

1.3GHz ~ 2.3GHz高直線性 アップコンバーティング・ミキサ

特長

- 広いRF出力周波数範囲：1.3GHz ~ 2.3GHz
- 入力IP3：1.9GHzで15.9dB(標準)
- RF出力トランス内蔵
- 外部でLOやRFの整合が不要
- シングルエンドのLO動作とRF動作
- LOバッファ内蔵：-5dBmのドライブ・レベル
- 低いLO-RFリーク：-41dBm(標準)
- 広いIF周波数範囲：DC ~ 400MHz
- オフ状態のリーク電流を低く抑えるイネーブル機能
- 単一5V電源
- 小型16ピンQFNプラスチック・パッケージ

アプリケーション

- 無線インフラストラクチャ
- ケーブル・ダウンリンク・インフラストラクチャ
- ポイント・トゥ・ポイントのデータ通信
- 高直線性周波数変換

概要

LT[®]5520はワイヤレス・インフラストラクチャおよびケーブル・インフラストラクチャの伝送アプリケーションの高直線性の要件を満たすように設計されたミキサです。内部で整合した高速LOアンプが二重平衡ミキサのコアをドライブするので、低消費電力のシングルエンドLOソースを使用できます。RF出力トランスが内蔵されているので、RF出力に整合部品を外付けする必要がなく、システムコスト、部品点数、ボードスペース、およびシステムレベルのばらつきが減少します。IFポートは広い範囲の周波数に容易に整合できるので、様々なアプリケーションに使用できます。

LT5520ミキサはIF入力信号レベルが-10dBmの場合に1.9GHzで標準+15.9dBmのIIP3(入力3次インターセプト・ポイント)を達成します。入力1dBコンプレッションポイントは標準4dBmです。このデバイスには単一5V電源しか必要ありません。

LT、LTC、LTはリアテクノロジー社の登録商標です。

標準的応用例

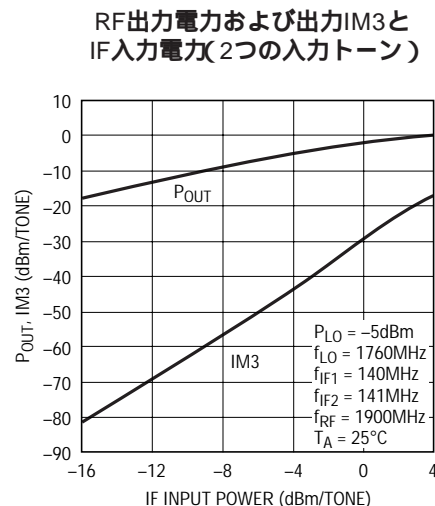
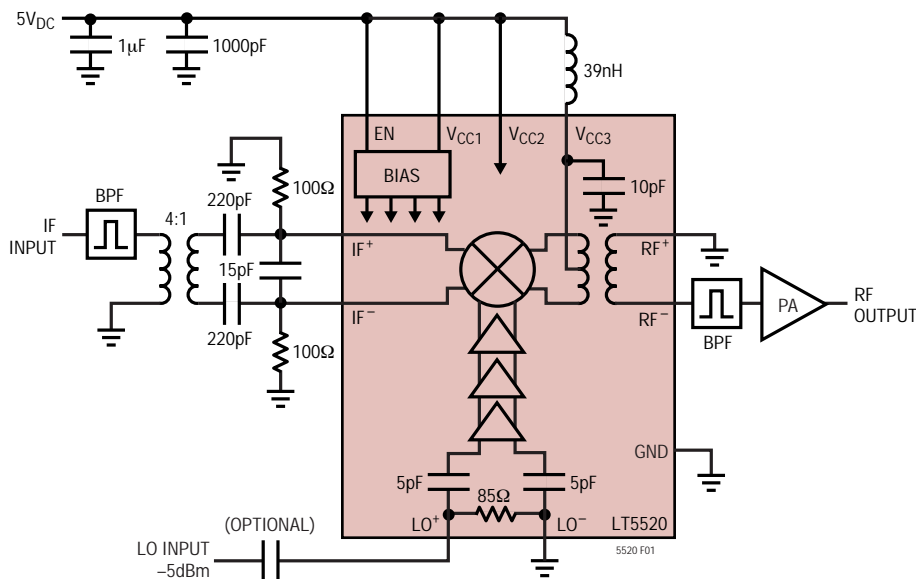


図1. 無線インフラストラクチャのトランスミッタの周波数変換

LT5520

絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧	5.5V
イネーブル電圧	- 0.3V ~ (V _{CC} + 0.3V)
LO入力電力(差動)	10dBm
RF ⁺ ~ RF ⁻ 差動DC電圧	± 0.13V
RF出力のDC同相電圧	- 1V ~ V _{CC}
IF入力電力(差動)	10dBm
IF ⁺ 、IF ⁻ のDC電流	25mA
LO ⁺ ~ LO ⁻ 差動DC電圧	± 1V
LO入力のDC同相電圧	- 1V ~ V _{CC}
動作温度範囲	- 40 ~ 85
保存温度範囲	- 65 ~ 125
接合部温度(T _J)	125

パッケージ/発注情報

<p>TOP VIEW</p> <p>16-LEAD (4mm x 4mm) PLASTIC QFN EXPOSED PAD IS GND (PIN 17), MUST BE SOLDERED TO PCB</p> <p>T_{JMAX} = 125°C, θ_{JA} = 37°C/W</p>	ORDER PART NUMBER
	LT5520EUF
	UF PART MARKING
	5520

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

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
IF Input Frequency Range			DC to 400		MHz
LO Input Frequency Range			900 to 2700		MHz
RF Output Frequency Range			1300 to 2300		MHz

1900MHzアプリケーション：注記がない限り、V_{CC} = 5V_{DC}、EN = “H”、T_A = 25、IF入力 = 140MHzで - 10dBm、LO入力 = 1.76GHzで - 5dBm、1900MHzで測定されたRF出力。図2に示されているテスト回路。(Note 2、3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
IF Input Return Loss	Z ₀ = 50Ω, with External Matching		20		dB
LO Input Return Loss	Z ₀ = 50Ω		16		dB
RF Output Return Loss	Z ₀ = 50Ω		20		dB
LO Input Power			-10 to 0		dBm
Conversion Gain			-1		dB
Input 3rd Order Intercept	-10dBm/Tone, Δf = 1MHz		15.9		dBm
Input 2nd Order Intercept	-10dBm, Single-Tone		45		dBm
LO to RF Leakage			-41		dBm
LO to IF Leakage			-35		dBm
Input 1dB Compression			4		dBm
IF Common Mode Voltage	Internally Biased		1.77		V _{DC}
Noise Figure	Single Side Band		15		dB

DC電気的特性

(図2に示されているテスト回路)注記がない限り、V_{CC} = 5V_{DC}、EN = “H”、T_A = 25 (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Enable (EN) Low = Off, High = On					
Turn-On Time (Note 4)			2		μs
Turn-Off Time (Note 4)			6		μs
Input Current	V _{ENABLE} = 5V _{DC}		1	10	μA

5520f

DC電气的特性

(図2に示されているテスト回路)注記がない限り、 $V_{CC} = 5V_{DC}$ 、 $EN = "H"$ 、 $T_A = 25$ (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Enable = High (On)		3			V_{DC}
Enable = Low (Off)				0.5	V_{DC}

電源の必要条件(V_{CC})

Supply Voltage		4.5 to 5.25		V_{DC}	
Supply Current	$V_{CC} = 5V_{DC}$		60	70	mA
Shutdown Current	$EN = Low$		1	100	μA

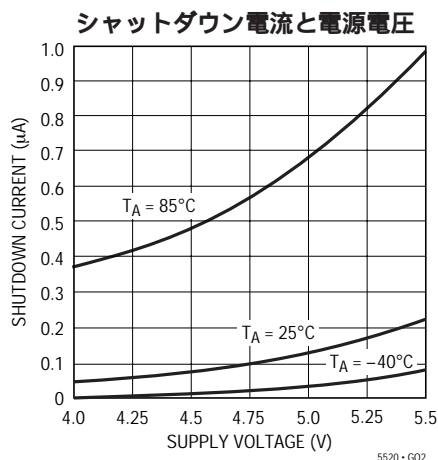
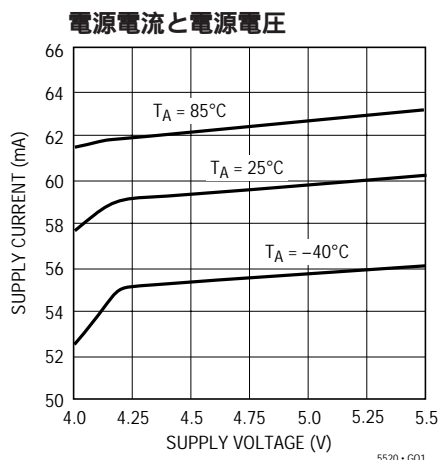
Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2: 最終テスト回路の外付け部品は $f_{RF} = 1900MHz$ 、 $f_{LO} = 1.76GHz$ および $f_{IF} = 140MHz$ での動作に最適化されている。

Note 3: $-40 \sim 85$ 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。

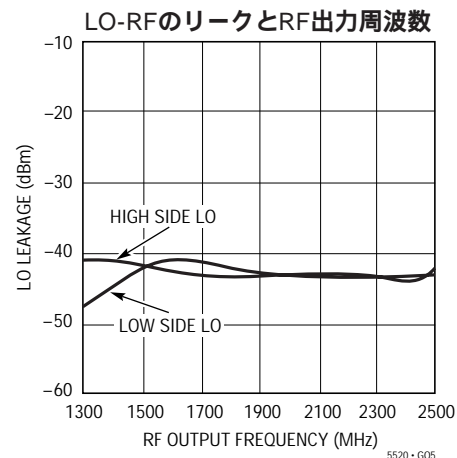
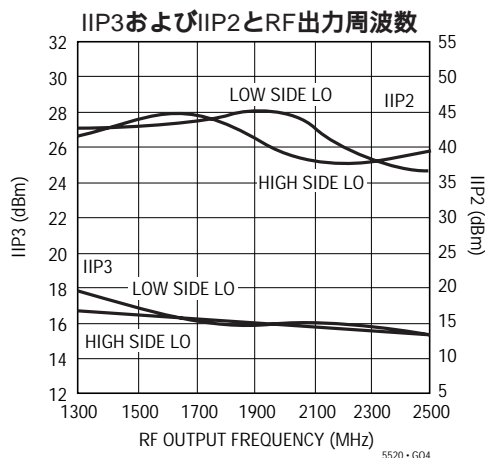
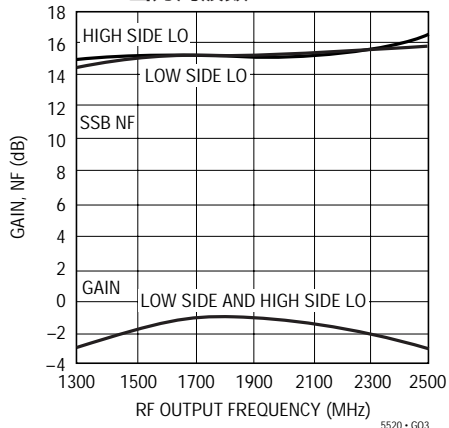
Note 4: ターンオン時間とターンオフ時間は、 $-10dBm$ のIF入力電力での全出力から $-40dBm$ のRF出力エンベロープの立ち上がり時間と立ち下り時間をベースにしている。

標準的の性能特性 (図2に示されているテスト回路)



注記がない限り、 $V_{CC} = 5V_{DC}$ 、 $EN = "H"$ 、 $T_A = 25$ 、IF入力 = 140MHzで $-10dBm$ 、LO入力 = 1.76GHzで $-5dBm$ 、1900MHzで測定されたRF出力。2トーン入力: 2番目のIF入力 = 141MHzで $-10dBm$ 。(図2に示されているテスト回路)

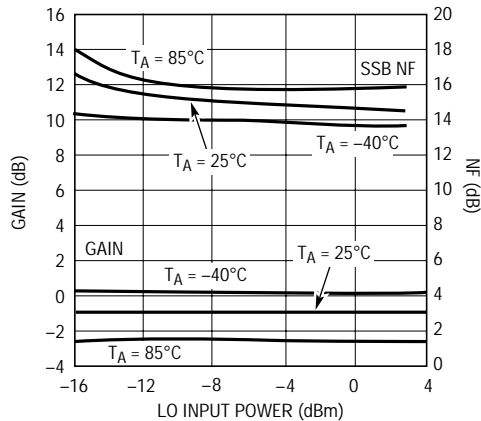
変換利得およびSSBノイズ指数とRF出力周波数



標準的性能特性

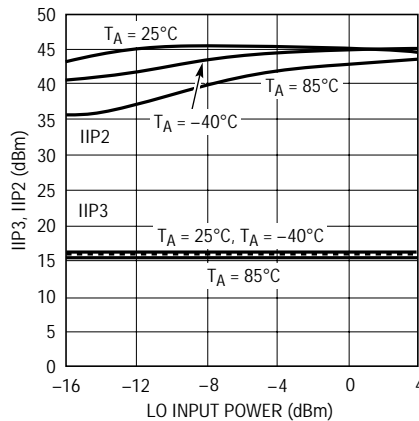
注記がない限り、 $V_{CC} = 5V_{DC}$ 、 $EN = "H"$ 、 $T_A = 25$ 、IF入力 = 140MHzで -10dBm、LO入力 = 1.76GHzで -5dBm、1900MHzで測定されたRF出力。2トーン入力：2番目のIF入力 = 141MHzで -10dBm。(図2に示されているテスト回路)

変換利得およびSSBノイズ指数とLO入力電力



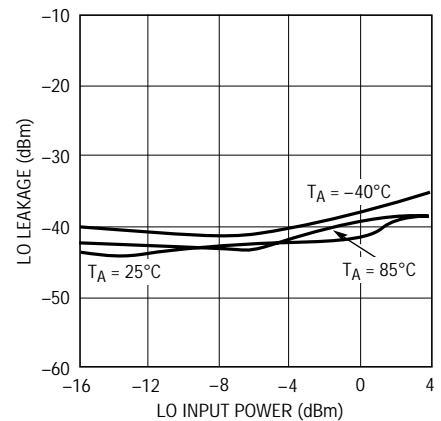
5520 - G06

IIP3およびIIP2とLO入力電力



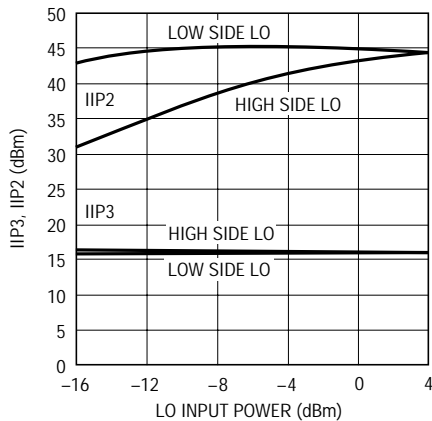
5520 - G07

LO-RFのリークとLO入力電力



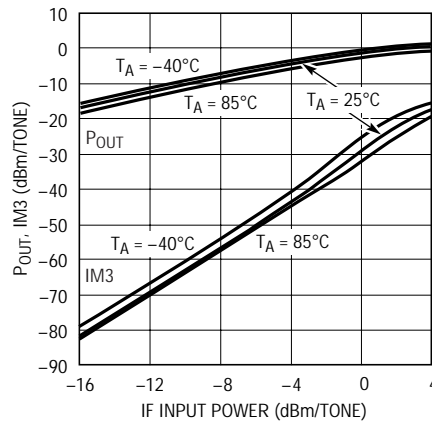
5520 - G08

IIP3およびIIP2とLO入力電力



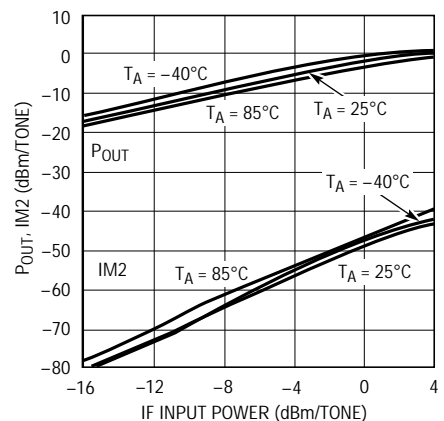
5520 - G09

RF出力電力および出力IM3とIF入力電力(2つの入力トーン)



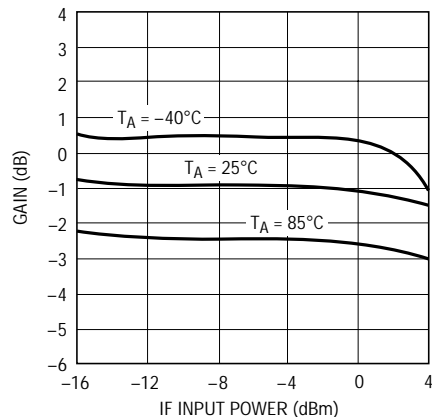
5520 - G10

RF出力電力および出力IM2とIF入力電力(2つの入力トーン)



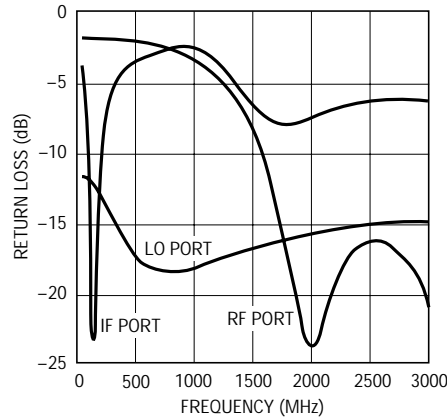
5520 - G11

変換利得とIF入力電力(1つの入力トーン)



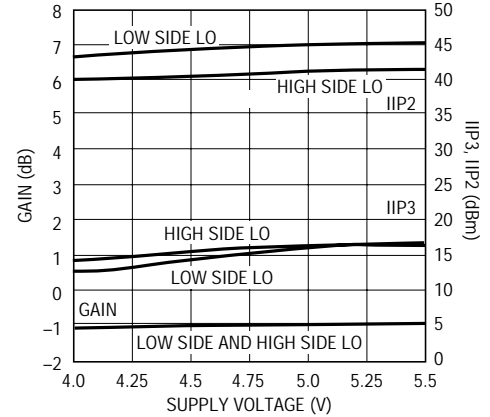
5520 - G12

IF、LO、およびRFの各ポートのリターン損失と周波数



5520 - G13

変換利得、IIP3およびIIP2と電源電圧



5520 - G14

ピン機能

GND (ピン1、4、9、12、13、16) : 内部のグラウンド。これらのピンは分離をよくするために使用されており、デバイスのDCグラウンドやRFグラウンドとして使用することは意図されていません。これらのピンは、最高の性能を実現するために低インピーダンスのグラウンドに接続します。

IF⁺、IF⁻ (ピン2、3) : IF信号の差動入力。これらのピンにはDCブロッキング・コンデンサを介して差動信号を与える必要があります。これらのピンは100 Ωの抵抗でグラウンドに接続します(グラウンドはそれぞれ約18mAをシンクする能力が必要です)。これらのピンは、最高のLOリーク特性を得るために相互に直流的に分離させます。IF入力を所期のソース・インピーダンス(一般に50 Ω または75 Ω)に整合させるために、インピーダンス変換が必要です。

EN (ピン5) : イネーブル・ピン。印加された電圧が3Vを超すと、デバイスはイネーブルされます。印加された電圧が0.5Vより低いと、デバイスはディスエーブルされ、DC消費電流は約1μAに減少します。

V_{CC1} (ピン6) : バイアス回路の電源ピン。電流消費は標準で約2mAです。このピンは外部でV_{CC}に接続し、適当なRFバイパス・コンデンサを接続します。

V_{CC2} (ピン7) : LOバッファ回路の電源ピン。電流消費は標準で約22mAです。このピンには図2に示されているよ

うに適当なRFバイパス・コンデンサを接続します。1000pFのコンデンサをできるだけピンの近くに配置します。

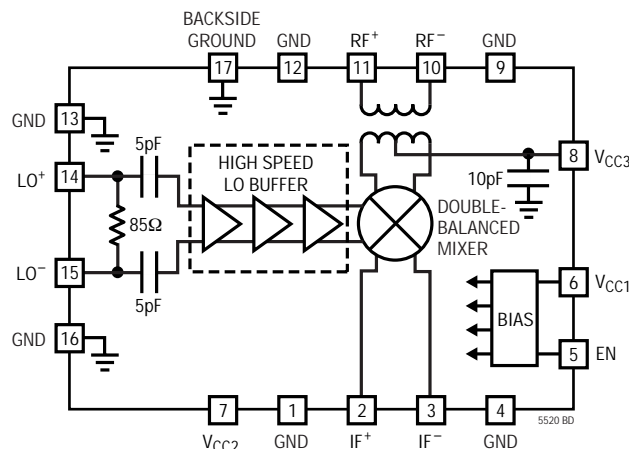
V_{CC3} (ピン8) : 内部ミキサの電源ピン。電流消費は標準で約36mAです。このピンは外部でインダクタを介してV_{CC}に接続します。図2では39nHのインダクタが使われていますが、この値で特定されてはいません。

RF⁻、RF⁺ (ピン10、11) : 差動RF出力。片方を低インピーダンスのグラウンドにDC接続して、50 Ωのシングルエンド出力を構成することができます。外付けの整合部品は不要です。これらのピンは内部でトランス巻線を通して接続されているので、これらのピンにはDC電圧を加えないでください。

LO⁺、LO⁻ (ピン14、15) : ローカル発振器の差動入力。LT5520はLO⁺ピンおよび低インピーダンスのグラウンドに接続されたLO⁻ピンをドライブするシングルエンドのソースで問題なく動作します。外付けの整合部品は不要です。内部抵抗がこれらのピンに接続されているので、DC電圧をこれらの入力に加えないでください。

GROUND (ピン17、露出パッド) : デバイス全体のDCおよびRFのグラウンド・リターン。これはプリント回路基板の低インピーダンスのグラウンド・プレーンに半田付けする必要があります。

ブロック図



テスト回路

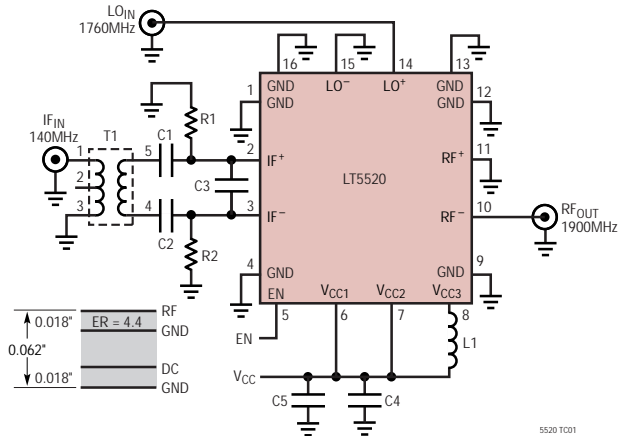


図2 . LT5520のテスト回路

REF DES	VALUE	SIZE	PART NUMBER
C1, C2	220pF	0402	AVX 04023C221KAT2A
C3	15pF	0402	AVX 04023A150KAT2A
C4	1000pF	0402	AVX 04023A102KAT2A
C5	1μF	0603	Taiyo Yuden LMK107BJ105MA
L1	39nH	0402	Toko LL1005-FH39NJ
R1, R2	100Ω, 0.1%	0603	IRC PFC-W0603R-03-10R1-B
T1	4:1	SM-22	M/A-COM ETC4-1-2

アプリケーション情報

LT5520は二重平衡ミキサ、高性能LOバッファ、およびバイアス/イネーブル回路で構成されています。RFポートとLOポートは差動でドライブすることができます。ただし、これらは各ペアの片方の入力をグランドに接続してシングルエンド・モードで使用することが意図されています。IF入力ポートはソースから直流的に分離し、差動でドライブする必要があります。IF入力は所期の入力周波数でインピーダンスを整合させます。LO入力は広帯域で50 Ωに整合しており、リターン損失は3000MHzまでの周波数で10dBより優れています。RF出力の帯域は1300MHz～2300MHzで、内部RFトランスにより全帯域にわたって50 Ωのインピーダンス・マッチングが与えられます。ローサイドまたはハイサイドのLOのどちらでも使用できます。

IF入力ポート

IF入力は、図3に示されているように、二重平衡ミキサのトランジスタのエミッタに接続されています。これらのピンは内部でバイアスされているので、外付け抵抗を各IFピンからグランドに接続して、ミキサのコアを流れる電流を設定する必要があります。この回路は100 Ωの抵抗で動作するように最適化されており、100 Ωの抵抗では片側当たり約18mAのDC電流になります。最良のLOリーク特性を得るには、抵抗で十分整合させる必要がありますので、0.1%の許容差の抵抗を推奨します。LOリークが問題でなければ、許容差の劣る抵抗を使うことができます。レイアウトの対称性も最適なLOの分離を実現するのに重要です。

図3に示されているコンデンサ(C1とC2)は2つの目的に役立ちます。それらはIF+ポートとIF-ポートのあいだを直流的に分離して、LOリークの予知できない変動を引き起こすおそれのあるDC相互反応を防ぎます。また、それらはパッケージやトランスの余分なインダクタンスを相殺してインピーダンス・マッチングを向上させます。所期の周波数fでのインピーダンス・マッチングを実現するのに必要な入力コンデンサの値は、次のように概算することができます。

$$C_1 = C_2 = \frac{1}{(2\pi f)^2(L_{IN} + L_{EXT})}$$

ここで、fの単位はHzで、L_{IN}とL_{EXT}の単位はHで、C1とC2の単位はファラッドです。L_{IN}はLT5520の差動入力インダクタンスで、約1.67nHです。L_{EXT}は差動の外付け部品および伝送ラインのインダクタンスの合計を表します。図10に示されている評価用ボードの場合、L_{EXT} = 4.21nHです。したがって、f = 140MHzの場合、上の式により、C1 = C2 = 220pFとなります。

アプリケーション情報

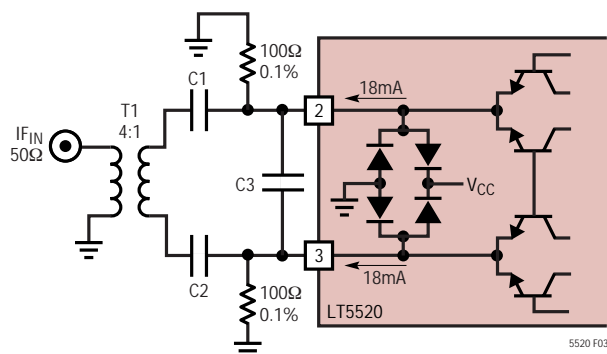


図3．外部整合付きIF入力

いくつかの周波数に対する差動IF入力のインピーダンスと反射係数を表1に示します。4:1のバルンを使ってインピーダンスを約50 Ωまで変換することができます。

表1．IF入力の差動インピーダンス

Frequency (MHz)	Differential Input Impedance	Differential S11	
		Mag	Angle
10	10.1 + j0.117	0.663	180
44	10.1 + j0.476	0.663	179
70	10.1 + j0.751	0.663	178
140	10.2 + j1.47	0.663	177
170	10.2 + j1.78	0.663	176
240	10.2 + j2.53	0.663	174
360	10.2 + j3.81	0.663	171
500	10.2 + j5.31	0.663	167

LO入力ポート

LOバッファ入力の簡略回路を図4に示します。LOバッファ・アンプは、高直線性を得るため、ミキサ・クワッドをドライブするように設計された複数の高速リミティング差動アンプで構成されています。LO⁺ポートとLO⁻ポートは差動でドライブすることができます。ただし、これらのポートはシングルエンドのソースでドライブすることが意図されています。LO⁺入力とLO⁻入力の間に接続された内部抵抗により、広帯域の50 Ωインピーダンス・マッチングが与えられます。抵抗性のマッチングなので、LO入力にDC電圧を加えることは推奨できません。LO信号ソースの出力がAC結合されていない場合、DCブロッキング・コンデンサを使う必要があります。LO入力は内部で50 Ωに整合していますが、さらに最適

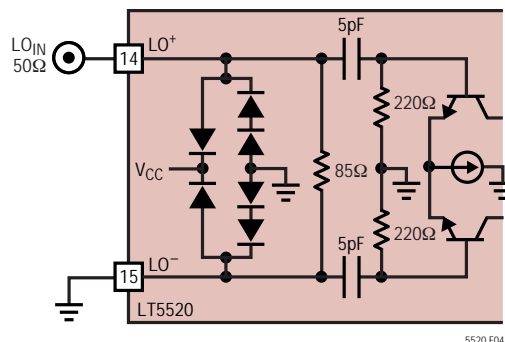


図4．LO入力回路

化した整合が望ましい場合があるかもしれませんが(とくに高周波数で、あるいは異なるソース・インピーダンスを使う場合)。このような場合に使うために、シングルエンドの入力インピーダンスおよび反射係数とLO入力の周波数を表2に示します。

表2．シングルエンドのLO入力のインピーダンス

Frequency (MHz)	Input Impedance	S11	
		Mag	Angle
1300	62.8 - j9.14	0.139	-30.9
1500	62.2 - j11.4	0.148	-37.1
1700	61.5 - j13.4	0.157	-42.4
1900	60.0 - j15.2	0.164	-48.9
2100	58.4 - j16.9	0.172	-54.7
2300	56.5 - j17.9	0.176	-60.4
2500	54.9 - j18.8	0.182	-65.1
2700	53.7 - j18.8	0.182	-68.5

RF出力ポート

図5に示されている内部RFトランスにより、ミキサ・コアのインピーダンスが減少し、RF⁺ピンとRF⁻ピンの間のインピーダンスは50 Ωになります。図5に示されているように、LT5520はシングルエンド動作に構成するように設計されており、またこの構成でテストされていますが、出力は差動で使用することもできます。トランスのセンタータップによりミキサ・コアのDC接続が与えられ、このトランスによりRF出力は直流的に分離されます。RF⁺ピンとRF⁻ピンはトランスの2次巻線を介して相互に接続されていますので、これらのピン間にはDC電圧を加えないでください。

アプリケーション情報

表3に示されているRF出力のインピーダンスのデータを使って、異なった負荷インピーダンスの整合回路を開発することができます。

表3. シングルエンドのRF出力のインピーダンス

Frequency (MHz)	Input Impedance	S11	
		Mag	Angle
1300	26.9 + j38.2	0.520	94.7
1500	44.2 + j35.7	0.359	78.4
1700	53.9 + j20.6	0.198	68.0
1900	49.5 + j7.97	0.080	88.9
2100	42.8 + j4.14	0.089	148
2300	38.9 + j5.41	0.139	151
2500	38.7 + j7.78	0.154	140
2700	41.1 - j9.51	0.142	127

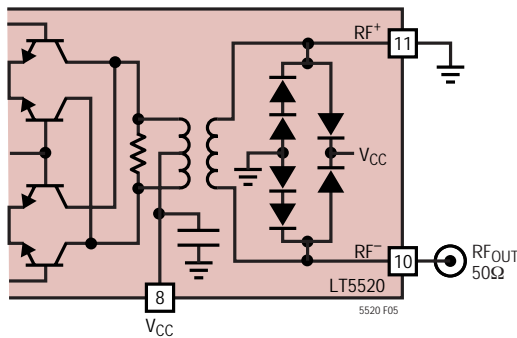


図5 RF出力回路

異なる入力周波数での動作

図10に示されている評価用ボードでは、入力コンデンサC1とC2を変えることにより、異なる周波数に対してLT5520の入力を簡単に整合させることができます。選択された周波数で使われた実際の値をいくつか表4に示します。

表4. 入力コンデンサの値と周波数

Frequency (MHz)	Capacitance (C1, C2) (pF)
70	820
140	220
240	68
480	18
650	12

これらの各周波数に同調させた入力を使って性能を評価しました。その結果が図6～図8にまとめてあります。すべての測定でIF入力には同じバラン・トランスが使用されました。それぞれの場合に、LO入力の周波数は1900MHzのRF出力周波数を保つように調節されました。

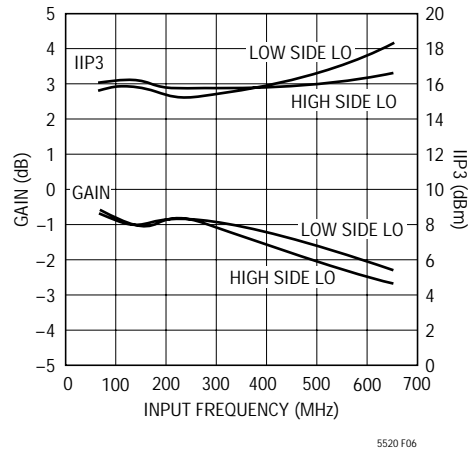


図6. 変換利得およびIIP3と同調IF入力周波数

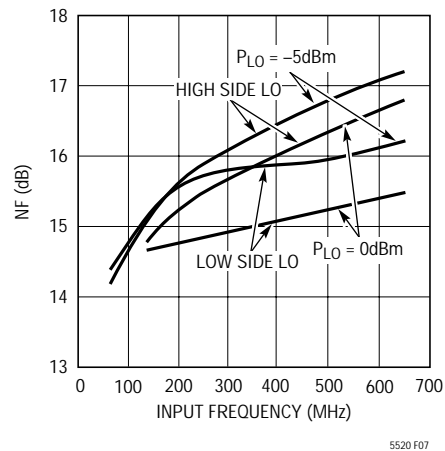


図7. SSB ノイズ指数と同調IF入力周波数

アプリケーション情報

ハイサイドとローサイドの両方のLOインジェクションを使ったときの性能と同調IF入力周波数を図6～図8に示します。測定された変換利得とIIP3を図6に示します。
 - 5dBmと0dBmのLO電力レベルのノイズ指数のプロットを図7に示します。低い入力周波数では、LO電力レベルはノイズ指数にほとんど影響を与えません。ただし、高い周波数では、高く上げたLOドライブ・レベルを利用してノイズ指数を改善することができます。1トーンのIIP2の変化を図8に示します。

RF出力ポートの低周波数整合

RF出力にどんな外付け部品も追加することなしに、LT5520の内部トランスにより、約1600MHzより高いRF周波数に対してすぐれた50Ωのインピーダンス・マッチングが実現されます。これより低い周波数では、リターン損失が10dBより下に下がり、変換利得が低下します。3.3pFのコンデンサ1個をRF出力に直列に追加すると、低いRF周波数での整合が改善され、図9に示されているように、10dBのリターン損失ポイントが約1300MHzにシフトします。この変化により、図9に示されているように、変換利得も改善されます。

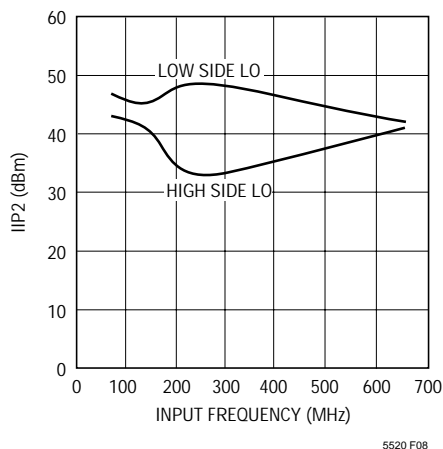


図8 . IIP2と同調IF入力周波数

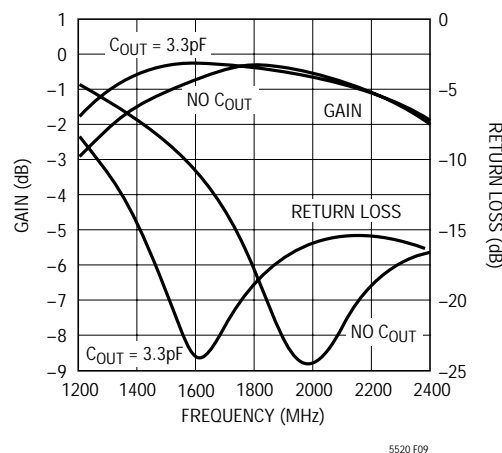
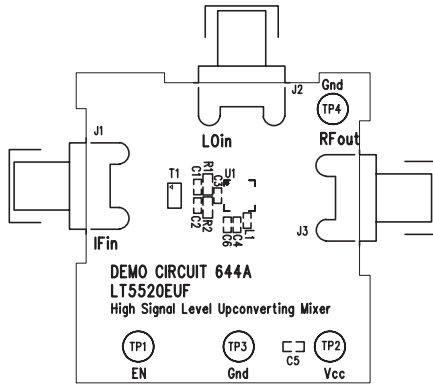
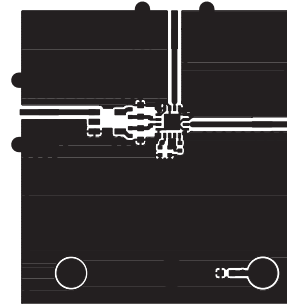


図9 . 変換利得およびリターン損失と出力周波数

アプリケーション情報



(10a)最上層のシルクスクリーン

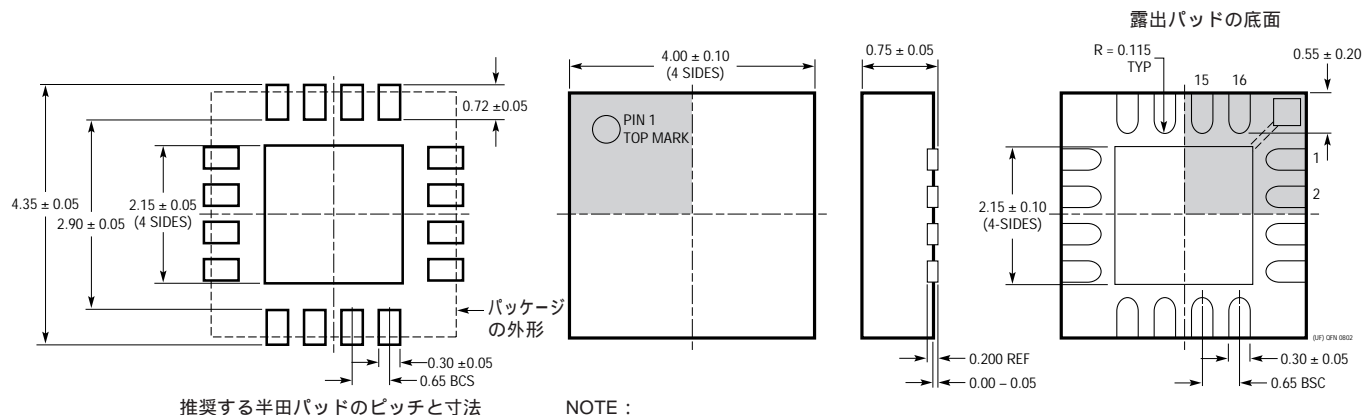


(10b)トップのメタル層

図10 . 評価用ボードのレイアウト

パッケージ寸法

UFパッケージ
16ピン・プラスチックQFN(4mm×4mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1692)



- NOTE :
1. 図面はJEDECのパッケージ外形MO-220のバリエーション(WGGC)に適合
 2. すべての寸法はミリメートル
 3. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
 4. 露出パッドは半田メッキとする

関連製品

製品番号	説明	注釈
インフラストラクチャ		
LT5511	高信号レベル・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	RF入力:最大3GHz、IIP3:20dBm、内蔵LOバッファ
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
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、 50 シングルエンドのRFポートおよびLOポート
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 ~ 6V電源
LTC5505	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 ~ 5.5V電源
LTC5507	100kHz ~ 1000MHzのRFパワー検出器	300MHz ~ 3GHz、温度補償、2.7V ~ 5.5V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、温度補償、SC70パッケージ
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、調整可能な利得とオフセット
RFレシーバ・ビルディング・ブロック		
LT5500	1.8GHz ~ 2.7GHzのレシーバ・フロント・エンド	1.8V ~ 5.25V電源、デュアルLNA利得、ミキサ、LO バッファ
LT5502	400MHz直交IF復調器、RSSI付き	1.8V ~ 5.25V電源、70MHz ~ 400MHzのIF、 84dBリミット利得、90dBのRSSI範囲
LT5503	1.2GHz ~ 2.7GHzの直接IQ変調器および アップコンバーティング・ミキサ	1.8V ~ 5.25V電源、4ステップRFパワー制御、 120MHz変調帯域幅
LT5506	500MHz直交IF復調器、VGA付き	1.8V ~ 5.25V電源、40MHz ~ 500MHzのIF、- 4dB ~ 57dBの リニア電力利得、8.8MHzベースバンド帯域幅
LT5546	500MHz直交IF復調器、VGA付き、17MHzベースバンド帯域幅	1.8V ~ 5.25V電源、40MHz ~ 500MHzのIF、- 7dB ~ 56dBの リニア電力利得