

MAXIM

低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

概要

MAX2511は、デュアルコンバージョン・アプリケーション用の完全高集積化IFトランシーバです。RF動作周波数範囲が200MHz~440MHzの場合は、MAX2511をシングルコンバージョントランシーバとして使用することもできます。

標準的なアプリケーションにおいて、レシーバはイメージリジェクトミキサを使用することにより、高周波IF/RF(200MHz~440MHz)を10.7MHzの低周波IFにダウンコンバートします。外付のIFフィルタを駆動できるIFバッファ付でイメージ抑圧比34dBのイメージリジェクトダウンコンバータ、受信信号強度表示(RSSI)の単調性が90dBの内蔵リミティングアンプ及び強力なリミッタ出力ドライバを備えています。送信イメージリジェクトミキサがクリーンな出力スペクトルを生成するため、フィルタの必要性が最小限になっています。その後、IM3レベルを-35dBc以下に維持する40dB可変利得アンプが続きます。最大出力パワーは2dBmとなっています。外部プリスケラを駆動するためのVCO及び発振器バッファも備えています。

MAX2511は2.7V~5.5V電源で動作し、フレキシブルなパワーマネジメントコントロールを備えています。シャットダウンモードでは、消費電流が0.1μAに低減されます。

トランスミッタに同相(I)及び直交(Q)ベースバンド構造を使用するアプリケーションに対応するトランシーバ製品としてマキシム社はMAX2510を提供しています。MAX2510はMAX2511と似た特長を持っていますが、直交アップコンバータを使用することにより、I/Qベースバンド信号をアップコンバートします。

アプリケーション

- PWT1900ワイヤレスハンドセット
及びベースステーション
- PACS、PHS、DECT及びその他のPCS
ワイヤレスハンドセット及びベースステーション
- 400MHz ISMトランシーバ
- IFトランシーバ
- ワイヤレスデータリンク

標準動作回路はデータシートの最後に記載されています。

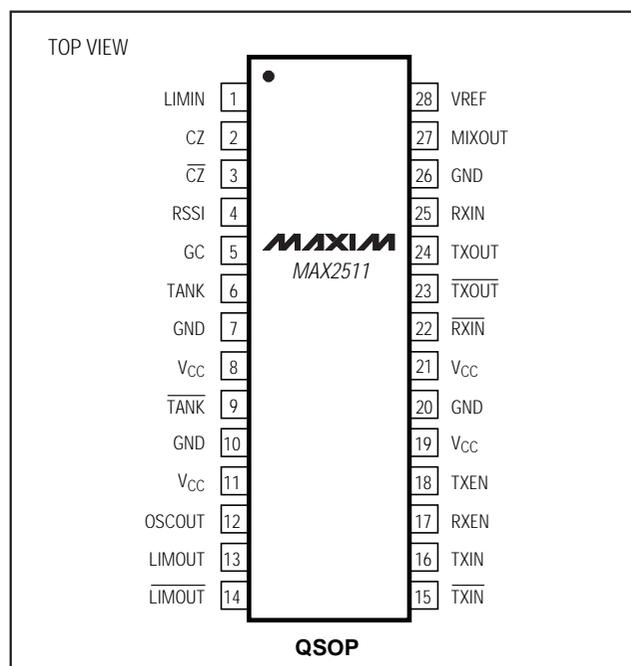
特長

- ◆ 単一電源：+2.7V~+5.5V
- ◆ 完全受信経路：
 - 200MHz~440MHz(第1 IF)から
 - 8MHz~13MHz(第2 IF)へ
- ◆ 差動出力付のリミッタ(可変レベル)
- ◆ 単調ダイナミックレンジが90dBのRSSI機能
- ◆ 完全送信経路：
 - 8MHz~13MHz(第2 IF)から
 - 200MHz~440MHz(第1 IF)へ
- ◆ 電圧レギュレータ及びバッファ付の内蔵発振器
- ◆ 高度なシステムパワーマネジメント(4つのモード)
- ◆ シャットダウン消費電流：0.1μA

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX2511EEI	-40°C to +85°C	28 QSOP

ピン配置



低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{CC} to GND	-0.3V to 8.0V	RXEN, TXEN, GC Input Current	1mA
V _{CC} to Any Other V _{CC}	±0.3V	RSSI Voltage.....	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)
TXIN, $\overline{\text{TXIN}}$ Input Voltage.....	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
TXIN to $\overline{\text{TXIN}}$ Differential Voltage	±300mV	QSOPT (derate 11mW/°C above 70°C)	909mW
RXIN, $\overline{\text{RXIN}}$ Input Voltage	-0.3V to 1.6V	Operating Temperature Range	
TANK, $\overline{\text{TANK}}$ Voltage	-0.3V to 2.0V	MAX2511EEI	-40°C to +85°C
LIMIN Voltage	(VREF - 1.3V) to (VREF + 1.3V)	Junction Temperature	+150°C
LIMOUT, $\overline{\text{LIMOUT}}$ Voltage	(V _{CC} - 1.6V) to (V _{CC} + 0.3V)	Storage Temperature Range	-65°C to +165°C
RXEN, TXEN, GC Voltage.....	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.7V to +5.5V, 0.01μF across CZ and $\overline{\text{CZ}}$; TANK = $\overline{\text{TANK}}$; MIXOUT tied to VREF through a 165Ω resistor; GC open, RXIN = $\overline{\text{RXIN}}$; TXOUT = $\overline{\text{TXOUT}}$ = V_{CC}; T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage Range			2.7	3.0	5.5	V
Digital Input Voltage High	RXEN, TXEN		2.0			V
Digital Input Voltage Low	RXEN, TXEN		0.4			V
Digital Input Current High			23			μA
Digital Input Current Low			-5			μA
Typical Supply Current	V _{CC} = 3.0V T _A = +25°C	Rx mode, RXEN = high, TXEN = low	24			mA
		Tx mode, RXEN = low, TXEN = high, V _{GC} = 0.5V	26			
		Standby mode, RXEN = high, TXEN = high	9.5			
		Shutdown mode, RXEN = low, TXEN = low	0.1			μA
Worst-Case Supply Current	V _{CC} = 2.7V to 5.5V, T _A = -40°C to +85°C	Rx mode, RXEN = high, TXEN = low	38.5			mA
		Tx mode, RXEN = low, TXEN = high, V _{GC} = 0.5V	45			
		Standby mode, RXEN = high, TXEN = high	14.5			
		Shutdown mode, RXEN = low, TXEN = low	5			μA
VREF Voltage	(Note 1)	$V_{CC}/2 - 100\text{mV}$	$V_{CC}/2$	$V_{CC}/2 + 100\text{mV}$		V
LIMOUT, $\overline{\text{LIMOUT}}$ Differential Output Impedance			2			kΩ
GC Input Resistance	Internally terminated to 1.35V		60	80	125	kΩ

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(MAX2511 test fixture, $V_{CC} = +3.0V$, $RXEN = TXEN = \text{low}$, $0.01\mu F$ across CZ and \overline{CZ} , $MIXOUT$ tied to $VREF$ through 165Ω resistor, $TXIN$, \overline{TXIN} tied to $VREF$ through 50Ω resistor, $TXOUT$ and \overline{TXOUT} loaded with 100Ω differential, GC open, $LIMOUT$, \overline{LIMOUT} loaded with $2k\Omega$ differential, $TANK$ and \overline{TANK} driven with $-2.5dBm$ from a 100Ω source; $OSCOUT$ AC-terminated with 50Ω , $330pF$ at $RSSI$ pin, $0.1\mu F$ at $VREF$ pin, Rx inputs and Tx outputs differentially coupled, $PRXIN$, $\overline{RXIN} = -28dBm$ (200Ω system), $frXIN$, $\overline{RXIN} = 425MHz$, $f_{LO} = 435.7MHz$, f_{TXIN} , $\overline{TXIN} = 10.7MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DOWNCONVERTER ($RXEN = \text{high}$)					
Downconverter Mixer Voltage Gain	$T_A = +25^\circ C$	21.5	23.6	25.5	dB
	$T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ (Note 1)	20		27	
Downconverter Mixer Noise Figure			14		dB
Downconverter Mixer Input 1dB Compression Level	(Note 2)		-16		dBm
Input Third-Order Intercept	Two tones at 424MHz and 425MHz, -30dBm per tone		-11		dBm
Image Rejection	$f_{IMAGE} = f_{LO} + f_{IF} = 446.4MHz$	25	34		dB
MIXOUT Maximum Voltage Swing			2		Vp-p
Power-Up Time	Standby to RX or TX (Note 3)			5	μs
LIMITING AMPLIFIER AND RSSI ($RXEN = \text{high}$)					
Limiter Output Level	$V_{GC} = 0.8V$ (Note 4)		120	160	mVp-p
	$V_{GC} = \text{open}$	475		625	
	$V_{GC} = 2.0V$ ($P_{LIMIN} = +5dBm$)	950	1100		
Phase Variation	-75dBm to 5dBm from 50Ω		3.6		degrees
Minimum Linear RSSI Range	-75dBm to 5dBm from 50Ω		80		dB
Minimum Monotonic RSSI Range	-80dBm to 10dBm from 50Ω		90		dB
RSSI Slope	-75dBm to 5dBm from 50Ω		10.6		mV/dB
RSSI Maximum Intercept	(Note 5)		-82	-75	dBm
RSSI Relative Error	$T_A = +25^\circ C$		± 1	± 2	dB
	$T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ (Note 1)			± 2.5	
RSSI Rise Time	Rise time to within 1dB accuracy; using a 100pF capacitor from RSSI to GND		6.4		μs
Minimum-Scale RSSI Voltage	At LIMIN input of -75dBm	50	90	135	mV
Maximum-Scale RSSI Voltage	At LIMIN input of 5dBm	850	940	1025	mV
OSCILLATOR ($TXEN = RXEN = \text{high}$)					
Frequency Range	(Note 7)	200		440	MHz
Phase Noise	At 10kHz offset		-88		dBc/Hz
Maximum LO Frequency Pulling	Standby mode to TX or RX mode		± 36		kHz
LO Leakage	At RXIN port		-65		dBm
Oscillator Buffer Output Power	$T_A = +25^\circ C$ (Note 8)	-12	-9		dBm
	$T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ (Notes 1 and 8)	-13			
Maximum Power-Up Time	Shutdown to standby mode (Note 9)		220		μs

低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(MAX2511 test fixture, $V_{CC} = +3.0V$, $R_{XEN} = TXEN = \text{low}$, $0.01\mu F$ across CZ and \overline{CZ} , MIXOUT tied to VREF through 165Ω resistor, $TXIN$, \overline{TXIN} tied to VREF through 50Ω resistor, TXOUT and \overline{TXOUT} loaded with 100Ω differential, GC open, LIMOUT, \overline{LIMOUT} loaded with $2k\Omega$ differential, TANK and \overline{TANK} driven with $-2.5dBm$ from a 100Ω source; OSCOUT AC-terminated with 50Ω , $330pF$ at RSSI pin, $0.1\mu F$ at VREF pin, Rx inputs and Tx outputs differentially coupled, PR_{XIN} , $\overline{RXIN} = -28dBm$ (200Ω system), fr_{XIN} , $\overline{RXIN} = 425MHz$, $f_{LO} = 435.7MHz$, f_{TXIN} , $\overline{TXIN} = 10.7MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
TRANSMITTER (TXEN = high, V_{TXIN} and $V_{\overline{TXIN}} = 100mVp-p$ differential)					
Output Power	$V_{GC} = 0.5V$, $T_A = +25^\circ C$		-44		dBm
	$V_{GC} = \text{open}$, $T_A = +25^\circ C$		-19		
	$V_{GC} = 2.0V$, $T_A = +25^\circ C$	-5	-2		
	$V_{GC} = 2.0V$, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ (Note 1)	-6			
Image Rejection			34	25	dBc
LO Rejection			40	30	dBc
Output 1dB Compression Point	$V_{GC} = 2.0V$		2		dBm
Output IM3 Level	$0.5V < V_{GC} < 1.87V$ $-40dBm < P_{OUT} < -10dBm$ (Note 10)		-40		dBc
	$V_{GC} = 2.0V$		-35		

Note 1: Guaranteed by design and characterization.

Note 2: Driving R_{XIN} or \overline{RXIN} with a power level greater than the 1dB compression level forces the input stage out of its linear range, causing harmonic and intermodulation distortion. The RSSI output increases monotonically with increasing input levels beyond the mixer's 1dB compression level.

Note 3: Assuming the supply voltage has been applied, this includes settling of the limiter offset correction and the Rx or Tx bias stabilization time. Guaranteed by design.

Note 4: LIMOUT, \overline{LIMOUT} loaded with $2k\Omega$ differential. With no load, the output swing is approximately twice as large.

Note 5: The RSSI maximum intercept is the maximum input power (over a statistical sample of parts) at which the RSSI output is 0V. This point is extrapolated from the linear portion of the RSSI voltage versus limiter input power. This specification and the RSSI slope define the ideal behavior of the RSSI function (the slope and intercept of a straight line), while the RSSI relative error specification defines the deviations from this line. See the RSSI Output Voltage vs. Limiter Input Power graph in the *Typical Operating Characteristics*.

Note 6: The RSSI relative error is the deviation from the best-fitting straight line of RSSI output voltage versus limiter input power. A 0dB relative error is exactly on this line. The limiter input power range for this test is $-75dBm$ to $+5dBm$ from 50Ω . See the RSSI Relative Error graph in the *Typical Operating Characteristics*.

Note 7: Operation outside this frequency range is possible but has not been characterized. At lower frequencies, it might be necessary to overdrive the oscillator with an external signal source.

Note 8: If a larger output level is required, a higher value of load resistance (up to 100Ω) may be used.

Note 9: This assumes that the supply voltage has been applied, and includes the settling time of VREF, using the *Typical Operating Circuit*.

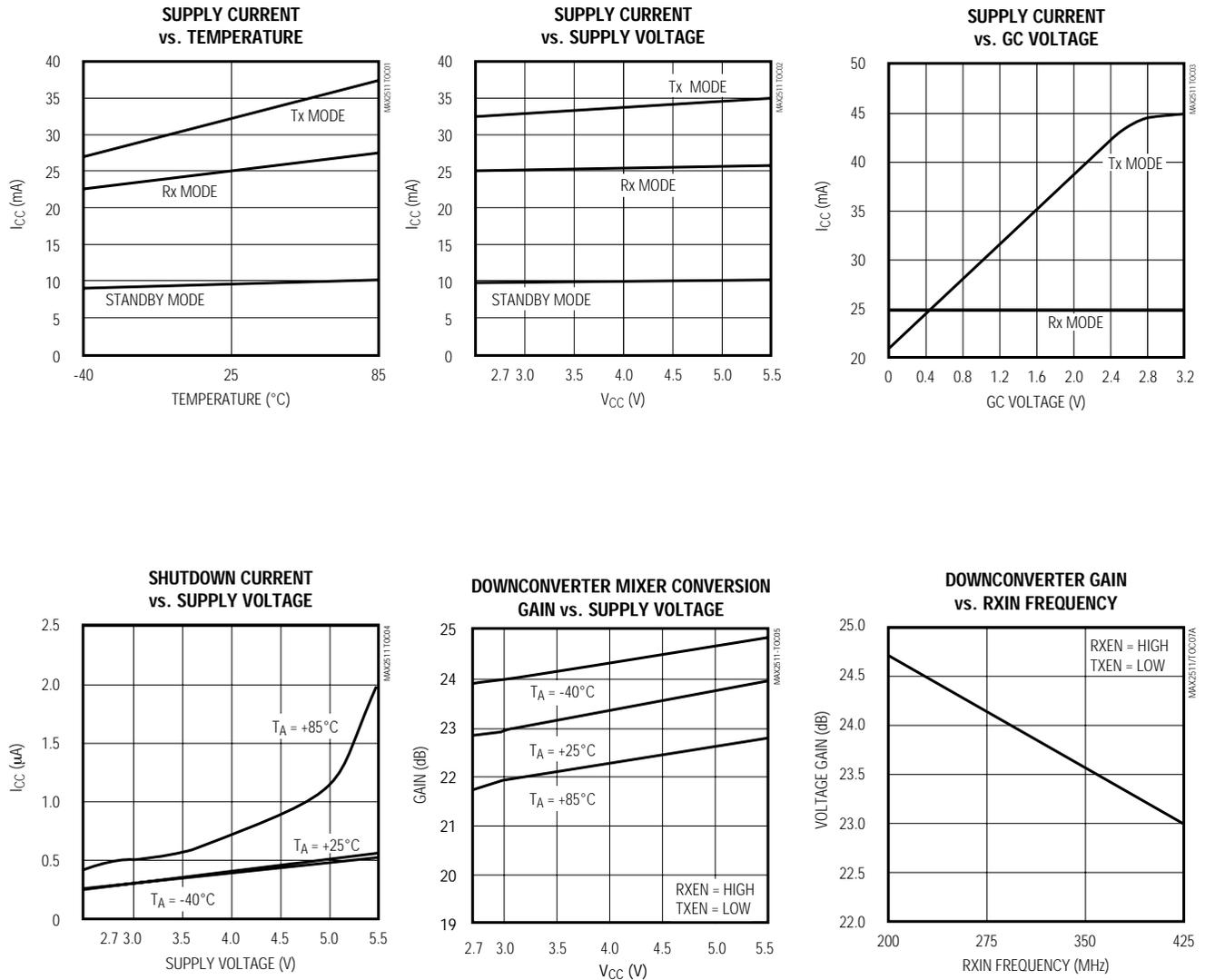
Note 10: Using two tones at 10.7MHz and 10.8MHz, $50mVp-p$ per tone at $TXIN$, \overline{TXIN} . See *Typical Operating Characteristics*.

低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

標準動作特性

(MAX2511 test fixture, $V_{CC} = +3.0V$, $0.01\mu F$ across CZ and \overline{CZ} , MIXOUT tied to VREF through 165Ω resistor, TXIN, \overline{TXIN} tied to VREF through 50Ω resistor, TXOUT and \overline{TXOUT} loaded with 100Ω differential, GC open, LIMOUT, \overline{LIMOUT} loaded with $2k\Omega$ differential, TANK and \overline{TANK} driven with $-2.5dBm$ from a 100Ω source; OSCOUT AC-terminated with 50Ω , $100pF$ at RSSI pin, $0.1\mu F$ at VREF pin, Rx inputs and Tx outputs differentially coupled, $P_{RXIN}, \overline{RXIN} = -28dBm$ (200Ω system), $f_{RXIN}, \overline{RXIN} = 425MHz$, $f_{LO} = 435.7MHz$, $f_{TXIN}, \overline{TXIN} = 10.7MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



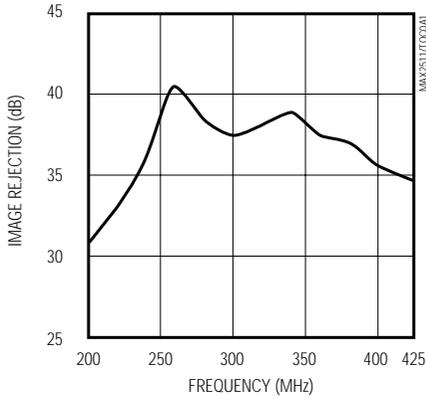
低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

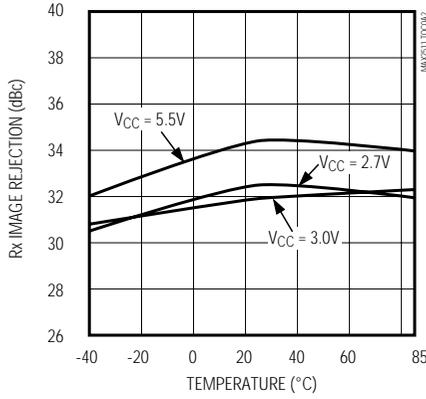
標準動作特性(続き)

(MAX2511 test fixture, $V_{CC} = +3.0V$, $0.01\mu F$ across CZ and \overline{CZ} , MIXOUT tied to VREF through 165Ω resistor, TXIN, \overline{TXIN} tied to VREF through 50Ω resistor, TXOUT and \overline{TXOUT} loaded with 100Ω differential, GC open, LIMOUT, \overline{LIMOUT} loaded with $2k\Omega$ differential, TANK and \overline{TANK} driven with $-2.5dBm$ from a 100Ω source; OSCOUT AC-terminated with 50Ω , $100pF$ at RSSI pin, $0.1\mu F$ at VREF pin, Rx inputs and Tx outputs differentially coupled, P_{RXIN} , $\overline{RXIN} = -28dBm$ (200Ω system), f_{RXIN} , $\overline{RXIN} = 425MHz$, $f_{LO} = 435.7MHz$, f_{TXIN} , $\overline{TXIN} = 10.7MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

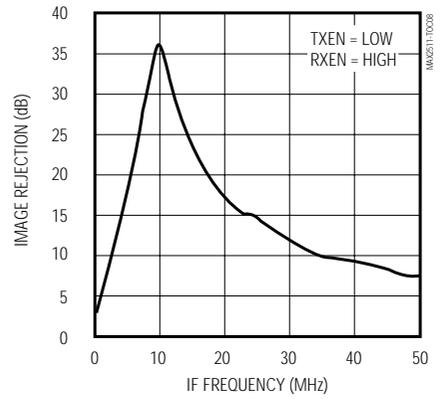
DOWNCONVERTER IMAGE REJECTION vs. RXIN FREQUENCY



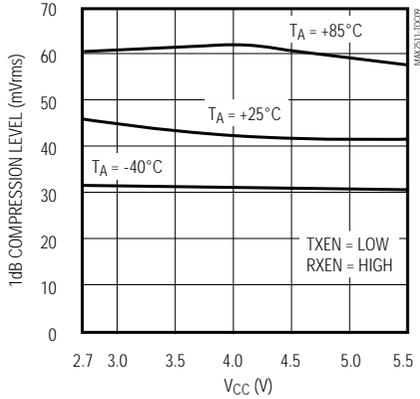
DOWNCONVERTER-MIXER IMAGE REJECTION vs. TEMPERATURE AND SUPPLY VOLTAGE



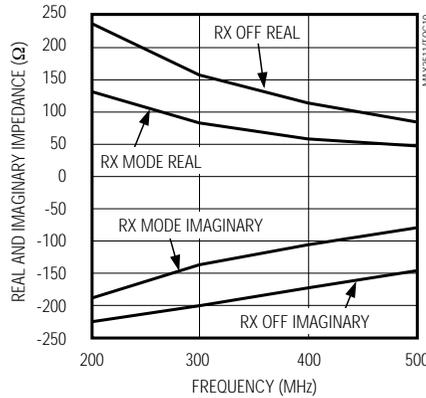
DOWNCONVERTER IMAGE REJECTION vs. IF FREQUENCY



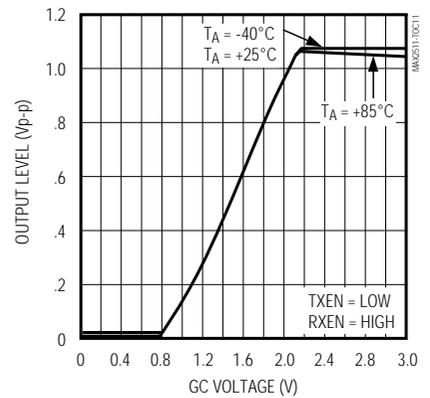
DOWNCONVERTER INPUT 1dB COMPRESSION LEVEL



RXIN DIFFERENTIAL INPUT IMPEDANCE vs. FREQUENCY



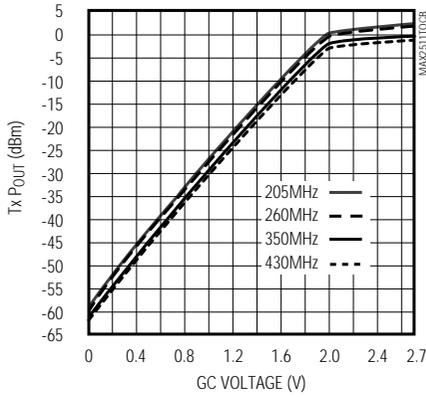
LIMITER OUTPUT LEVEL vs. GC VOLTAGE



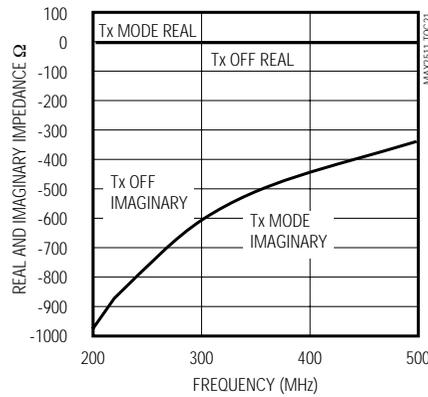
標準動作特性(続き)

(MAX2511 test fixture, $V_{CC} = +3.0V$, $0.01\mu F$ across CZ and \overline{CZ} , MIXOUT tied to VREF through 165Ω resistor, TXIN, \overline{TXIN} tied to VREF through 50Ω resistor, TXOUT and \overline{TXOUT} loaded with 100Ω differential, GC open, LIMOUT, \overline{LIMOUT} loaded with $2k\Omega$ differential, TANK and \overline{TANK} driven with $-2.5dBm$ from a 100Ω source; OSCOUT AC-terminated with 50Ω , $100pF$ at RSSI pin, $0.1\mu F$ at VREF pin, Rx inputs and Tx outputs differentially coupled, P_{RXIN} , $\overline{RXIN} = -28dBm$ (200Ω system), f_{RXIN} , $\overline{RXIN} = 425MHz$, $f_{LO} = 435.7MHz$, f_{TXIN} , $\overline{TXIN} = 10.7MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

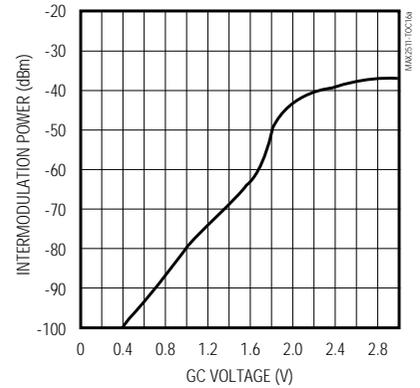
TRANSMITTER OUTPUT POWER vs. GC VOLTAGE (FREQUENCY)



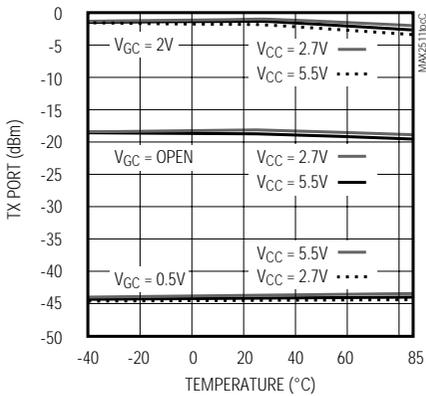
TRANSMITTER DIFFERENTIAL OUTPUT IMPEDANCE vs. FREQUENCY



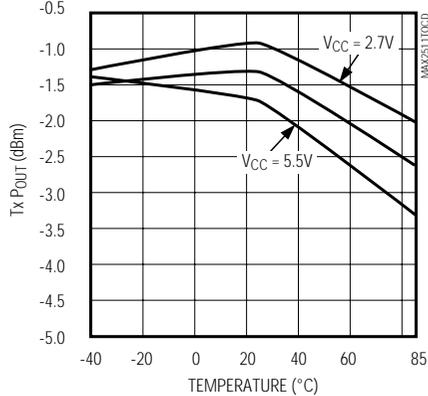
UPCONVERTER IM3 LEVELS vs. GC VOLTAGE (POWERS ARE PER TONE)



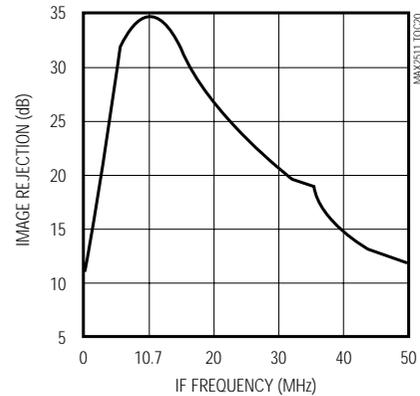
TRANSMITTER OUTPUT POWER vs. TEMPERATURE, SUPPLY, AND GC VOLTAGE



TRANSMITTER OUTPUT POWER vs. TEMPERATURE AND SUPPLY GC VOLTAGE (GC = 2V)



UPCONVERTER IMAGE REJECTION vs. IF FREQUENCY

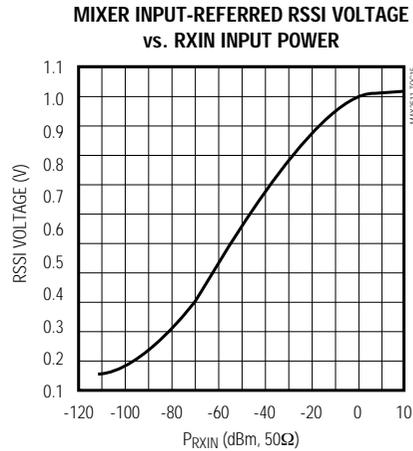
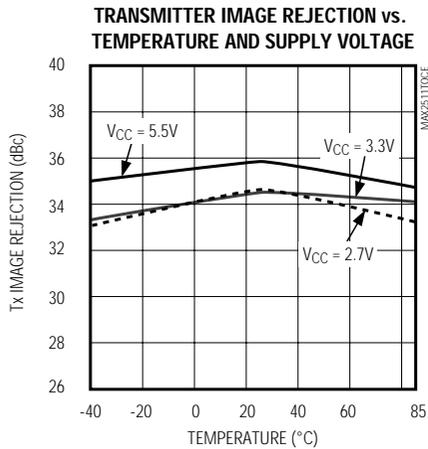
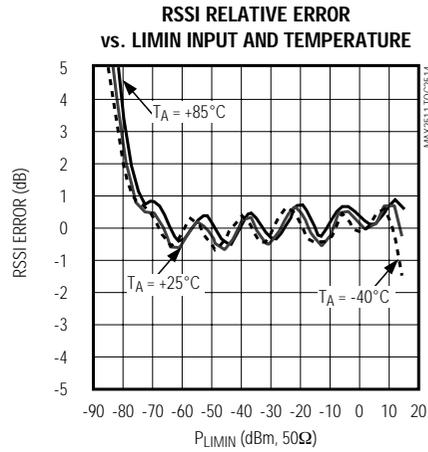
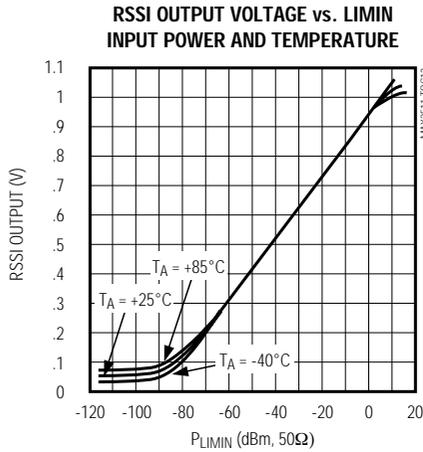


低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

標準動作特性(続き)

(MAX2511 test fixture, $V_{CC} = +3.0V$, $0.01\mu F$ across CZ and \overline{CZ} , MIXOUT tied to VREF through 165Ω resistor, TXIN, \overline{TXIN} tied to VREF through 50Ω resistor, TXOUT and \overline{TXOUT} loaded with 100Ω differential, GC open, LIMOUT, \overline{LIMOUT} loaded with $2k\Omega$ differential, TANK and \overline{TANK} driven with $-2.5dBm$ from a 100Ω source; OSCOUT AC-terminated with 50Ω , $100pF$ at RSSI pin, $0.1\mu F$ at VREF pin, Rx inputs and Tx outputs differentially coupled, P_{RXIN} , $\overline{RXIN} = -28dBm$ (200Ω system), f_{RXIN} , $\overline{RXIN} = 425MHz$, $f_{LO} = 435.7MHz$, f_{TXIN} , $\overline{TXIN} = 10.7MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

端子説明

端子	名称	機能
1	LIMIN	リミッタ入力。DCバイアス用に、330 (typ)の抵抗をVREFに接続してください(「標準動作回路」を参照)。
2, 3	CZ, \overline{CZ}	オフセット補正コンデンサピン。0.01 μ FのコンデンサをCZと \overline{CZ} の間に接続してください。
4	RSSI	受信信号強度表示出力。RSSIの電圧は、LIMINにおける信号パワーに比例します。RSSI出力は、外部コンデンサ(100pF typ)への電流パルスのソースになります。出力は、内部で6k で終端処理されています。このRC時間定数により減衰時間が決まります。
5	GC	送信モードにおける利得制御ピン。GCに0V ~ 2.0VのDC電圧を印加することにより、トランスミッタ利得を40dB調節します。受信モードでは、GCはリミッタ出力レベルを0V _{p-p} ~ 約1V _{p-p} の間で調節します。このピンの入力インピーダンスは通常80k で、1.35Vに終端されています。
6, 9	TANK, \overline{TANK}	タンクピン。共振タンクをこれらのピンに接続してください(「標準動作回路」を参照)。
7, 10	GND	グラウンド。できるだけ小さなインダクタンスでGNDをPCボードグラウンドプレーンに接続してください。
8, 11	V _{CC}	電源電圧。V _{CC} を直接GNDにバイパスしてください。「レイアウトの問題」の項を参照してください。
12	OSCOUT	発振器バッファ出力。OSCOUTは、外部プリスケラを駆動するための(発振周波数の)バッファ付発振器信号を提供します。このピンは電流出力であり、抵抗性負荷にACカップリングする必要があります。出力パワーは、50 負荷に対して-9dBm(typ)です。これより大きな出力スイングが必要な場合は、負荷抵抗を最大100 まで増やすことができます。
13, 14	LIMOUT, \overline{LIMOUT}	リミティングアンプの差動出力。LIMOUT及び \overline{LIMOUT} は、1k 抵抗でV _{CC} に内部でプルアップされたオープンコレクタ出力です。
15, 16	\overline{TXIN} , TXIN	イメージリジェクトアップコンバータミキサの差動入力。 \overline{TXIN} 及びTXINはハイインピーダンスであり、2つの外付抵抗でV _{CC} にプルアップする必要があります。これらの抵抗の値は、希望の終端インピーダンス(50 ~ 50k)と等しくしてください。
17	RXEN	レシーバイネーブルピン。RXENがハイでTXENがローの場合、レシーバがイネーブルされます。RXENとTXENの両方がハイの場合、本素子はスタンバイモードになり、両方がローの場合、シャットダウンになります。詳細については、「パワーマネジメント」の項を参照してください。
18	TXEN	トランスミッタイネーブルピン。TXENがハイでRXENがローの場合、トランスミッタがイネーブルされます。TXENとRXENの両方がハイの場合、本素子はスタンバイモードになり、両方がローの場合シャットダウンになります。詳細については、「パワーマネジメント」の項を参照してください。
19, 21	V _{CC}	バイアスV _{CC} 電源ピン。これらのピンはGNDにデカップリングしてください。「レイアウトの問題」の項を参照してください。
20	GND	レシーバトランスミッタグラウンドピン。できるだけ小さなインダクタンスで、プリント基板のグラウンドプレーンに接続してください。
22, 25	\overline{RXIN} , RXIN	イメージリジェクトダウンコンバータミキサの差動入力。殆どのアプリケーションではインピーダンスマッチングネットワークが必要です。詳細については、「アプリケーション情報」を参照してください。
23, 24	\overline{TXOUT} , TXOUT	イメージリジェクトアップコンバータの差動出力。 \overline{TXOUT} 及びTXOUTは2つの外付抵抗でV _{CC} にプルアップし、負荷にACカップリングする必要があります。
26	GND	レシーバフロントエンドグラウンド。できるだけ小さなインダクタンスで、GNDをPCボードグラウンドプレーンに接続してください。
27	MIXOUT	イメージリジェクトダウンコンバータのシングルエンド出力。MIXOUTはハイインピーダンスであり、外付終端抵抗を通じてVREFにバイアスされる必要があります。この抵抗の値は、段間フィルタの特性に依存します。詳細については、「アプリケーション情報」の項を参照してください。
28	VREF	リファレンス電圧ピン。VREFは、MIXOUT及びLIMINピン用の外部バイアス電圧を提供します。このピンは、0.1 μ Fコンデンサでグラウンドにバイパスしてください。VREFの電圧はV _{CC} /2です。詳細については、「標準動作回路」を参照してください。

低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

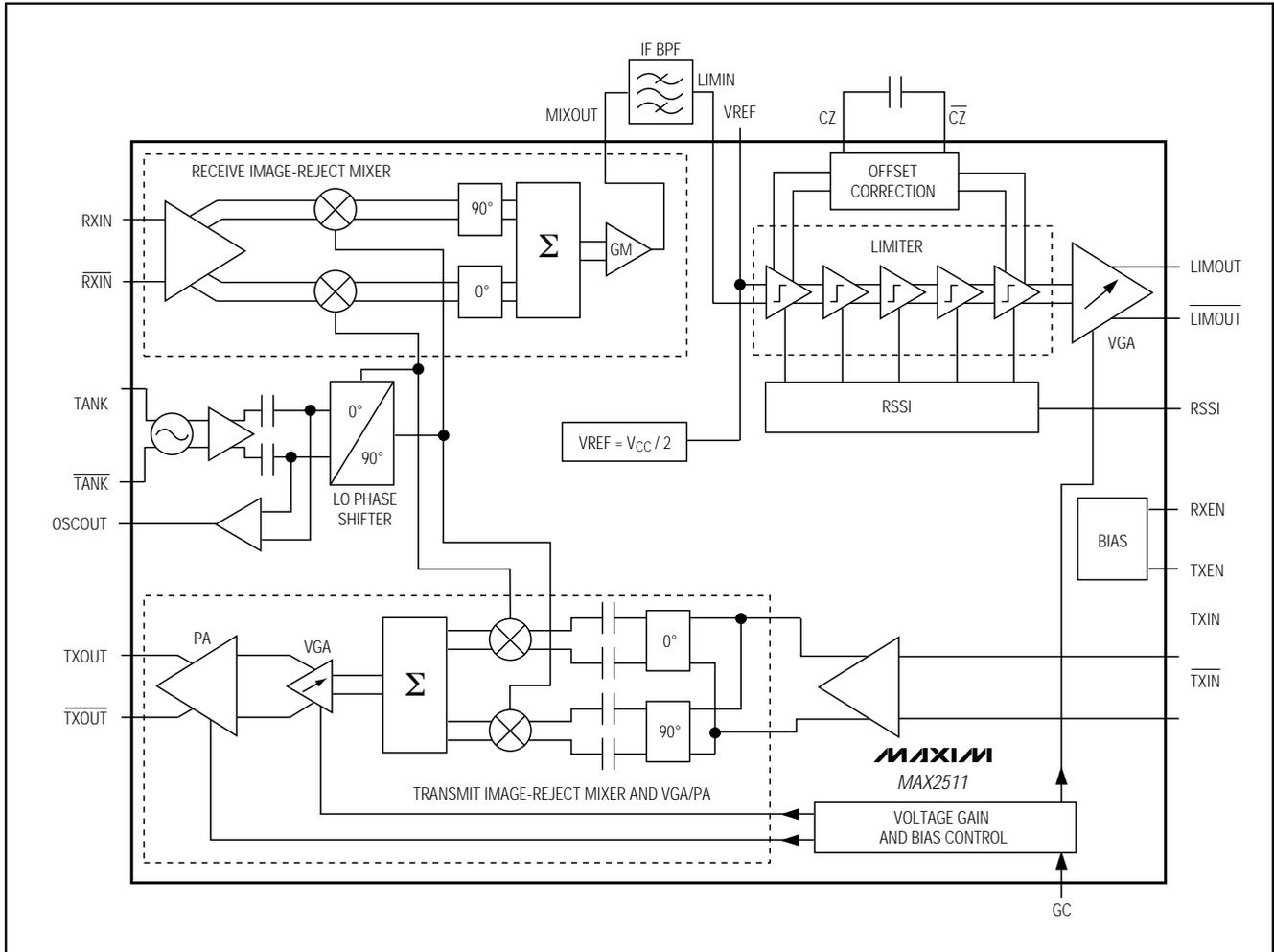


図1. ファンクションダイアグラム

詳細

以下の各項で、図1に示す各ブロックについて説明します。

レシーバ

レシーバは、イメージリジェクトダウンコンバータミキサ及びリミッタ/RSSI部の2つの基本的なブロックで構成されています。

レシーバ入力はRXIN、 $\overline{\text{RXIN}}$ ピンです。これらのピンはACカップリングにし、必要に応じてマッチングネットワークを設けてください(「標準動作回路」を参照)。特定のアプリケーション用のマッチングネットワークを設計するには、「アプリケーション情報」の項及び「標準動作特性」のレシーバ入力インピーダンスのプロットを参照してください。

イメージリジェクトミキサ

ダウンコンバータは、デュアル出力の入力バッファからなるイメージリジェクトミキサを使用した設計になっ

ています。各デュアル出力は、ダブルバランスドミキサに入ります。LO信号は、内蔵発振器及び外部タンク回路によって生成されます。バッファされた発振器信号は、互いに90度の位相シフトを持つ2つの出力を提供する直交位相ジェネレータを駆動します。このLO信号のペアが2つの受信ミキサに入ります。ミキサの出力はそれから位相シフトのペアを通り、これらの位相シフトにより出力間に90°の位相シフトが与えられます。こうしてできた2つの信号がまとめて加算されます。最終的な位相関係は、必要な信号が強化されてイメージ信号の大部分がキャンセルされるようになっています。ダウンコンバータミキサの出力はバッファされ、シングルエンド電流出力に変換されてMIXOUTピンに出てきます。この出力は、大きなダイナミックレンジでシャント終端バンドパスフィルタを駆動できます。MIXOUTは、全電源電圧範囲でシャント終端330 フィルタ(165 負荷)を2V_{p-p}以上まで駆動できます。

リミッタ

信号は、外部IFバンドパスフィルタを通過してリミッタ入力 (LIMIN)に入ります。LIMINは、VREFピン電圧を中心とするシングルエンド入力です。オープン回路入力インピーダンスは、通常10k 以上です(VREFに終端)。適正動作のために、フィルタ終端インピーダンス(1k 以下)を通じてLIMINをVREFに接続する必要があります。リミッタは一定出力レベルを提供します。このレベルは、80dBの入力範囲に渡ってリミッタ入力信号レベルの影響をほとんど受けません。

可変出力レベルにより、リミッタ出力を下流の回路にインタフェースすることが容易になります。リミッタの出力は可変利得アンプを駆動し、このアンプが(GCピンを0.5V ~ 2.0Vの間で調節することにより)制限出力レベルを $0V_{p-p} \sim 1V_{p-p}$ (typ)の間で調節します。この機能を使用すると、リミッタの出力レベルを希望のADC入力レベルにマッチングさせることにより、アナログデジタルコンバータ(ADC)等の下流回路を最適の性能で動作させることができます。GCは、Txモードにおける送信(Tx)利得調節にも使用されます。従って、いずれのモードでも電圧を適切な値に保持するように注意してください。

受信信号強度インジケータ

RSSI出力は、LIMIN入力における受信パワーレベルのリニア表示を提供します。RSSIのリニア範囲は80dB 以上で、単調ダイナミックレンジは90dBを超えます。RSSI出力は、外部フィルタ(100pF typ)にパルス的に電流を流します。出力は内部で6k でGNDに終端され、このR-C時間定数によって減衰時間が決まります。

トランスミッタ

イメージリジエクトアップコンバータミキサは、ダウンコンバータミキサに似た方式で動作します。トランスミッタミキサは、内蔵IF位相シフタを駆動する入力バッファアンプからなっています。シフトされた信号は、ダブルバランスドミキサのペアに入力されます。これらのミキサは、レシーバに使用されているのと同じ直交(Q)LOソースで駆動されています。ミキサ出力同士はまとめて加算され、イメージ信号成分の大部分がキャンセルされます。イメージがキャンセルされてミキサ出力から出てくる信号は、利得調節範囲40dBの可変利得アンプ(VGA)を通ります。

VGA出力は、出力1dB圧縮点が2dBmのドライバアンプに接続されています。出力パワーは、GCピンを制御することにより、約2dBmから-40dBm以下の範囲で調節できます。出力レベルが-10dBm ~ -40dBmの範囲で、-40dBcのIM3レベルが維持されます。これにより、TXOUTとTXOUTに差動出力として信号が出てきます。この出力は、100 の差動負荷インピーダンスを仮定しています。

TXOUT及びTXOUTはオープンコレクタ出力であり、適正動作にはV_{CC}への外付プルアップインダクタが必要です。又、負荷がDCバイアスに影響しないようにするためのDCブロックも必要です。TXOUTとTXOUTの間にシャント抵抗を取り付けて、外部フィルタの逆終端とすることができます(「標準動作回路」を参照)。レシーバ入力RXINとRXINを使用して、この終端処理を行うこともできます(「フィルタシェアリング」の項を参照)。シングルエンド動作の場合は、未使用の入力をV_{CC}に接続してください。

ローカル発振器及び発振器バッファ

内蔵LOは、外部LCタンク回路を付け加えるだけで動作します。タンク回路は、TANKとTANKの間に接続します。位相ロックループ(PLL)の周波数を調節するには、通常デュアルバラクタダイオードを使用します。タンク回路の設計式については、「アプリケーション情報」を参照してください。位相ノイズを小さくするため、共振器のQはできるだけ高くしてください。高性能を発揮させるには、タンクのプリント基板レイアウトも重要です(詳細については、「レイアウトの問題」を参照してください)。

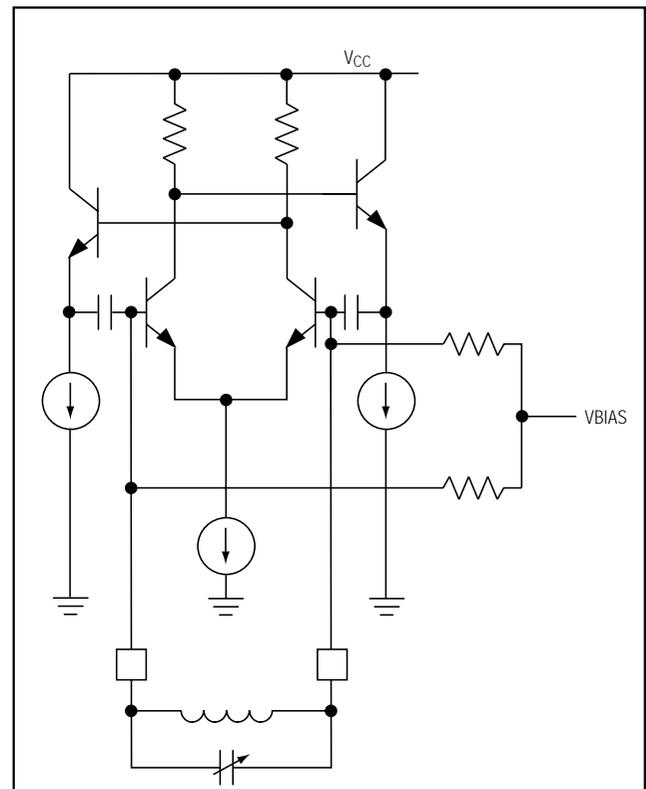


図2. 簡略化発振器等価回路

低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

OSCOUTピンは、外部PLLを駆動するための内部発振器信号をバッファします。この出力は、末端(通常はプリステータへの入力)で50 Ω負荷を使用して、ACカップリング及び終端処理を行ってください。これより大きな出力レベルが必要な場合は、最大100 Ωまでの抵抗終端処理を行うことができます。インピーダンスがコントロールされたプリント基板を使用する場合、このトレースのインピーダンスは終端インピーダンスにマッチングさせてください。

パワーマネジメント

MAX2511は、バッテリー寿命を拡張するために4つの電源モードを備えています。これらのモードは、表1に従ってRXEN及びTXENにより選択されます。

シャットダウンモードでは、素子の全ての機能がオフになります。スタンバイモードではLO及びLOバッファがアクティブです。これにより、PLL(MAX2511の外)が動作状態に留まり、PLLのループセトリングに伴うディレーを避けることができます。送信(Tx)モードは、LO回路、アップコンバータミキサ、送信VGA及び出力ドライバアンプをイネーブルします。受信(Rx)モードは、LO回路、ダウンコンバータミキサ、リミティングアンプ及び可変出力レベルアンプをイネーブルします。

表1. 電源モードの選択

RXENの状態	TXENの状態	モード
ロー	ロー	シャットダウン
ロー	ハイ	送信
ハイ	ロー	受信
ハイ	ハイ	スタンバイ

アプリケーション情報

400MHz ISMアプリケーション

MAX2511は、400MHz ISMアプリケーションのように、200MHz~440MHzの信号が(IFでなく)RFである場合に使用できます。この場合、MAX2511のレシーバ部の前に、同じ電源電圧範囲で動作できる低ノイズアンプ(LNA)を配置することをお勧めします。MAX2630~MAX2633ファミリのアンプがこの条件を満たします。但し、これらの素子の入出力はシングルエンドであるため、未使用のMAX2511入力(RXIN)を47nFでグラウンドにAC終端処理する必要があります。

発振器タンク

内蔵発振器は、TANKとTANKの間に接続された平行共振タンク回路を必要とします。図3に発振器タンク回路の例を示します。インダクタL1はC1の容量とC2、C3及び(CD1)/2の直列合成容量を並列に合成した実効全容量に対して共振します。CD1はバラクタダイオードのうちの1つの容量です。通常は対称性を維持するためにC2 = C3となります。Cp(プリント基板の寄生成分を含む)は約3.5pFです。全容量は次式で与えられます。

$$C_{EFF} = \frac{1}{\frac{2}{C_2} + \frac{2}{C_{D1}}} + C_1 + C_p$$

この値を共振タンク回路に使用した場合、発振周波数は次式で与えられます。

$$F_{OSC} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_{EFF}}}$$

表2で推奨されているインダクタから始めて、アプリケーションの必要条件(位相ノイズ、同調範囲及びVCO利得等)に従って部品定数を選んでください。位相ノイズを低減するため、タンクのQはできるだけ高くしてください。MAX2511の殆どのアプリケーション(第1IFから第2IFへのトランシーバ等)では、IF周波数がチャネル選択用に同調されるわけではないため、発振器の同調範囲は非常に小さくできます。このため、広帯域タンク回路よりも位相ノイズ及び安定性が優れている狭帯域発振器タンクを使用できます。発振器タンクのプリント基板レイアウトは、細心の注意を払う必要があります。詳細については、「レイアウトの問題」を参照してください。

発振器を外部50 Ωソースでオーバードライブする方法については、図4を参照してください。

Rx入力のインピーダンスマッチング

RXIN及びRXINポートをフィルタ等の外部回路への適正に接続するために、インピーダンスマッチングネットワークが通常必要となります。回路構成例については、「標準動作回路」を参照してください。終端インピーダンスを設定するために、RXINとRXINの間にシャント抵抗を取り付けることができます。但し、この場合は雑音指数がやや劣化します。

マッチングネットワークに使用される部品定数は、フィルタインピーダンスだけでなく希望する動作周波数にも依存します。表3に、RXIN、RXINの差動入力インピーダンスを直列及び並列の両方の形で示します。このデータは、「標準動作特性」でもプロットされています。

フィルタシェアリング

ハーフデュプレックス又はTDDアプリケーションでは、送信と受信のフィルタ経路を組み合わせることにより、外部フィルタの数を最小限に抑えることができます(図5)。

TXIN、 $\overline{\text{TXIN}}$ ポートに通常接続される10.7MHzフィルタと、LIMOUT及び $\overline{\text{LIMOUT}}$ に接続されるフィルタが同じものであっても構いません。同じフィルタを使用する場合は、TXINをLIMOUTに、 $\overline{\text{TXIN}}$ を $\overline{\text{LIMOUT}}$ に接続してください。

RXIN、 $\overline{\text{RXIN}}$ ポートに必要な425MHz SAWフィルタと、TXOUT及び $\overline{\text{TXOUT}}$ に必要なフィルタも同様にして共用できます。TXOUT及び $\overline{\text{TXOUT}}$ ピンが必要とするバイアス電圧がレシーバに入らないように、RXIN、 $\overline{\text{RXIN}}$ ポートをDCブロックする必要があります。

このようにしてフィルタを共用する場合は、トランスミッタ出力ポート(TXOUT、 $\overline{\text{TXOUT}}$)及びレシーバ入力ポート(RXIN、 $\overline{\text{RXIN}}$)マッチングネットワークを修正する必要があります。レシーバポートの入力インピーダンスは、Rxモードでのレシーバポートとトランスミッタポートの並列合成であることが必要です。この場合、レシーバポートがアクティブですが、トランスミッタポートが寄生インピーダンスを付加します。「標準動作特性」のトランスミッタ及びレシーバポートインピーダンスのグラフを参照してください。

素子が送信モードの場合、RXIN及び $\overline{\text{RXIN}}$ 入力はシングルIFフィルタを接続できるようにTXOUTと $\overline{\text{TXOUT}}$ 出力に逆終端を提供します(図5)。この技法を使用すると、マッチングネットワークを調節することによって、Rxモードにおける入力VSWRを1.5:1以下、Txモードにおける出力VSWRを2:1以下にすることができます。

受信IFフィルタ

MIXOUTピンとLIMINピンの間にある段間10.7MHzフィルタは共有されません。このフィルタは、リミッタがミキサの出力に存在する望ましくない信号に作用することを防ぎます。又、このフィルタは2つのフィルタ終端抵抗(330 Ω -- 詳細については「標準動作回路」を参照)を通じて、DCバイアス電圧を V_{REF} ピンからLIMINピン及びMIXOUTピンに通すように設定されています。このフィルタが(トランス・コンデンサ搭載フィルタ又は一部のL-Cフィルタのように)DCシャント経路を提供できる場合、この2つの抵抗を1つの並列等価抵抗(165 Ω)にまとめることにより部品点数を減らすことができます(図5の差し込み図)。

レイアウトの問題

RF回路ではプリント基板の設計が重要です。最高の性能を得るために、マッチングネットワークとタンク回路だけでなく、電源にも注意してください。

電源のレイアウト

チップ内の様々な部分の間のカップリングを最小限に抑えるため、電源レイアウトとしては星型構成が最適です。この構成は、十分にデカップリングされた中央 V_{CC} ノードを持っています。複数の V_{CC} トレースがこのノードから分岐し、各々がMAX2511の1つの V_{CC} ノードに行きます。これらのトレースの各々の最後には、使用するRF周波数で良好な性能を示すバイパスコンデンサがあります。この配置により、各 V_{CC} ピンにおける局所デカップリングが与えられます。高周波数では、電源ピンから漏れてくる信号から中央 V_{CC} ノードへのインピーダンス(V_{CC} のトレースインピーダンスによるもの)は比較的高くなり、その他の電源ピンへのインピーダンスはさらに高くなります。

段間フィルタの性能を最高に発揮させるために、VREFデカップリングコンデンサ(0.1 μF typ)をMAX2511にできるだけ近くしてください。良い結果を得るために、高品質の低ESRコンデンサを使用してください。

マッチングネットワークのレイアウト

TXOUT、 $\overline{\text{TXOUT}}$ ポートは、 V_{CC} につながる2つのインダクタ(差動駆動用)及び外部フィルタへのマッチング用のオプションの逆終端抵抗を必要とします。RXIN、 $\overline{\text{RXIN}}$ ポートもインピーダンスマッチングネットワークを必要とします。いずれのネットワークも対称的にして、できるだけチップの近くに配置してください。詳細については、「標準動作回路」を参照してください。グランドプレーン・プリント基板を使用する場合は、マッチングネットワーク部品の下のグランドプレーンを除去して寄生容量を低減してください。

局所発振器タンクのレイアウト

発振器タンク回路のレイアウトは、非常に重要です。プリント基板の寄生容量及びトレースインダクタンスが発振周波数に影響します。タンクのレイアウトは対称的かつ緊密にして、できるだけデバイスの近くに配置してください。グランドプレーン・プリント基板を使用する場合は、発振器部品の下のグランドプレーンを除去して寄生容量を低減してください。

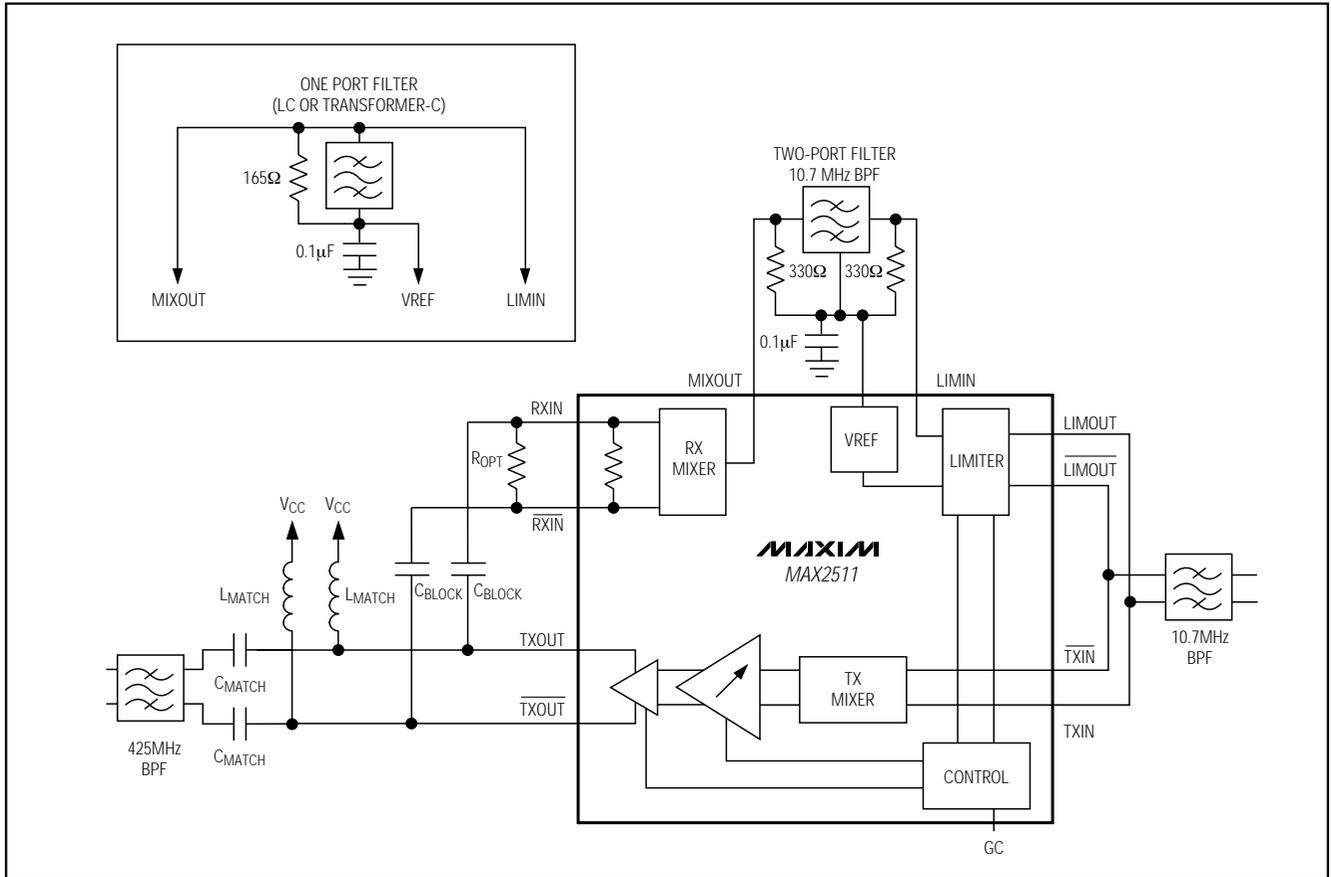


図5. フィルタシェアリング

低電圧IFトランシーバ リミッタ及びRSSI付

MAX2511

標準動作回路

