT5558

絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧..... 5.5V

BBPI、BBMIおよび

BBPQ、BBMQの同相レベル 2.5V

すべてのピンの電圧

超えてはいけない..... -500mV ~ ($V_{CC} + 500\text{mV}$)

動作周囲温度範囲

(Note 2)..... -40°C ~ 85°C

保存温度範囲..... -65°C ~ 125°C

パッケージ/発注情報

<p>TOP VIEW</p> <p>EN 1 GND 12 GND GND 2 RF LO 3 GND 10 GND GND 4 GND 9 GND BBMQ GND BBPQ VCC</p> <p>UF PACKAGE 16-LEAD (4mm × 4mm) PLASTIC QFN</p> <p>$T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{JA} = 37^{\circ}\text{C/W}$ EXPOSED PAD (PIN 17) IS GND, MUST BE SOLDERED TO PCB</p>	<p>ORDER PART NUMBER</p> <p>LT5558EUF</p> <p>UF PART MARKING</p> <p>5558</p>
<p>Order Options Tape and Reel: Add #TR Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF Lead Free Part Marking: http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/</p>	

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

電気的特性

$V_{CC} = 5\text{V}$, $EN = \text{"H"}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $f_{LO} = 900\text{MHz}$, $f_{RF} = 902\text{MHz}$, $P_{LO} = 0\text{dBm}$. BBPI, BBMI, BBPQ, BBMQ CMの各入力電圧 = $2.1V_{DC}$, ベースバンド入力周波数 = 2MHz , IとQは90°シフトされている (上側の側帯域を選択)。注記がない限り、 $P_{RF(OUT)} = -10\text{dBm}$. (Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
RF Output (RF)						
f_{RF}	RF Frequency Range	-3 dB Bandwidth -1 dB Bandwidth		600 to 1100 680 to 960		MHz MHz
$S_{22, ON}$	RF Output Return Loss	$EN = \text{High}$ (Note 6)		-15.8		dB
$S_{22, OFF}$	RF Output Return Loss	$EN = \text{Low}$ (Note 6)		-13.3		dB
N_{Floor}	RF Output Noise Floor	No Input Signal (Note 8) $P_{RF} = 4\text{dBm}$ (Note 9) $P_{RF} = 4\text{dBm}$ (Note 10)		-158 -152.7 -152.3		dBm/Hz dBm/Hz dBm/Hz
G_P	Conversion Power Gain	$P_{OUT}/P_{IN, I \& Q}$		9.7		dB
G_V	Conversion Voltage Gain	$20 \cdot \log(V_{OUT, 50\Omega}/V_{IN, DIFF, I \text{ or } Q})$		-5.1		dB
P_{OUT}	Absolute Output Power	1V _{P-P} DIFF CW Signal, I and Q		-1.1		dBm
$G_{3LO \text{ vs } LO}$	3 • LO Conversion Gain Difference	(Note 17)		-26.5		dB
$OP1\text{dB}$	Output 1dB Compression	(Note 7)		7.8		dBm
$OIP2$	Output 2nd Order Intercept	(Notes 13, 14)		65		dBm
$OIP3$	Output 3rd Order Intercept	(Notes 13, 15)		22.4		dBm
IR	Image Rejection	(Note 16)		-49		dBc
$LOFT$	Carrier Leakage (LO Feedthrough)	$EN = \text{High}$, $P_{LO} = 0\text{dBm}$ (Note 16)		-43.7		dBm
		$EN = \text{Low}$, $P_{LO} = 0\text{dBm}$ (Note 16)		-60		dBm
EVM	GSM Error Vector Magnitude	$P_{RF} = 2\text{dBm}$		0.6		%
LO Input (LO)						
f_{LO}	LO Frequency Range			600 to 1100		MHz
P_{LO}	LO Input Power		-10	0	5	dBm

5558fa

電気的特性

$V_{CC} = 5V$, $EN = "H"$, $T_A = 25^{\circ}C$, $f_{LO} = 900MHz$, $f_{RF} = 902MHz$, $P_{LO} = 0dBm$, $BBPI$, $BBMI$, $BBPQ$, $BBMQ$ CMの各入力電圧 = $2.1V_{DC}$, ベースバンド入力周波数 = $2MHz$, I と Q は 90° シフトされている(上側の側帯域を選択)。注記がない限り、 $P_{RF(OUT)} = -10dBm$ 。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$S_{11, ON}$	LO Input Return Loss	$EN = High$ (Note 6)		-10.6		dB
$S_{11, OFF}$	LO Input Return Loss	$EN = Low$ (Note 6)		-2.5		dB
NF_{LO}	LO Input Referred Noise Figure	(Note 5) at 900MHz		14.6		dB
G_{LO}	LO to RF Small-Signal Gain	(Note 5) at 900MHz		16.4		dB
$IIP3_{LO}$	LO Input 3rd Order Intercept	(Note 5) at 900MHz		-3.3		dBm

Baseband Inputs (BBPI, BBMI, BBPQ, BBMQ)

BW_{BB}	Baseband Bandwidth	-3dB Bandwidth		400		MHz
V_{CMBB}	DC Common-mode Voltage	(Note 4)		2.1		V
$R_{IN, DIFF}$	Differential Input Resistance	Between BBPI and BBMI (or BBPQ and BBMQ)		3		$k\Omega$
$R_{IN, CM}$	Common Mode Input Resistance	(Note 20)		100		Ω
$I_{CM, COMP}$	Common Mode Compliance Current range	(Notes 18, 20)		-820 to 440		μA
P_{LO-BB}	Carrier Feedthrough on BB	$P_{OUT} = 0$ (Note 4)		-46		dBm
$IP1dB$	Input 1dB compression point	Differential Peak-to-Peak (Notes 7, 19)		3.4		$V_{P-P, DIFF}$
$\Delta G_{I/Q}$	I/Q Absolute Gain Imbalance			0.05		dB
$\Delta \phi_{I/Q}$	I/Q Absolute Phase Imbalance			0.2		Deg

Power Supply (Vcc)

V_{CC}	Supply Voltage		4.5	5	5.25	V
$I_{CC(ON)}$	Supply Current	$EN = High$		108	135	mA
$I_{CC(OFF)}$	Supply Current, Sleep mode	$EN = 0V$		0.1	50	μA
t_{ON}	Turn-On Time	$EN = Low$ to High (Note 11)		0.3		μs
t_{OFF}	Turn-Off Time	$EN = High$ to Low (Note 12)		1.1		μs

Enable (EN), Low = Off, High = On

Enable	Input High Voltage Input High Current	$EN = High$ $EN = 5V$	1	230		V μA
Shutdown	Input Low Voltage	$EN = Low$			0.5	V

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超すストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

Note 2: $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ の温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 3: テストは図7の回路構成で行われる。

Note 4: 4つのベースバンド入力BBPI、BBMI、BBPQおよびBBMQのそれぞれで。

Note 5: $V_{BBPI} - V_{BBMI} = 1V_{DC}$, $V_{BBPQ} - V_{BBMQ} = 1V_{DC}$ 。

Note 6: -1dBの帯域内の最大値。

Note 7: 外付けのカップリング・コンデンサがRF出力ラインに使われる。

Note 8: LO信号の周波数から20MHzのオフセットで。

Note 9: CW信号の周波数から20MHzのオフセットで。

Note 10: CW信号の周波数から5MHzのオフセットで。

Note 11: RF電力は最終値の10%以内。

Note 12: RF電力はON状態の場合より少なくとも30dB低い。

Note 13: ベースバンドは2MHzと2.1MHzのトーンでドライブされる。ドライブ・レベルは結果として得られる2つのRFトーンがそれぞれ-10dBmになるように設定される。

Note 14: LO周波数+4.1MHzで測定されたIM2。

Note 15: LO周波数+1.9MHzおよびLO周波数 +2.2MHzで測定されたIM3。

Note 16: イメージまたはLOフィードスルーのヌリングなしに(未調整)設定された特性データの振幅の平均。

Note 17: $BB = 2MHz$ で $LO = 900MHz$ の場合の $f = 3 \cdot LO - BB$ でのスプリアス信号の変換利得と $f = LO + BB$ での望みの信号の変換利得の差。

Note 18: 同相(CM)帰還ループがデバイスを適切にバイアスする同相電流範囲。同相電流はBBPI(またはBBPQ)ピンに流れ込む電流とBBMI(またはBBMQ)に流れ込む電流の和。

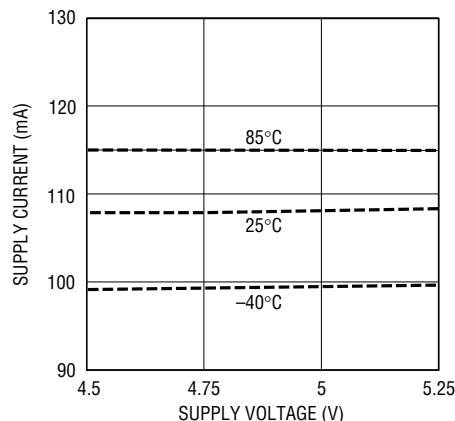
Note 19: 出力P1dBに対応する入力電圧。

Note 20: 相互に短絡されたBBPIとBBMI(または相互に短絡されたBBPQとBBMQ)。

標準的性能特性

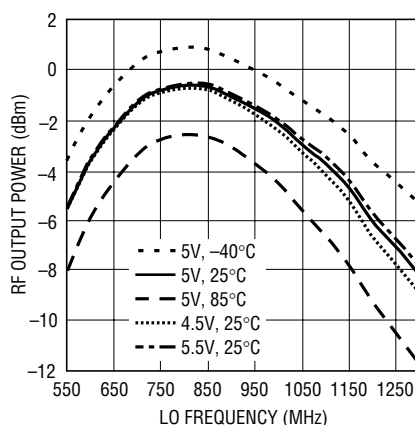
$V_{CC} = 5V$, $EN = "H"$, $T_A = 25^\circ C$, $f_{LO} = 900MHz$, $f_{RF} = 902MHz$, $P_{LO} = 0dBm$. BBPI, BBMI, BBPQ, BBMQ CMの各入力電圧 = $2.1V_{DC}$ 、ベースバンド入力周波数 = $2MHz$ 、IとQはイメージまたはLOフィードスルーのヌリングなしに 90° シフトされている。 $f_{RF} = f_{BB} + f_{LO}$ (上側の側帯域を選択)。注記がない限り、 $P_{RF(OUT)} = -10dBm$ (2トーンの測定は $-10dBm$ /トーン)。(Note 3)

電源電流と電源電圧



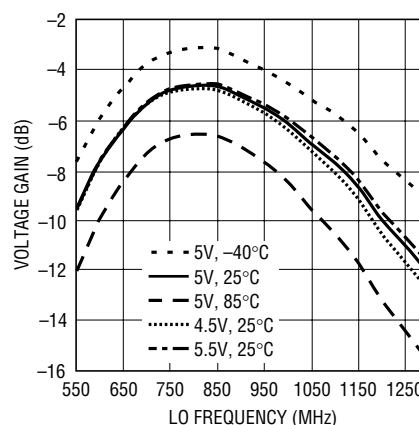
5558 G01

RF出力電力とLO周波数 (1V_{p-p}の差動ベースバンド・ドライブ)



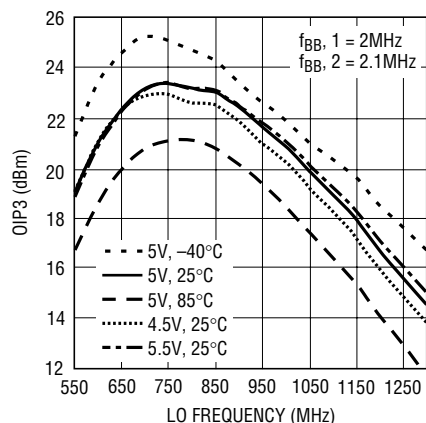
5558 G02

電圧利得とLO周波数



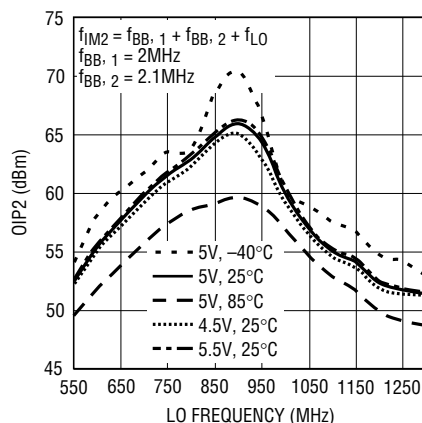
5558 G03

出力IP3とLO周波数



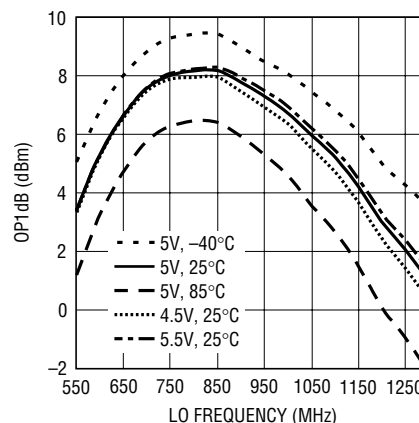
5558 G04

出力IP2とLO周波数



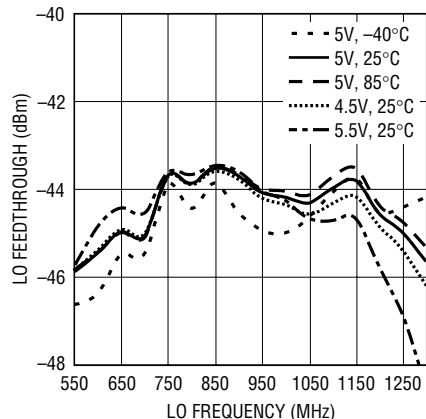
5558 G05

出力の1dB圧縮とLO周波数



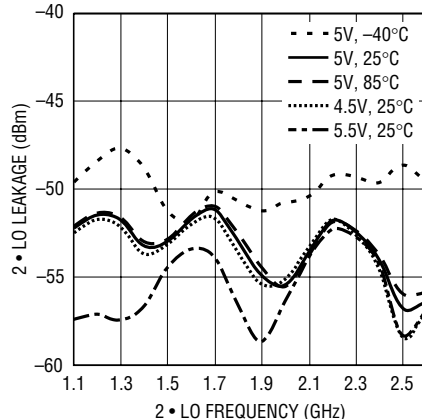
5558 G06

RF出力へのLOフィードスルーとLO周波数



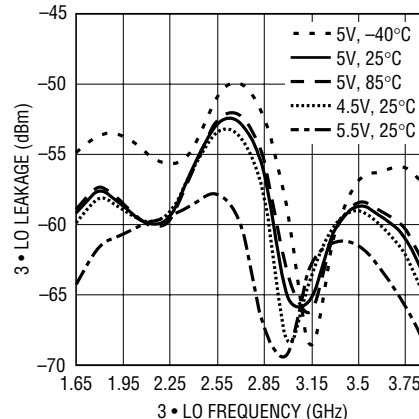
5558 G07

RF出力への2・LOリークと2・LO周波数



5558 G08

RF出力への3・LOリークと3・LO周波数



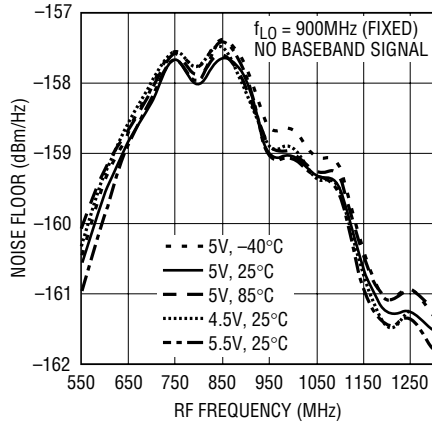
5558 G09

5558fa

標準的性能特性

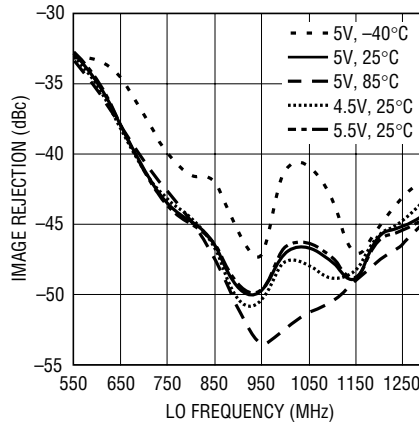
$V_{CC} = 5V$, $EN = "H"$, $T_A = 25^\circ C$, $f_{LO} = 900MHz$, $f_{RF} = 902MHz$, $P_{LO} = 0dBm$, BBPI, BBMI, BBPQ, BBMQ CMの各入力電圧 = $2.1V_{DC}$, ベースバンド入力周波数 = $2MHz$, IとQはイメージまたはLOフィードスルーのヌリングなしに 90° シフトされている。 $f_{RF} = f_{BB} + f_{LO}$ (上側の側帯域を選択)。注記がない限り、 $P_{RF(OUT)} = -10dBm$ (2トーンの測定は $-10dBm$ /トーン)。(Note 3)

ノイズフロアとRF周波数



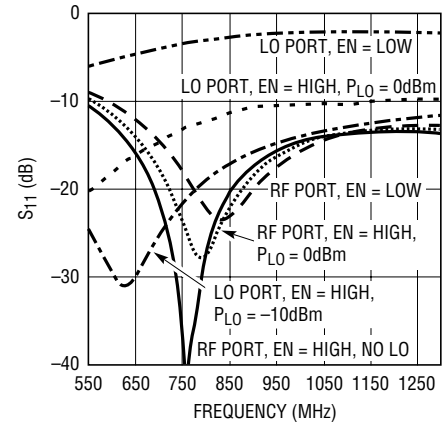
5558 G24

イメージ除去とLO周波数



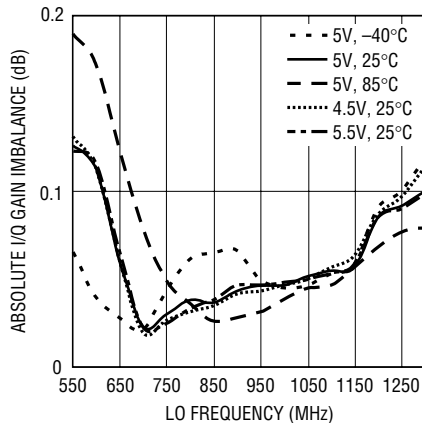
5558 G10

LOポートおよびRFポートのリターン損失とRF周波数



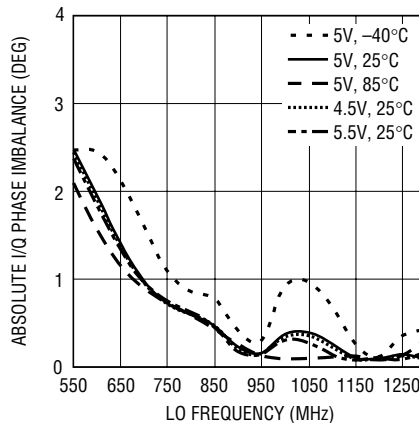
5558 G25

絶対I/Q利得不平衡とLO周波数



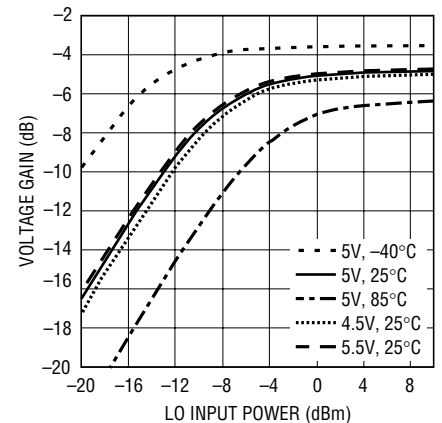
5558 G11

絶対I/Q位相不平衡とLO周波数



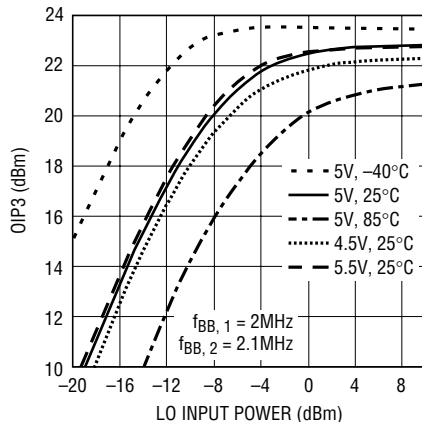
5558 G12

電圧利得とLO電力



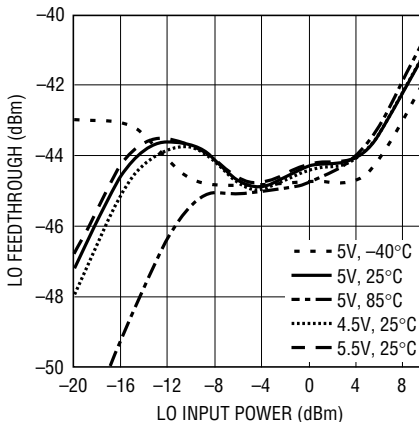
5558 G13

出力IP3とLO電力



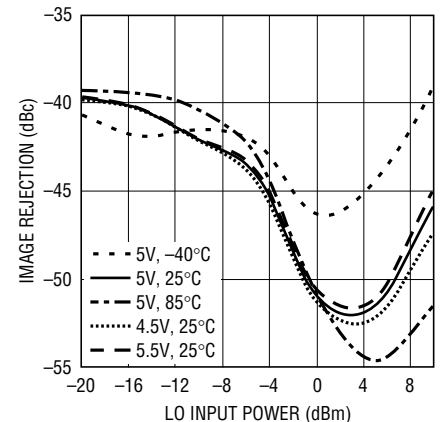
5558 G14

LOフィードスルーとLO電力



5558 G15

イメージ除去とLO電力



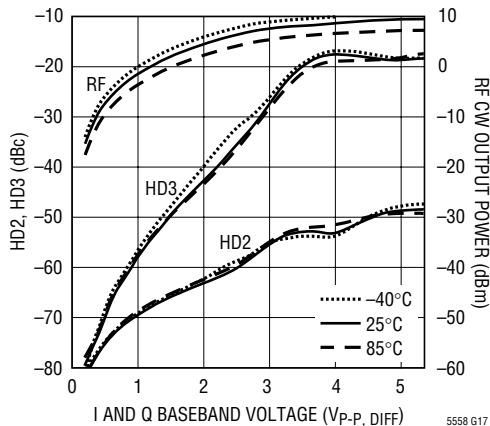
5558 G16

5558fa

標準的性能特性

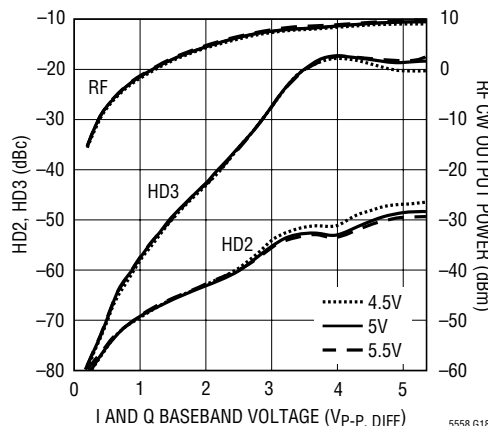
$V_{CC} = 5V$, $EN = "H"$, $T_A = 25^\circ C$, $f_{LO} = 900MHz$, $f_{RF} = 902MHz$, $P_{LO} = 0dBm$, BBPI, BBMI, BBPQ, BBMQ CMの各入力電圧 = $2.1V_{DC}$, ベースバンド入力周波数 = 2MHz, IとQはイメージまたはLOフィードスルーのヌリングなしに 90° シフトされている。 $f_{RF} = f_{BB} + f_{LO}$ (上側の側帯域を選択)。注記がない限り, $P_{RF(OUT)} = -10dBm$ (2トーンの測定は $-10dBm$ /トーン)。(Note 3)

RF CW出力電力、HD2およびHD3とCWベースバンド電圧および温度



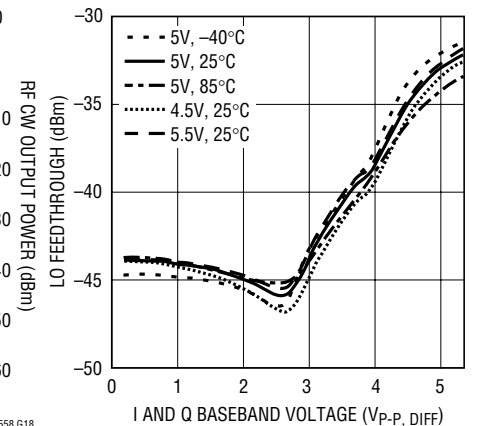
HD2 = MAX POWER AT $f_{LO} + 2 \cdot f_{BB}$ OR $f_{LO} - 2 \cdot f_{BB}$
HD3 = MAX POWER AT $f_{LO} + 3 \cdot f_{BB}$ OR $f_{LO} - 3 \cdot f_{BB}$

RF CW出力電力、HD2およびHD3とCWベースバンド電圧および電源電圧

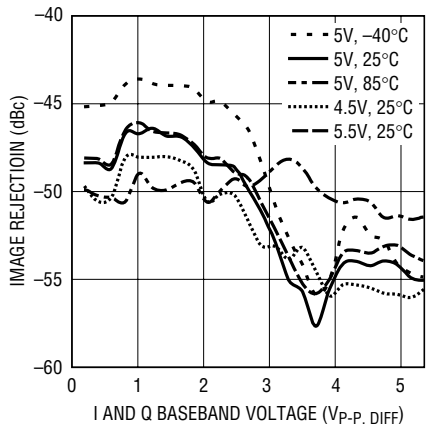


HD2 = MAX POWER AT $f_{LO} + 2 \cdot f_{BB}$ OR $f_{LO} - 2 \cdot f_{BB}$
HD3 = MAX POWER AT $f_{LO} + 3 \cdot f_{BB}$ OR $f_{LO} - 3 \cdot f_{BB}$

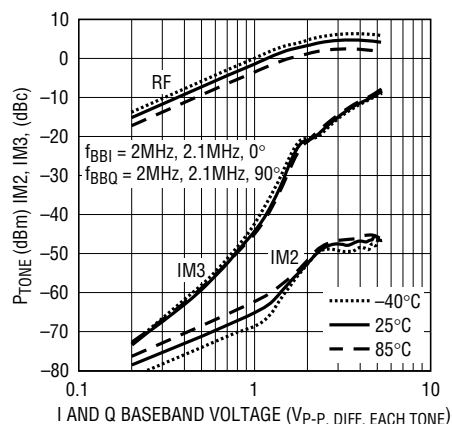
RF出力へのLOフィードスルーとCWベースバンド電圧



イメージ除去とCWベースバンド電圧

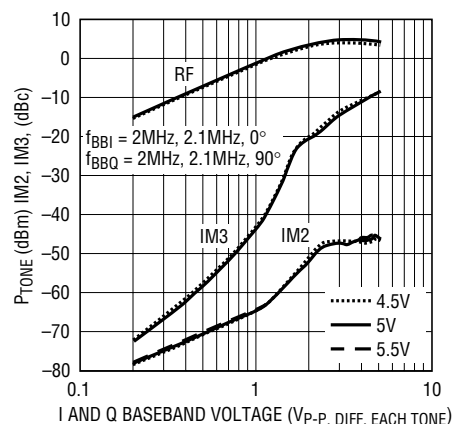


RFの2トーン電力(各トーン)、IM2およびIM3とベースバンド電圧および温度



IM2 = POWER AT $f_{LO} + 4.1MHz$
IM3 = MAX POWER AT $f_{LO} + 1.9MHz$ OR $f_{LO} + 2.2MHz$

RFの2トーン電力(各トーン)、IM2およびIM3とベースバンド電圧および電源電圧

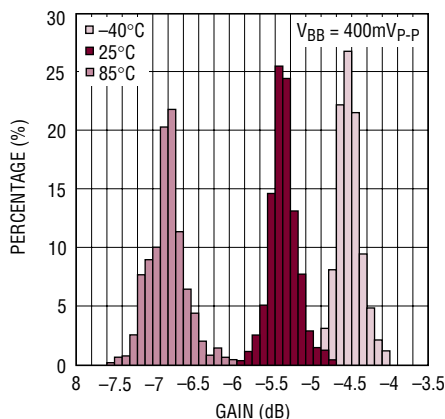


IM2 = POWER AT $f_{LO} + 4.1MHz$
IM3 = MAX POWER AT $f_{LO} + 1.9MHz$ OR $f_{LO} + 2.2MHz$

標準的性能特性

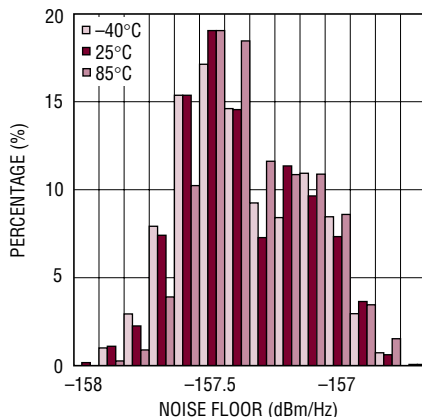
$V_{CC} = 5V$, $EN = "H"$, $T_A = 25^\circ C$, $f_{LO} = 900MHz$, $f_{RF} = 902MHz$, $P_{LO} = 0dBm$, BBPI, BBMI, BBPQ, BBMQ CMの各入力電圧 = $2.1V_{DC}$, ベースバンド入力周波数 = $2MHz$, IとQはイメージまたはLOフィードスルーのヌリングなしに 90° シフトされている。 $f_{RF} = f_{BB} + f_{LO}$ (上側の側帯域を選択)。注記がない限り、 $P_{RF(OUT)} = -10dBm$ (2トーンの測定は $-10dBm$ /トーン)。(Note 3)

利得分布



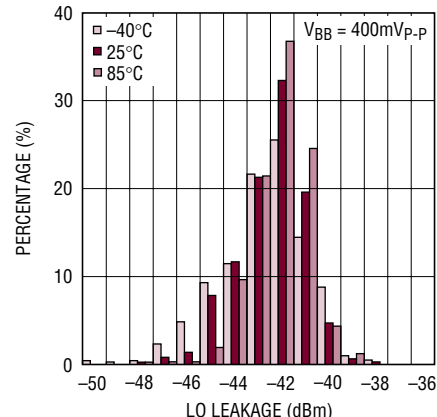
5558 G26

ノイズフロアの分布



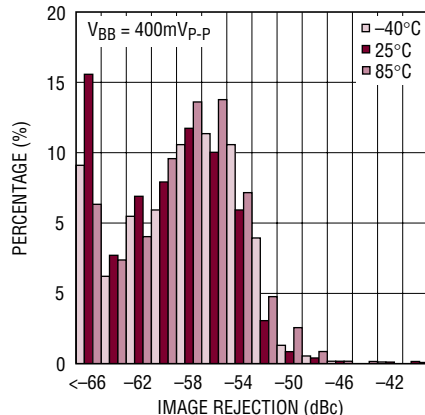
5558 G27

LOリークの分布



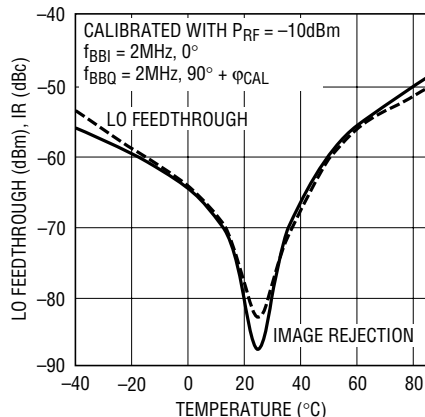
5558 G28

イメージ除去の分布



5558 G29

25°Cで校正後のLOフィードスルーおよびイメージ除去と温度



5558 G30

ピン機能

EN (ピン1): イネーブル入力。イネーブル・ピンの電圧が1Vより高いとデバイスはオンします。イネーブル電圧が0.5Vより低いと、またはピンが接続されていないと、デバイスはオフします。デバイスへの損傷の可能性を避けるため、イネーブル・ピンの電圧は V_{CC} を0.5V以上超えないようにします。

GND (ピン2、4、6、9、10、12、15、17): グランド。ピン6、9、15および露出パッド (ピン17) は内部で相互に接続されてい

ます。ピン2とピン4は内部で相互に接続されており、LO信号のグラウンド・リターンとして機能します。ピン10とピン12は内部で相互に接続されており、内蔵RFバランのグラウンド・リターンとして機能します。最良のRF性能を得るには、ピン2、4、6、9、10、12、15および露出パッド (ピン17) をプリント回路基板のグラウンド・プレーンに接続します。

LT5558

ピン機能

LO (ピン3): LO入力。LO入力はAC結合されたシングルエンド入力、入力インピーダンスがRF周波数で約 50Ω です。外部から与えるDC電圧は、ESD保護ダイオードがオンしないように、 $-0.5V \sim (V_{CC} + 0.5V)$ の範囲にします。

BBPQ、BBMQ (ピン7、5): Qチャネルのベースバンド入力です。差動入力インピーダンスは $3k\Omega$ です。これらのピンは内部で約 $2.1V$ にバイアスされています。印加される同相電圧は $2.5V$ より下に保つ必要があります。

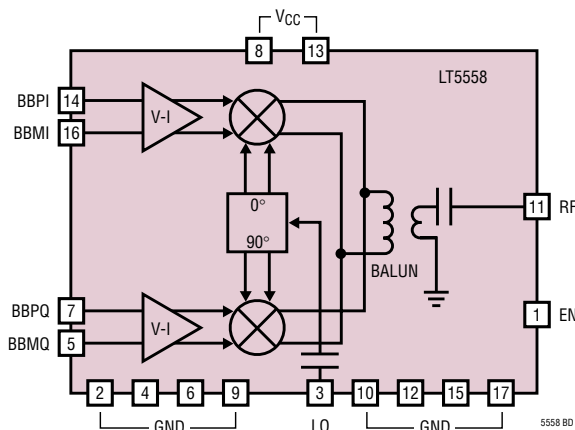
V_{CC} (ピン8、13): 電源。ピン8とピン13は内部で相互に接続されています。グラウンドにデカップリングするため、これ

らのピンのそれぞれに $0.1\mu F$ のコンデンサを使用することを推奨します。

RF (ピン11): RF出力。RF出力はAC結合されたシングルエンド出力で、RF周波数での出力インピーダンスは約 50Ω です。外部から与えるDC電圧は、ESD保護ダイオードがオンしないように、 $-0.5V \sim (V_{CC} + 0.5V)$ の範囲にします。

BBPI、BBMI (ピン14、16): Iチャネルのベースバンド入力です。差動入力インピーダンスは $3k\Omega$ です。これらのピンは内部で約 $2.1V$ にバイアスされています。印加される同相電圧は $2.5V$ より下に保つ必要があります。

ブロック図



アプリケーション情報

LT5558はIとQの入力差動電圧/電流コンバータ、IとQのアップコンバージョン・ミキサ、RF出力の信号コンバイナ/バラン、LO直交位相ジェネレータおよびLOバッファで構成されています。

外部のIとQのベースバンド信号が差動ベースバンド入力ピン (BBPI、BBMI、およびBBPQ、BBMQ) に与えられます。これらの電圧信号は電流に変換され、二重平衡アップコンバージョン・ミキサによりRF周波数に変換されます。ミキサの出力はRF出力バランで結合され、バランは出力インピーダンスを 50Ω に変換します。そうして得られるRF信号の中心周波数はLO信号の周波数に等しくなります。LO入力はLO信号を同相LO信号と直交LO信号に分離する位相シフタをドライブします。LO信号は次に内

蔵バッファに与えられ、このバッファはアップコンバージョン・ミキサをドライブします。LO入力とRF出力は両方ともシングルエンドで 50Ω に整合しており、AC結合されています。

ベースバンドのインタフェース

ベースバンド入力 (BBPI、BBMI) と (BBPQ、BBMQ) は約 $3k\Omega$ の差動入力インピーダンスを示します。4つのベースバンド入力のそれぞれに、 200Ω と $1.8pF$ をグラウンドに接続したローパス・フィルタが組み込まれています (図1参照)。このフィルタはベースバンドの $-1dB$ 帯域幅を約 $250MHz$ に制限します。同相電圧は約 $2.1V$ で、わずかに温度に依存します。同相電圧は $T_A = -40^\circ C$ で約 $2.28V$ 、 $T_A = 85^\circ C$ で約 $2.01V$ です。

アプリケーション情報

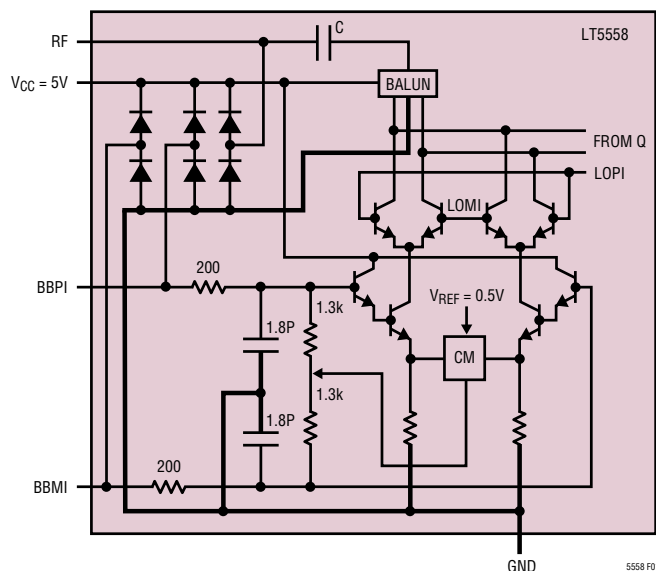


図1. LT5558の簡略回路図
(I側の半分だけが示されている)

I/Q信号がLT5558にDC結合されていると、LT5558を適切にバイアスするために、与えられるI入力とQ入力の同相電圧レベルが約2.1Vであることが重要です。I/Qジェネレータによっては同相電圧を独立に設定できます。その場合、それらのジェネレータの同相電圧は、LT5558の内部バイアスに整合させるため1.05Vに設定する必要があります、シグナル・ジェネレータの内部DC電圧はソースと負荷の電圧分割のため2.1Vに設定されます(図2を参照)。

LT5558のベースバンド入力は差動でドライブします。そうでないと、偶数次の歪み積により全体の直線性が大きく低下します。一般に、DACがLT5558の信号源になります。DACの出力とLT5558のベースバンド入力の間にパルス成形フィルタを接続します。

AC結合されたLT5558とのベースバンド・インタフェースを図3に示します。

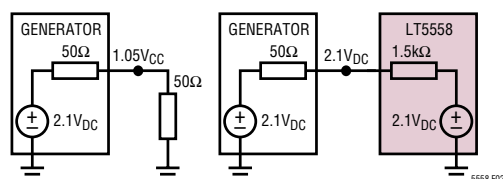


図2. 1.05VDCにプログラムされたジェネレータを50Ω負荷に接続した場合のDC電圧レベルと、負荷としてのLT5558に接続した場合のDC電圧レベル

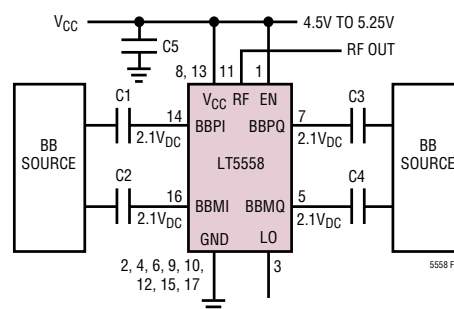


図3. AC結合されたベースバンド・インタフェース

コンデンサC1とC4は、LT5558の3kΩの差動入力インピーダンスと組み合わせられて、コーナー周波数が低いハイパスフィルタを形成します。一般に、コンデンサC1とC4は、値が等しくなるように、また、-3dBコーナー周波数 $f_{-3dB} = 1/(\pi \cdot R_{IN,DIFF} \cdot C1)$ が最低ベースバンド周波数よりはるかに小さくなるように選択します。

DACの出力とLT5558のベースバンド入力の間にはDC結合を推奨します。なぜなら、AC結合は信号の完全性に影響を与える可能性のある低周波数の時定数をもたらすからです。DACの出力の同相レベルをLT5558の同相入力電圧に適合させるためにアクティブなレベルシフタが必要ことがあります。ただし、このような回路は、小さなDCオフセットや温度による変化が累積するにつれ、LOリーク性能が低下することがあります。もっと良い方式を図16に示します。この方式では、フィードバックを使ってこれらの変化に追従して除去します。

LOセクション

内部LO入力アンプはLO入力信号をシングルエンドから差動に変換します。LO入力の等価回路を図4に示します。

内部の差動LO信号はLOバッファ・セクションをドライブする同相信号と(90°位相がシフトした)直交信号に分けられます。これらのバッファはIとQの二重平衡ミキサをドライブします。

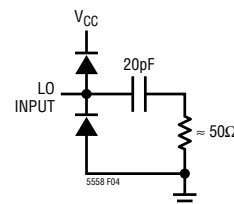


図4. LO入力の等価回路

アプリケーション情報

LO入力と内部の同相LO信号および直交LO信号の間の位相関係は固定されており、起動条件には依存しません。位相シフタは900MHz近傍のLO周波数の正確な直交信号を与えるように設計されています。750MHzよりかなり下、または1.1GHzよりかなり上のLO周波数の場合、直交精度が低下して、イメージ除去が劣化します。LOピンの入力インピーダンスは約50Ω、推奨LO入力電力ウィンドウは-2dBm～+2dBmです。P_{LO} < -2dBmでは、利得、OIP2、OIP3、ダイナミックレンジ(単位はdBc/Hz)およびイメージ除去が(特にT_A = 85°Cで)劣化します。

LO信号に高調波が含まれていると、高調波は内部位相スプリッタで小さい余分な位相シフトを生じるため、イメージ除去が低下することがあります。-20dBcレベルの2次高調波(1.8GHz)や3次高調波(2.7GHz)の場合、イメージ周波数で生じる信号は約-61dBc以下で、1度よりはるかに小さな余分の位相シフトに相当します。-10dBcの2次と3次の高調波の場合、イメージ周波数で発生する信号はそれでも約-51dBcです。3次より高い高調波による影響はもっと小さくなります。LOのリターン損失は一般に750MHz～1GHzの範囲で10dBより良くなります。LOポートの入力インピーダンスと周波数を表1に示します。LOポートのリターン損失S₁₁は、シャント・コンデンサを追加することによって、低い周波数で改善することができます。

表1. EN = “H”およびP_{LO} = 0dBmのときのLOポートの入力インピーダンスと周波数

FREQUENCY (MHz)	INPUT IMPEDANCE (Ω)	S ₁₁	
		MAG	ANGLE
500	50.5 + j10.3	0.101	81.3
600	63.8 + j4.6	0.127	16.0
700	70.7 - j6.9	0.180	-15.2
800	70.7 - j20.3	0.237	-34.9
900	63.9 - j30.6	0.285	-50.5
1000	56.7 - j32.2	0.295	-61.4
1100	52.1 - j31.3	0.295	-69.1
1200	46.3 - j32.0	0.318	-78.0

デバイスがシャットダウン・モードならば、LOポートの入力インピーダンスは異なります。EN = “L”のときのLO入力のインピーダンスを表2に示します。

表2. EN = “L”およびP_{LO} = 0dBmのときのLOポートの入力インピーダンスと周波数

FREQUENCY (MHz)	INPUT IMPEDANCE (Ω)	S ₁₁	
		MAG	ANGLE
500	37.3 + j43.4	0.464	79.7
600	72.1 + j74.8	0.545	42.1
700	184.7 + j77.8	0.630	11.7
800	203.6 - j120.8	0.696	-12.7
900	75.9 - j131.5	0.737	-32.6
1000	36.7 - j99.0	0.760	-48.8
1100	23.4 - j77.4	0.768	-62.4
1200	17.8 - j62.8	0.764	-74.3

RFのセクション

アップコンバージョン後、IミキサとQミキサのRF出力は結合されます。内蔵バランが内部の差動からシングルエンドへの出力変換をおこない、出力信号のインピーダンスを50Ωに変換します。RFポートの出力インピーダンスと周波数を表3に示します。

表3. EN = “H”およびP_{LO} = 0dBmのときのRFポートの出力インピーダンスと周波数

FREQUENCY (MHz)	OUTPUT IMPEDANCE (Ω)	S ₂₂	
		MAG	ANGLE
500	22.8 + j4.9	0.380	165.8
600	30.2 + j11.4	0.283	141.9
700	42.7 + j12.9	0.159	111.8
800	53.7 + j3.0	0.045	37.2
900	52.0 - j10.1	0.101	-73.2
1000	44.8 - j15.2	0.168	-99.7
1100	39.1 - j15.1	0.206	-116.1
1200	35.7 - j13.1	0.224	-128.9

アプリケーション情報

LO電力が与えられていないときのRF出力の S_{22} を表4に示します。

表4. EN = “H”でLO電力が与えられていないときのRFポートの出力インピーダンスと周波数

FREQUENCY (MHz)	OUTPUT IMPEDANCE (Ω)	S_{22}	
		MAG	ANGLE
500	23.4 + j5.0	0.367	165.5
600	31.7 + j10.7	0.257	142.0
700	44.1 + j9.5	0.118	116.1
800	50.9 - j1.7	0.019	-60.8
900	46.8 - j11.1	0.118	-99.3
1000	40.8 - j13.5	0.178	-115.5
1100	36.6 - j12.6	0.209	-128.1
1200	34.3 - j10.5	0.222	-139.0

EN = “L”のときの S_{22} を表5に示します。

低い周波数での S_{22} を改善するには、直列コンデンサをRF出力に追加することができます。高い周波数では、シャント・インダクタで S_{22} を改善することができます。RF出力の等価回路を図5に示します。

表5. EN = “L”のときのRFポートの出力インピーダンスと周波数

FREQUENCY (MHz)	OUTPUT IMPEDANCE (Ω)	S_{22}	
		MAG	ANGLE
500	21.8 + j4.8	0.398	166.5
600	28.4 + j11.8	0.311	142.9
700	40.2 + j15.4	0.200	112.9
800	54.3 + j8.3	0.090	58.1
900	56.7 - j7.2	0.092	-43.3
1000	49.2 - j15.8	0.158	-83.8
1100	41.9 - j17.0	0.203	-105.0
1200	37.3 - j15.3	0.225	-120.0

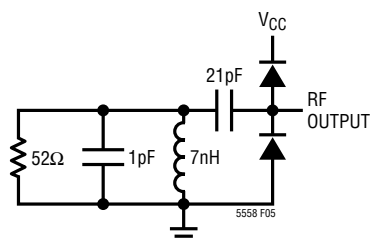


図5. RF出力の等価回路

ESDダイオードが内部でRF出力からグラウンドに接続されていることに注意してください。強い(3dBmを超える)出力RF信号レベルの場合、外部50Ωの終端インピーダンスが直接グラウンドに接続されると、このESDダイオードにより直線性が低下することがあります。これを防ぐため、カップリング・コンデンサをRF出力ラインに挿入することができます。1dBの圧縮を測定する間はこれを強く推奨します。

イネーブル・インタフェース

ENピンのインタフェースの簡略回路を図6に示します。LT5558をオンするのに必要な電圧は1Vです。デバイスをディスエーブル(シャットダウン)するには、イネーブル電圧が0.5Vより低くなければなりません。ENピンが接続されていないとデバイスはディスエーブルされます。EN = “L”のこの条件は75kΩの内蔵プルダウン抵抗によって保証されています。

ENピンの電圧が V_{CC} を0.5V以上超えないことが重要です。万一これが生じると、デバイスの全電源電流がENピンのESD保護ダイオードを通してソースされるでしょうが、これらのダイオードはこの目的のために設計されてはいません。デバイスが損傷を受けるおそれがあります。

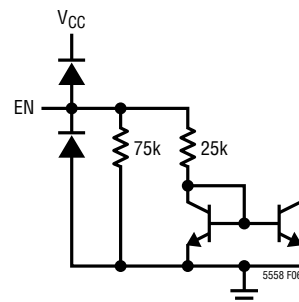


図6. ENピンのインタフェース

評価用ボード

評価用ボードの回路図を図7に示します。LT5558の露出パッド用に良いグラウンド接続が必要です。これが適切におこなわれないとRF性能が低下します。さらに、露出パッドによりデバイスのヒートシンクが与えられ、デバイスが過熱する可能性を最小に抑えます。 V_{CC} 入力が高いときENピンが高く引き上げられると、R1(オプション)がENピンの電流を制限します。アプリケーション・ボードのPCBレイアウトを図8と図9に示します。

アプリケーション情報

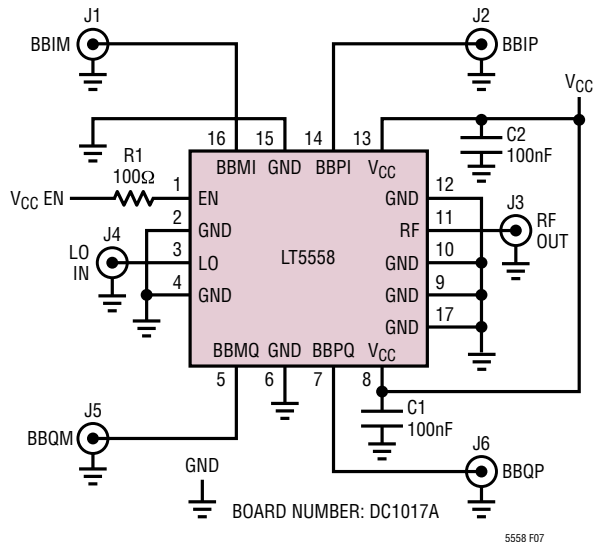


図7. 評価用回路

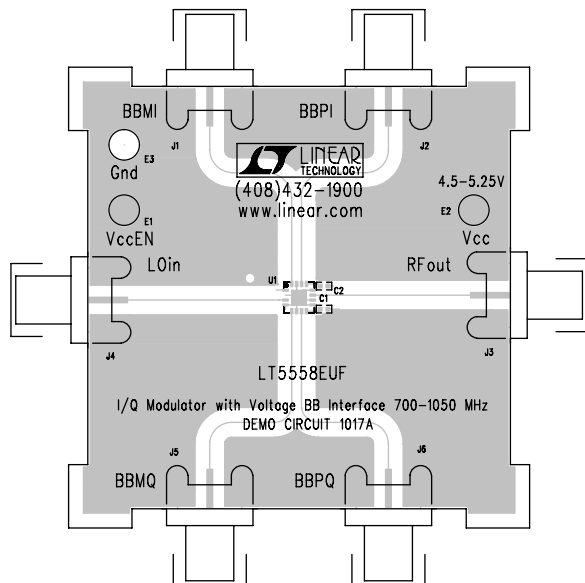


図8. 評価用ボードの部品側

アプリケーションの測定

LT5558は多様な変調形式を使った基地局のアプリケーションに推奨します。標準的なアプリケーションを図10に示します。

1チャネルと3チャネルの変調を使ったCDMA2000のACPR性能を図11に示します。1チャネルと3チャネルのCDMA2000の測定結果を図12と図13に示します。ACPRを計算するには、スペクトル・アナライザのノイズフロアを補正します(アプリケーションノート99)。

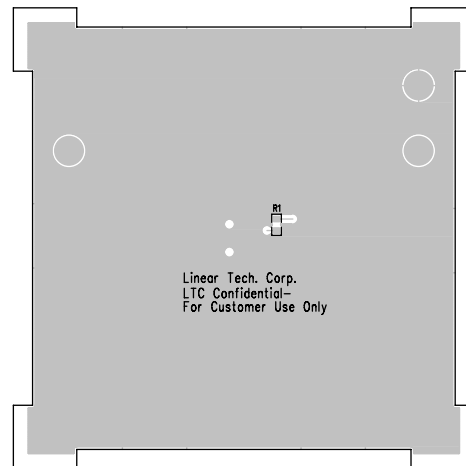


図9. 評価用ボードの裏側

出力電力が高いと、ACPRはデバイスの直線性の性能によって制限されます。出力電力が低いと、ACPRはデバイスのノイズ性能によって制限されます。その中間では最適ACPRが得られます。

LT5558のダイナミックレンジは非常に広いので、テスト装置によりACPRの測定精度が制限されることがあります。ACPRの測定に関して、必要なら「デザインノート375」を参照するか、弊社にお問い合わせください。

ACPR性能はBBIP入力とBBIM入力(またはBBQP入力とBBQM入力)の振幅の不整合に対して敏感です。これは、AC電流振幅の差により、内部V-Iコンバータで発生する偶数次の高調波積に振幅差が生じるためです。その結果、それらは完全には相殺されません。したがって、BBIPとBBIM(またはBBQPとBBQM)の各入力の振幅をできるだけ等しく保つことが重要です。

LOフィードスルーとイメージ除去性能は校正手順によって改善することができます。LOフィードスルーはIとQのベースバンド入力の差動DCオフセットを調整することによって最小に抑えられます。イメージ除去は利得とIとQのベースバンド入力の間の位相差を調整することによって改善することができます。LOフィードスルーとイメージ除去は、図14に示されているように、ベースバンド・ドライブレベルの関数としても変化することがあります。

アプリケーション情報

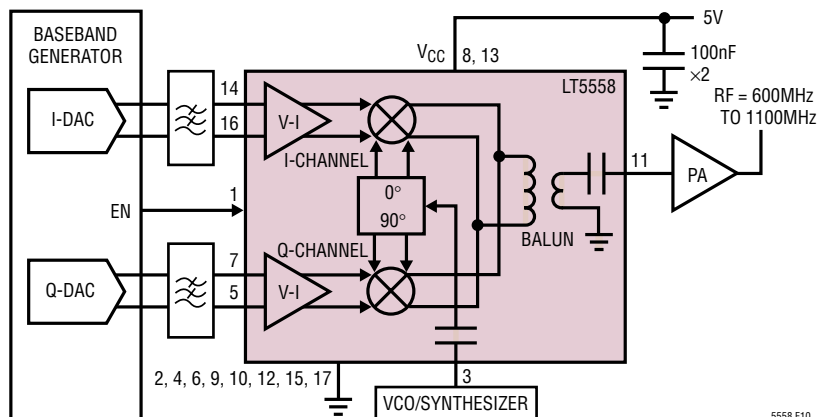


図10. 600MHz~1.1GHz直接変換トランスミッタ・アプリケーション

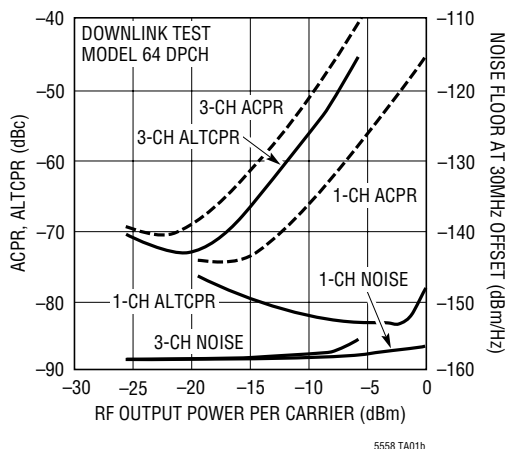


図11. CDMA2000変調のACPR、ALTCPRおよびノイズ

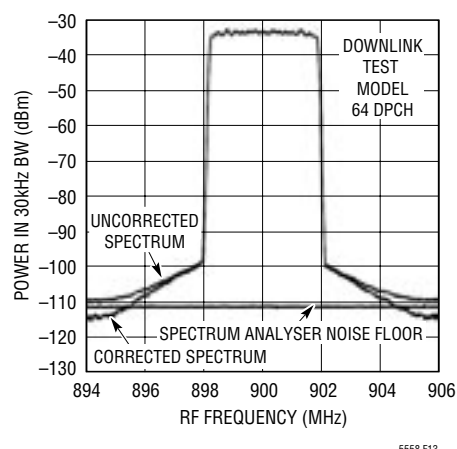


図13. 3チャネルCDMA2000のスペクトル

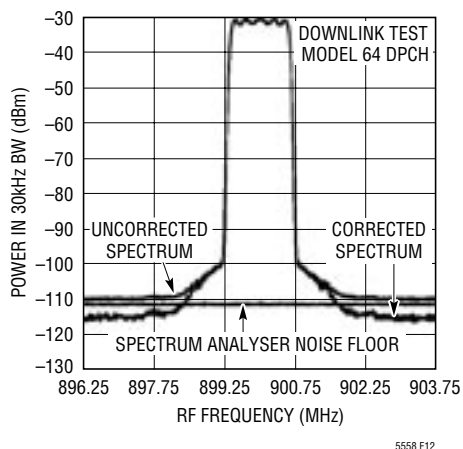


図12. 1チャネルCDMA2000のスペクトル

例:RFIDアプリケーション

図15では、LTC1565 (U2、U3) とLT5558の間のインタフェースはRFIDアプリケーション向けに設計されています。LTC1565は、650kHz、連続時間、リニア位相の7次ローパス・フィルタです。LTC1565の最適出力同相レベルは約2.5V、LT5558の最適入力同相レベルは約2.1Vで、温度に依存します。LTC1565の同相レベルをLT5558に適合させるため、R1~R6およびR11~R16で構成されるレベルシフト・ネットワークが使われます。LTC1565の出力同相レベルはLTC1565のピン3の内部で発生させた電圧をオーバーライドして調節することができます。

アプリケーション情報

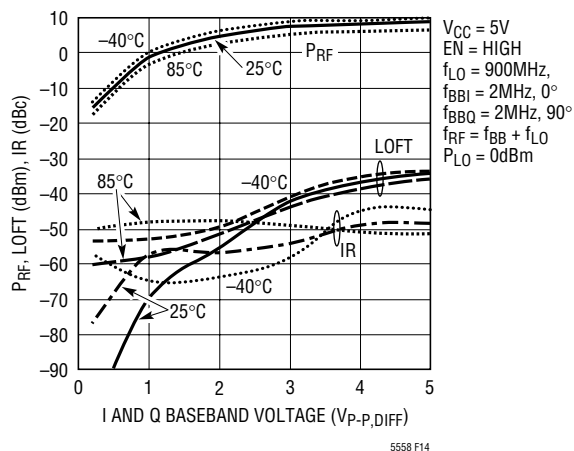


図14. 25°Cで較正後のL0フィードスルーおよびイメージ除去とベースバンド・ドライブ電圧

LT5558の同相電圧は抵抗R7、R8、R17およびR18を使ってサンプリングされ、抵抗R9を使って約2.5Vまでシフトされます。オペアンプU4は抵抗ネットワークの利得損失を補償し、低抵抗性ドライブを与えてU2とU3の同相入力ピン

ンを操作します。抵抗R20とR21は、大きな電源デカップリング・コンデンサC3およびC4をドライブしながら、オペアンプU4の安定性を改善します。この補正された同相電圧はU2およびU3の同相入力ピン(ピン3)に与えられます。これにより、同相電圧のための正帰還ループが形成され、ループ利得が約-10dBになります。この技法により、電源電圧や温度の限界値、内部ダイオード電圧シフトまたはこれらの組合せの下でも、LT5558のベースバンド入力ピンの電流コンプライアンスが超えられることはありません。LT5558のコア電流はこうして最適動作のための設計レベルに維持されます。LTC1565の入力に与えられる推奨同相電圧は約2Vです。抵抗の許容誤差は1%またはそれより良い精度を推奨します。合計電流消費は約160mA、20MHzオフセットでのノイズフロアは3.7dBmのRF出力電力で-147dBm/Hzです。2V_{PP, DIFF}のベースバンド入力振幅では、 $f_{LO} + f_{BB}$ での出力電力は1.6dBm、 $f_{LO} - 3f_{BB}$ での3次高調波は-48.6dBmです。2.6V_{PP, DIFF}の入力では、 $f_{LO} + f_{BB}$ での出力電力は3.8dBm、 $f_{LO} - 3f_{BB}$ での3次高調波は-40.5dBmです。

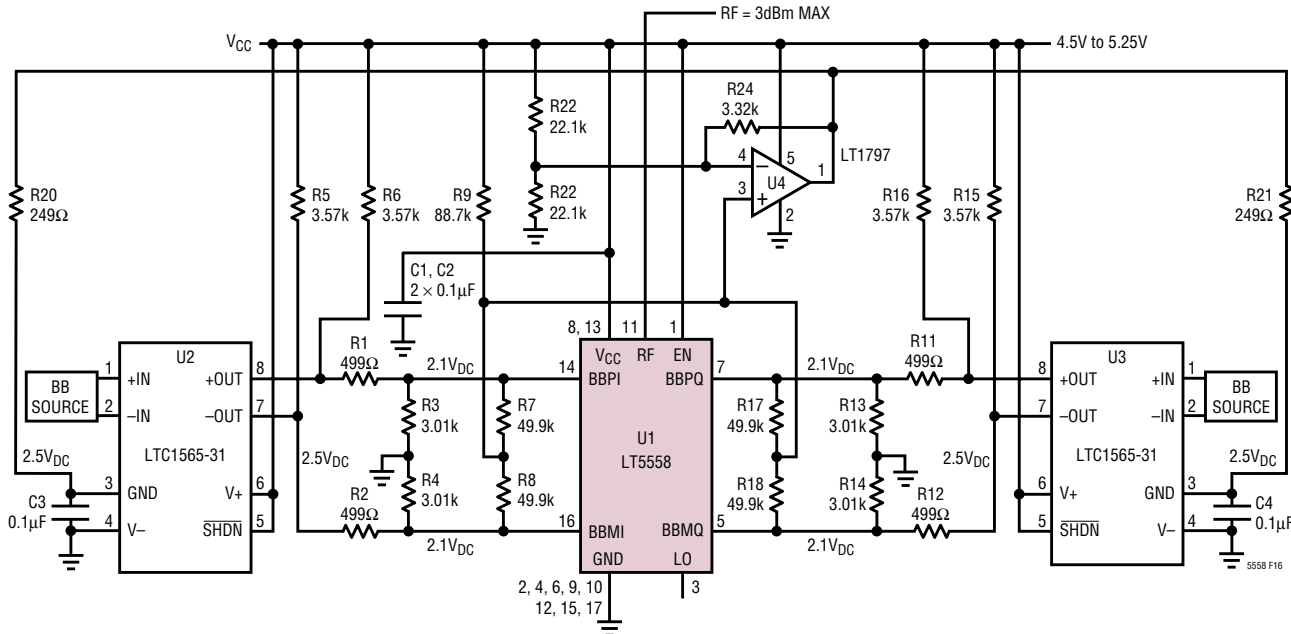


図15. RFIDアプリケーションのLTC1565のLT5558とのベースバンド・インタフェース回路

関連製品

製品番号	説明	注釈
インフラストラクチャ		
LT5511	高直線性アップコンバーティング・ミキサ	RF出力:最大3GHz、IIP3:17dBm、内蔵LOバッファ
LT5512	DC~3GHz高信号レベル・ダウンコンバーティング・ミキサ	DC~3GHz、IIP3:17dBm、内蔵LOバッファ
LT5514	デジタル利得制御付き超低歪みIFアンプ/ADCドライバ	帯域幅:850MHz、OIP3:100MHzで47dBm、利得制御範囲:10.5dB~33dB
LT5515	1.5GHz~2.5GHz直接変換直交復調器	IIP3:20dBm、内蔵LO直交ジェネレータ
LT5516	0.8GHz~1.5GHz直接変換直交復調器	IIP3:21.5dBm、内蔵LO直交ジェネレータ
LT5517	40MHz~900MHz直交復調器	IIP3:21dBm、内蔵LO直交ジェネレータ
LT5518	1.5GHz~2.4GHz高直線性ダイレクト直交変調器	OIP3:2GHzで22.8dBm、ノイズフロア:-158.2dBm/Hz、50ΩシングルエンドのLOポートとRFポート、4チャンネルW-CDMA ACPR = -64dBc(2.14GHz)
LT5519	0.7GHz~1.4GHz高直線性アップコンバーティング・ミキサ	IIP3:1GHzで17.1dBm、50Ω整合付き内蔵RF出力トランス、シングルエンドのLOポートとRFポートの動作
LT5520	1.3GHz~2.3GHz高直線性アップコンバーティング・ミキサ	IIP3:1.9GHzで15.9dBm、50Ω整合付き内蔵RF出力トランス、シングルエンドのLOポートとRFポートの動作
LT5521	10MHz~3700MHz高直線性アップコンバーティング・ミキサ	IIP3:1.95GHzで24.2dBm、NF = 12.5dB、3.15V~5.25Vの電源、シングルエンドのLOポート動作
LT5522	600MHz~2.7GHz高信号レベル・ダウンコンバーティング・ミキサ	4.5V~5.25V電源、IIP3:900MHzで25dBm、NF = 12.5dB、50ΩシングルエンドのRFポートとLOポート
LT5524	利得をデジタルでプログラム可能な低消費電力、低歪みADCドライバ	帯域幅:450MHz、OIP3:40dBm、利得制御範囲:4.5dB~27dB
LT5526	高直線性、低消費電力のダウンコンバーティング・ミキサ	3V~5.3V電源、IIP3:16.5dBm、RF:100kHz~2GHz、NF = 11dB、I _{CC} = 28mA、LO-RFリーク:-65dBm
LT5527	400MHz~3.7GHz高信号レベル・ダウンコンバーティング・ミキサ	1900MHzでIIP3 = 23.5dBmおよびNF = 12.5dBm、4.5V~5.25V電源、I _{CC} = 78mA
LT5528	1.5GHz~2.4GHz高直線性ダイレクト直交変調器	OIP3:2GHzで21.8dBm、ノイズフロア:-159.3dBm/Hz、50Ω、0.5V _{DC} のベースバンド・インタフェース、4チャンネルW-CDMA ACPR = -66dBc(2.14GHz)
LT5568	700MHz~1050MHz高直線性ダイレクト直交変調器	OIP3:850MHzで22.9dBm、ノイズフロア:-160.3dBm/Hz、50Ω、0.5V _{DC} のベースバンド・インタフェース、3チャンネルCDMA2000 ACPR = -71.4dBc(850MHz)
LT5572	1.5GHz~2.5GHz高直線性ダイレクト直交変調器	OIP3:2GHzで21.6dBm、ノイズフロア:-158.6dBm/Hz、高抵抗性0.5V _{DC} のベースバンド・インタフェース、4チャンネルW-CDMA ACPR = -67.7dBc(2.14GHz)
RFパワー検出器		
LT5504	800MHz~2.7GHzのRF測定用レシーバ	80dBのダイナミックレンジ、温度補償、2.7V~5.25Vの電源
LTC®5505	ダイナミックレンジが>40dBのRFパワー検出器	300MHz~3GHz、温度補償、2.7V~6Vの電源
LTC5507	100kHz~1000MHzのRFパワー検出器	100kHz~1GHz、温度補償、2.7V~6Vの電源
LTC5508	300MHz~7GHzのRFパワー検出器	44dBのダイナミックレンジ、温度補償、SC70パッケージ
LTC5509	300MHz~3GHzのRFパワー検出器	36dBのダイナミックレンジ、低消費電力、SC70パッケージ
LTC5530	300MHz~7GHzの高精度RFパワー検出器	高精度V _{OUT} オフセット制御、シャットダウン、調節可能な利得
LTC5531	300MHz~7GHzの高精度RFパワー検出器	高精度V _{OUT} オフセット制御、シャットダウン、調節可能なオフセット
LTC5532	300MHz~7GHzの高精度RFパワー検出器	高精度V _{OUT} オフセット制御、調節可能な利得とオフセット
LT5534	ダイナミックレンジが60dBの50MHz~3GHzのログRFパワー検出器	全温度範囲で±1dBの出力変動、応答時間:38ns
LTC5536	高速コンパレータ付き高精度600MHz~7GHzのRF検出器	応答時間:25ns、コンパレータの基準入力、ラッチ・イネーブル入力、入力範囲:-26dBm~+12dBm
LT5537	ダイナミックレンジの広いログRF/IF検出器	低周波数~800MHz、83dBのダイナミックレンジ、2.7V~5.25Vの電源
高速ADC		
LTC2220-1	12ビット、185Msps ADC	3.3V単電源、電力消費:910mW、SNR:67.5dB、SFDR:80dB、最大電力BW:775MHz
LTC2249	14ビット、80Msps ADC	3V単電源、電力消費:222mW、SNR:73dB、SFDR:90dB
LTC2255	14ビット、125Msps ADC	3V単電源、電力消費:395mW、SNR:72.4dB、SFDR:88dB、最大電力BW:640MHz