

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CCG}, V_{CCP} to GND-0.3V to +5.5V
 ING, OUTG, GCS, GFS, GBP to GND.....-0.3V to (V_{CCG} + 0.3V)
 INP, OUTP, PFS_, PDCS_, PBRAW,
 PBEXP, PBIN to GND-0.3V to (V_{CCP} + 0.3V)
 Input (ING, INP, OUTP, OUTG) Level+23dBm
 PBEXP Output Current.....±1mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 28-Pin Thin QFN-EP
 (derate 21mW/°C above +70°C).....1667mW
 Operating Temperature Range-40°C to +85°C
 Junction Temperature.....+150°C
 Storage Temperature Range-65°C to +150°C
 Lead Temperature (soldering 10s)+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

(MAX2009 EV kit; V_{CCG} = V_{CCP} = +4.75V to +5.25V; no RF signal applied; INP, ING, OUTP, OUTG are AC-coupled and terminated to 50Ω; V_{PF_S1} = open; PBEXP shorted to PBRAW; V_{PDCS1} = V_{PDCS2} = 0.8V; V_{PBIN} = V_{GBP} = V_{GCS} = GND; V_{GFS} = V_{CCG}; T_A = -40°C to +85°C. Typical values are at V_{CCG} = V_{CCP} = +5.0V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CCG} , V _{CCP}	4.75		5.25	V
Supply Current	V _{CCP}		5.8	7	mA
	V _{CCG}		10	12.1	
Analog Input Voltage Range	PBIN, PBRAW	0		V _{CCP}	V
	GBP, GFS, GCS	0		V _{CCG}	
Analog Input Current	V _{GFS} = V _{GCS} = V _{PBRAW} = 0V	-2		+2	μA
	V _{GBP} = 0 to +5V	-100		+170	
	V _{PBIN} = 0 to +5V	-100		+220	
Logic-Input High Voltage	PDCS1, PDCS2 (Note 1)	2.0			V
Logic-Input Low Voltage	PDCS1, PDCS2 (Note 1)			0.8	V
Logic Input Current		-2		+2	μA

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(MAX2009 EV kit, VCCG = VCCP = +4.75V to +5.25V, 50Ω environment, P_{IN} = -20dBm, f_{IN} = 1200MHz to 2500MHz, V_{GCS} = +1.0V, V_{GFS} = +5.0V, V_{GBP} = +1.2V, V_{PBIN} = V_{PDCS1} = V_{PDCS2} = 0V, V_{PF_S1} = +5V, V_{PBRAW} = V_{PBEXP}, T_A = -40°C to +85°C. Typical values are at f_{IN} = 2140MHz, VCCG = VCCP = +5V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Frequency Range		1200		2500	MHz
VSWR	ING, INP, OUTG, OUTP		1.3:1		
PHASE CONTROL SECTION					
Nominal Gain			-7.5		dB
Gain Variation Over Temperature	T _A = -40°C to +85°C		-1.4		dB
Gain Flatness	Over a 100MHz band		±0.1		dB
Phase-Expansion Breakpoint Maximum	V _{PBIN} = +5V		23		dBm
Phase-Expansion Breakpoint Minimum	V _{PBIN} = 0V		3.7		dBm
Phase-Expansion Breakpoint Variation Over Temperature	T _A = -40°C to +85°C		±1.3		dB
Phase Expansion	V _{PF_S1} = +5V, V _{PDCS1} = V _{PDCS2} = 0V, P _{IN} = -20 dBm to +23 dBm		23.7		Degrees
	V _{PDCS1} = 5V, V _{PDCS2} = 0V, V _{PF_S1} = +1.5V		14.2		
	V _{PDCS1} = 0V, V _{PDCS2} = 5V, V _{PF_S1} = +1.5V		9.2		
	V _{PF_S1} = 0V, V _{PDCS1} = V _{PDCS2} = +5V, P _{IN} = -20dBm to +23dBm		7.6		
Phase-Expansion Slope Maximum	P _{IN} = +15dBm		1.2		Degrees /dB
Phase-Expansion Slope Minimum	V _{PF_S1} = 0V, V _{PDCS1} = V _{PDCS2} = +5V, P _{IN} = +15dBm		0.4		Degrees /dB
Phase Slope Variation Over Temperature	P _{IN} = +15dBm, T _A = -40°C to +85°C		-0.1		Degrees /dB
Phase Ripple	Over a 100MHz band, deviation from linear phase		±0.15		Degrees
Noise Figure			7.5		dB
Absolute Group Delay	Interconnects de-embedded		0.7		ns
Group Delay Ripple	Over a 100MHz band		±0.03		ns
Parasitic Gain Expansion	P _{IN} = -20dBm to +23dBm		0.9		dB

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(MAX2009 EV kit, $V_{CCG} = V_{CCP} = +4.75V$ to $+5.25V$, 50Ω environment, $P_{IN} = -20dBm$, $f_{IN} = 1200MHz$ to $2500MHz$, $V_{GCS} = +1.0V$, $V_{GFS} = +5.0V$, $V_{GBP} = +1.2V$, $V_{P_{BIN}} = V_{P_{DCS1}} = V_{P_{DCS2}} = 0V$, $V_{PF_S1} = +5V$, $V_{PBRAW} = V_{PBEXP}$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$. Typical values are at $f_{IN} = 2140MHz$, $V_{CCG} = V_{CCP} = +5V$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
GAIN CONTROL SECTION					
Nominal Gain			-16		dB
	$V_{GCS} = 0V$, $V_{GFS} = +5V$		-23		
	$V_{GCS} = +5V$, $V_{GFS} = 0V$		-8.5		
Gain Variation Over Temperature	$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$		-1		dB
Gain Flatness	Over a 100MHz band		± 0.3		dB
Gain-Expansion Breakpoint Maximum	$V_{GBP} = +5V$		23		dBm
Gain-Expansion Breakpoint Minimum	$V_{GBP} = +0.5V$		-3		dBm
Gain-Expansion Breakpoint Variation Over Temperature	$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$		-0.3		dB
Gain Expansion	$V_{GFS} = +5V$, $P_{IN} = -20dBm$ to $+23dBm$		6.6		dB
	$V_{GFS} = 0V$, $P_{IN} = -20dBm$ to $+23dBm$		3.6		
Gain-Expansion Slope	$V_{GFS} = +5V$, $P_{IN} = +15dBm$		0.5		dB/dB
	$V_{GFS} = +0V$, $P_{IN} = +15dBm$		0.26		
Gain Slope Variation Over Temperature	$P_{IN} = +15dBm$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$		-0.04		dB/dB
Noise Figure			16		dB
Absolute Group Delay	Interconnects de-embedded		0.61		ns
Group Delay Ripple	Over a 100MHz band		± 0.01		ns
Phase Ripple	Over a 100MHz band, deviation from linear phase		± 0.07		Degrees
Parasitic Phase Expansion	$P_{IN} = -20dBm$ to $+23dBm$		5		Degrees

Note 1: Guaranteed by design and characterization.

Note 2: All limits reflect losses and characteristics of external components shown in the *Typical Application Circuit*, unless otherwise noted.

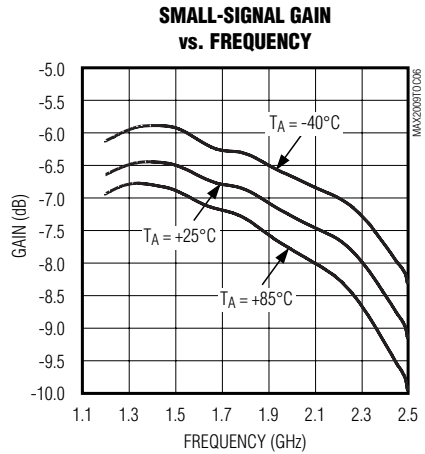
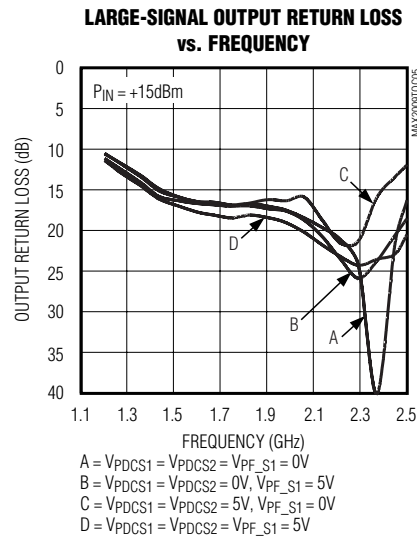
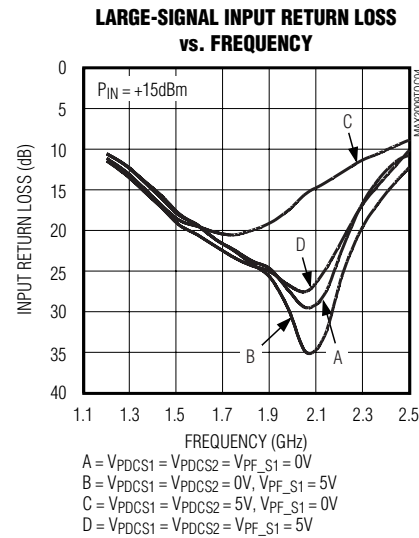
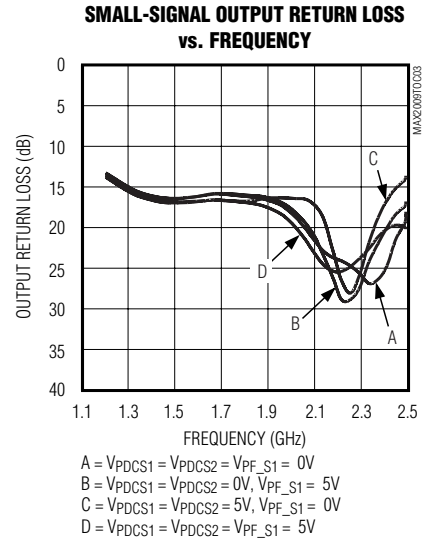
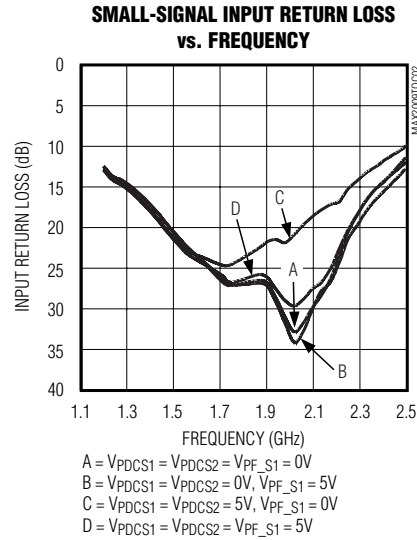
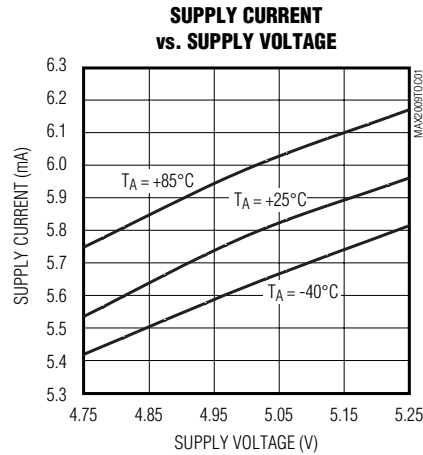
1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

標準動作特性

Phase Control Section

(MAX2009 EV kit, $V_{CCP} = +5.0V$, $P_{IN} = -20dBm$, $V_{PIN} = 0V$, $V_{PF_S1} = +5.0V$, $V_{PDCS1} = V_{PDCS2} = 0V$, $f_{IN} = 2140MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

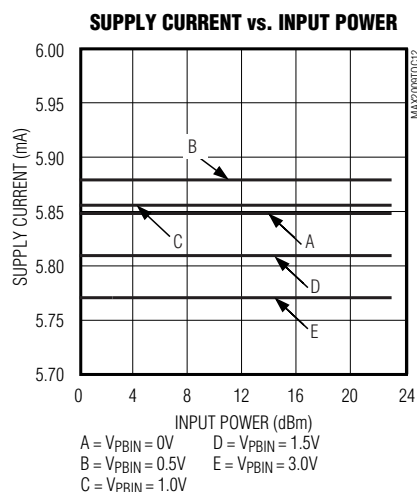
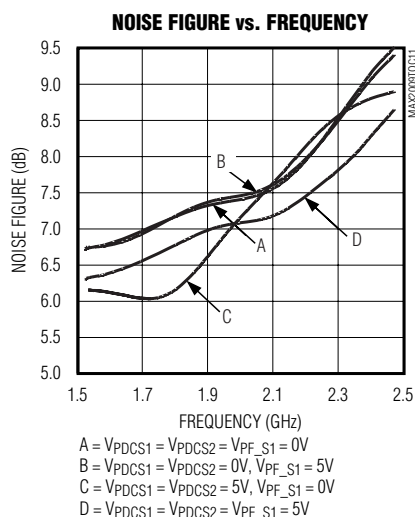
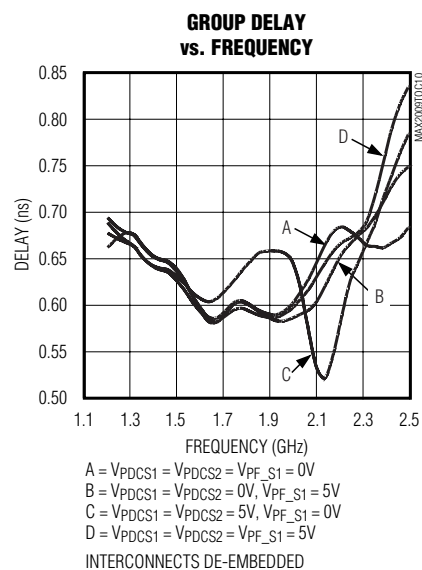
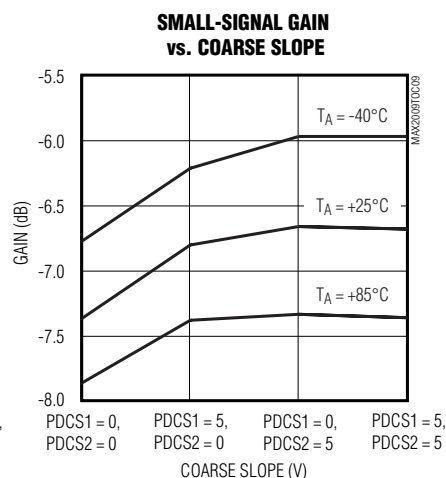
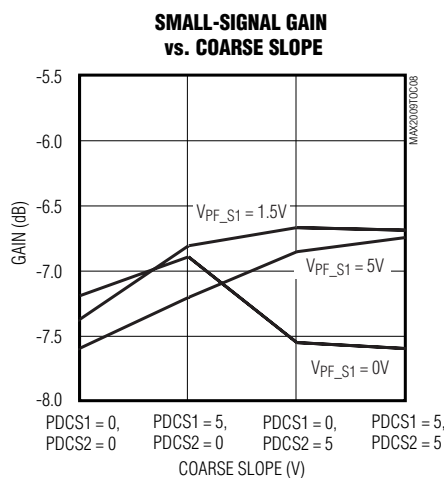
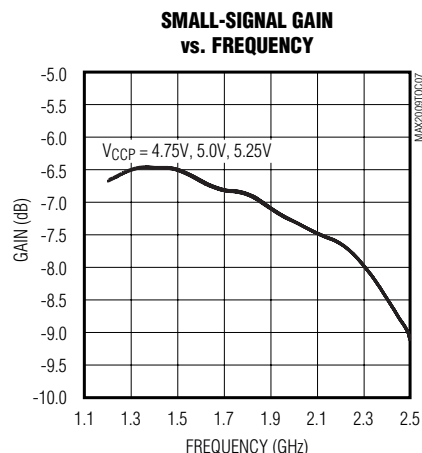


1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

標準動作特性(続き)

Phase Control Section (continued)

(MAX2009 EV kit, $V_{CCP} = +5.0V$, $P_{IN} = -20dBm$, $V_{P_{BIN}} = 0V$, $V_{P_{F_S1}} = +5.0V$, $V_{P_{DCS1}} = V_{P_{DCS2}} = 0V$, $f_{IN} = 2140MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



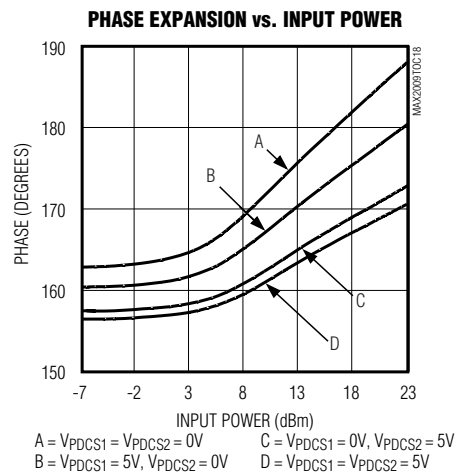
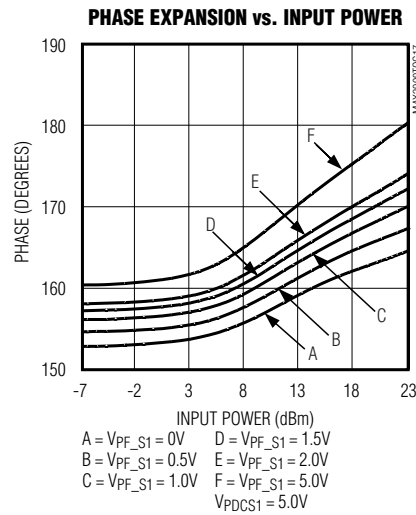
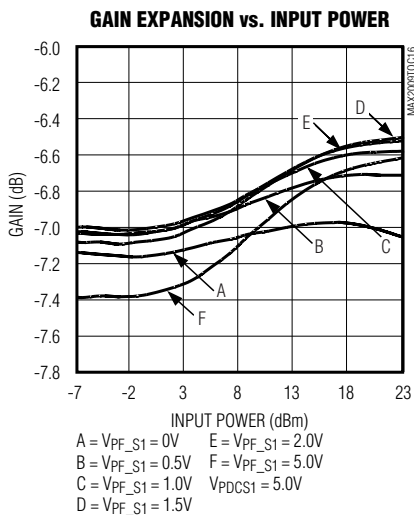
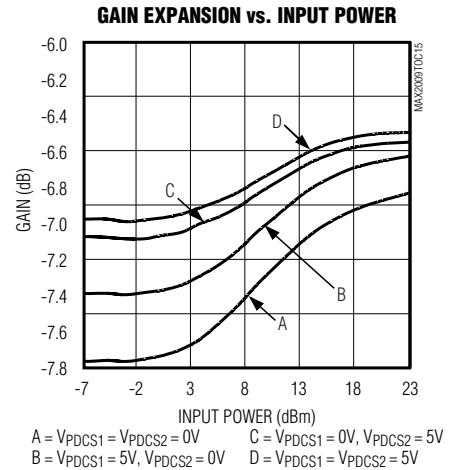
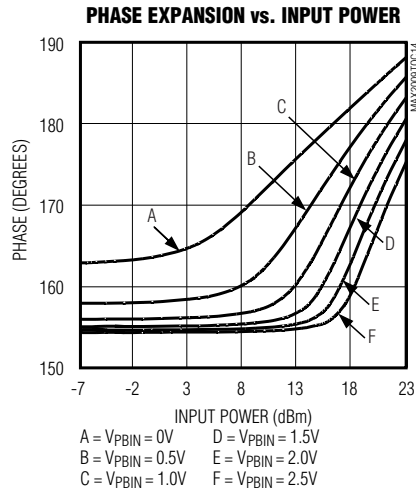
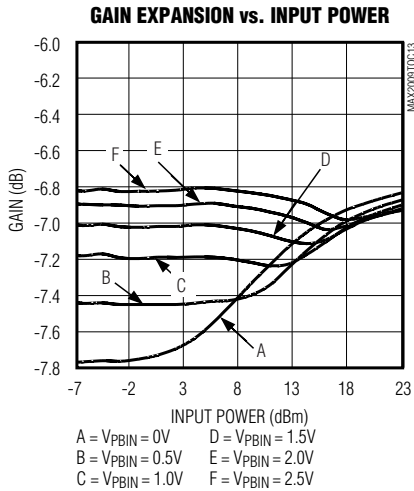
1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

標準動作特性(続き)

Phase Control Section (continued)

(MAX2009 EV kit, $V_{CCP} = +5.0V$, $P_{IN} = -20dBm$, $V_{PIN} = 0V$, $V_{PF_S1} = +5.0V$, $V_{PDCS1} = V_{PDCS2} = 0V$, $f_{IN} = 2140MHz$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

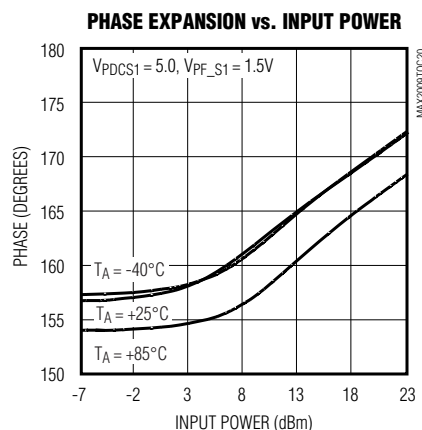
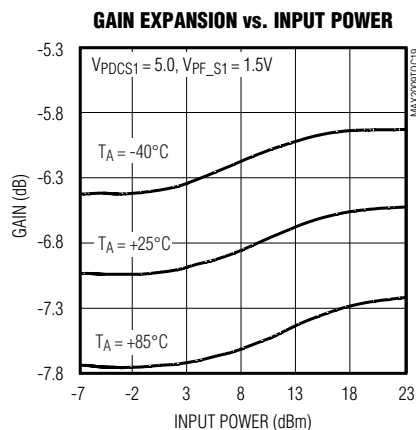


1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

標準動作特性(続き)

Phase Control Section (continued)

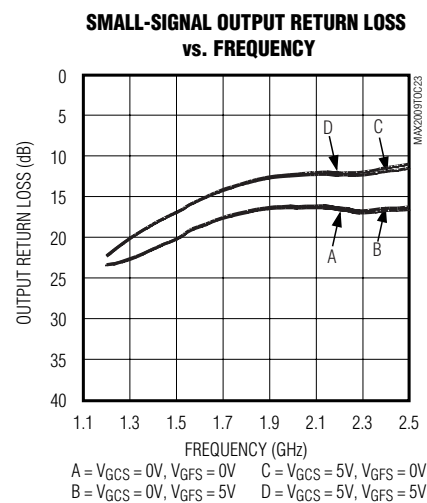
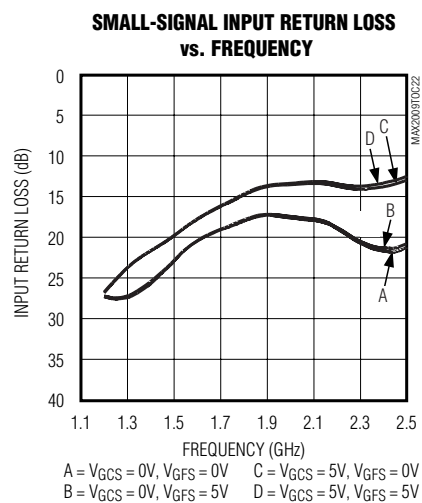
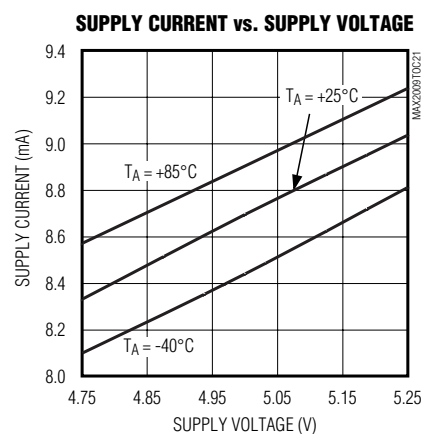
(MAX2009 EV kit, $V_{CCP} = +5.0V$, $P_{IN} = -20dBm$, $V_{PIN} = 0V$, $V_{PF_S1} = +5.0V$, $V_{PDCS1} = V_{PDCS2} = 0V$, $f_{IN} = 2140MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



標準動作特性

Gain Control Section

(MAX2009 EV kit, $V_{CCG} = +5.0V$, $P_{IN} = -20dBm$, $V_{GBP} = +1.2V$, $V_{GFS} = +5.0V$, $V_{GCS} = +1.0V$, $f_{IN} = 2140MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



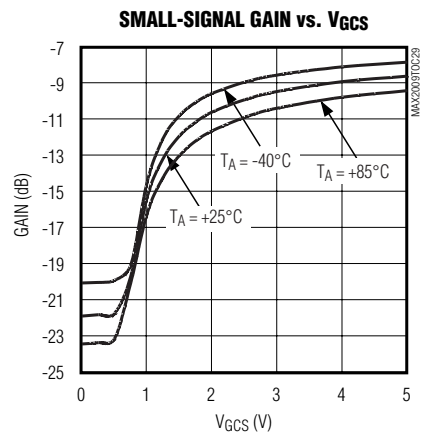
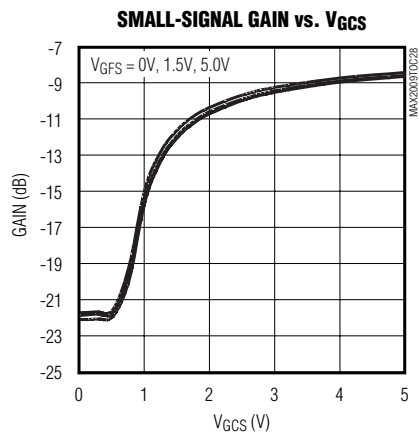
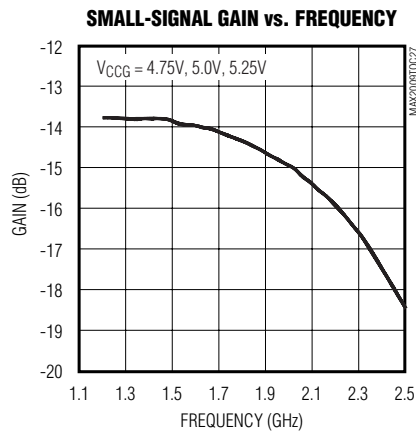
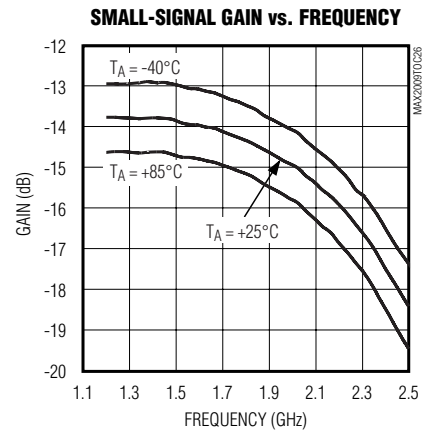
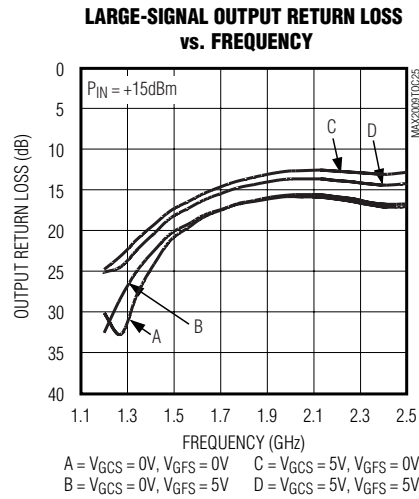
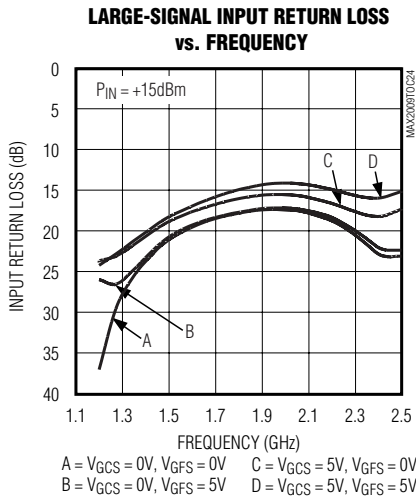
1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

標準動作特性(続き)

Gain Control Section (continued)

(MAX2009 EV kit, $V_{CCG} = +5.0V$, $P_{IN} = -20dBm$, $V_{GBP} = +1.2V$, $V_{GFS} = +5.0V$, $V_{GCS} = +1.0V$, $f_{IN} = 2140MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

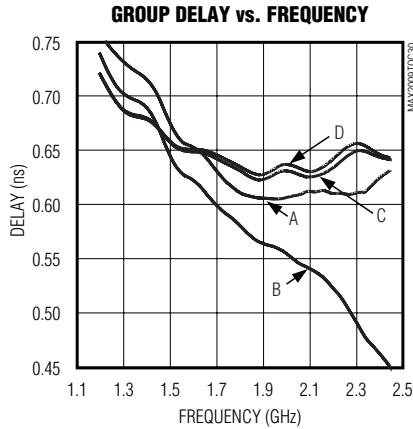


1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

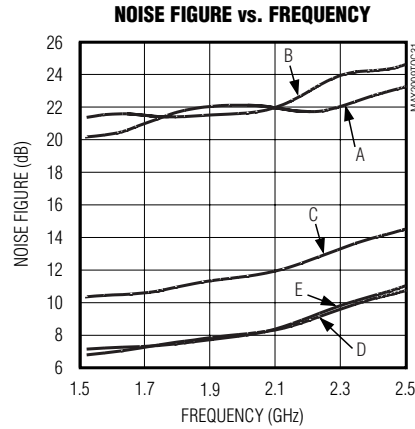
標準動作特性(続き)

Gain Control Section (continued)

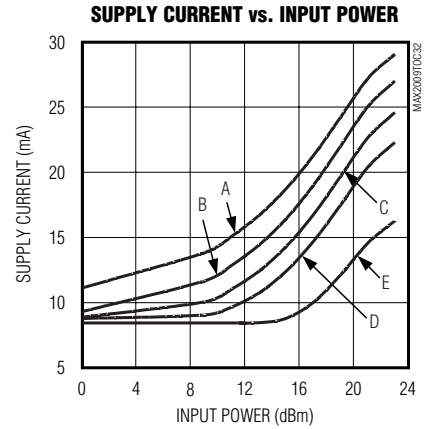
(MAX2009 EV kit, $V_{CCG} = +5.0V$, $P_{IN} = -20dBm$, $V_{GBP} = +1.2V$, $V_{GFS} = +5.0V$, $V_{GCS} = +1.0V$, $f_{IN} = 2140MHz$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



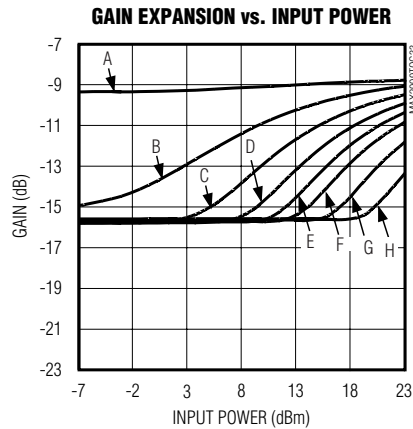
A = $V_{GCS} = 0V$, $V_{GFS} = 0V$ C = $V_{GCS} = 5V$, $V_{GFS} = 0V$
 B = $V_{GCS} = 0V$, $V_{GFS} = 5V$ D = $V_{GCS} = 5V$, $V_{GFS} = 5V$
 INTERCONNECTS DE-EMBEDDED



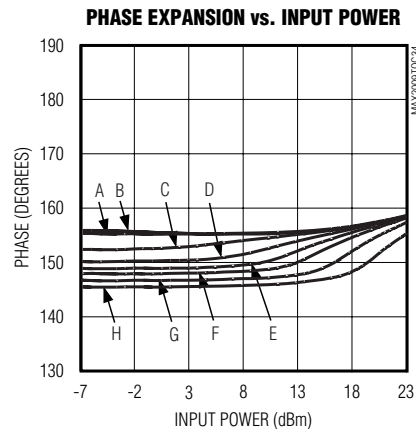
A = $V_{GCS} = 0V$, $V_{GFS} = 0V$ D = $V_{GCS} = 5V$, $V_{GFS} = 0V$
 B = $V_{GCS} = 0V$, $V_{GFS} = 5V$ E = $V_{GCS} = 5V$, $V_{GFS} = 5V$
 C = $V_{GCS} = 1.5V$, $V_{GFS} = 5V$



A = $V_{GBP} = 0V$ D = $V_{GBP} = 1.5V$
 B = $V_{GBP} = 0.5V$ E = $V_{GBP} = 3.0V$
 C = $V_{GBP} = 1.0V$



A = $V_{GBP} = 0V$ E = $V_{GBP} = 2.0V$
 B = $V_{GBP} = 0.5V$ F = $V_{GBP} = 2.5V$
 C = $V_{GBP} = 1.0V$ G = $V_{GBP} = 3.5V$
 D = $V_{GBP} = 1.5V$ H = $V_{GBP} = 5.0V$



A = $V_{GBP} = 0V$ E = $V_{GBP} = 2.0V$
 B = $V_{GBP} = 0.5V$ F = $V_{GBP} = 2.5V$
 C = $V_{GBP} = 1.0V$ G = $V_{GBP} = 3.5V$
 D = $V_{GBP} = 1.5V$ H = $V_{GBP} = 5.0V$

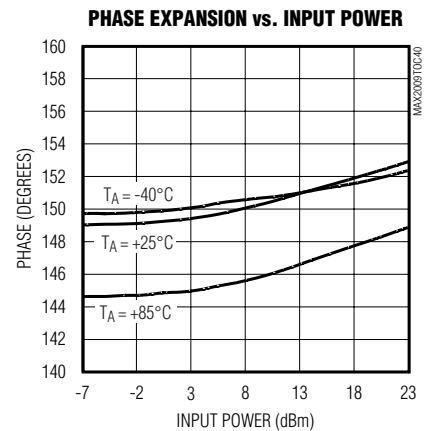
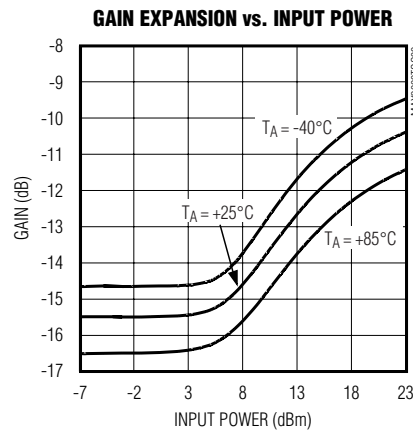
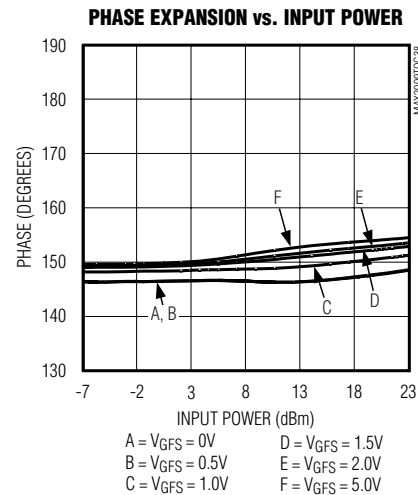
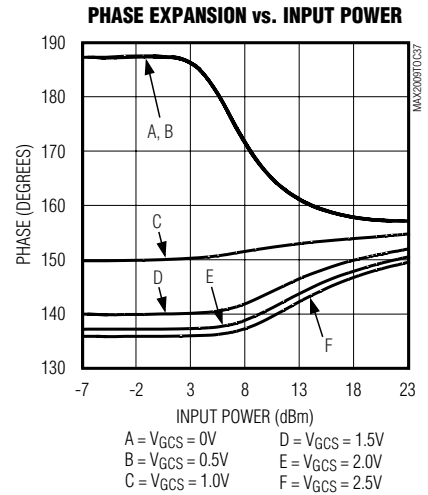
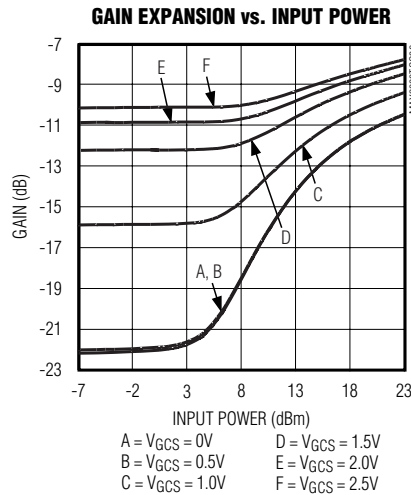
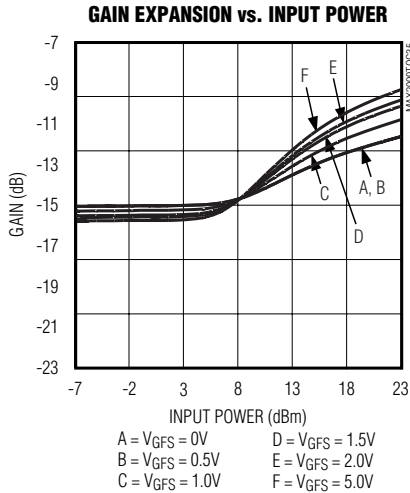
1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

標準動作特性(続き)

Gain Control Section (continued)

(MAX2009 EV kit, $V_{CCG} = +5.0V$, $P_{IN} = -20dBm$, $V_{GBP} = +1.2V$, $V_{GFS} = +5.0V$, $V_{GCS} = +1.0V$, $f_{IN} = 2140MHz$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



1200MHz～2500MHz 可変RFプリディストータ

端子説明

端子	名称	機 能
1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 16, 20, 22, 26, 28	GND	グラウンド。内部でエクスポーズドパッドに接続されています。
3	ING	RF利得入力。INGは、OUTPに接続するか、カップリングコンデンサを取り付けます。INGはOUTGと交換可能です。
6	OUTP	RF位相出力。OUTPは、INGに接続するか、カップリングコンデンサを取り付けます。OUTPはINPと交換可能です。
9	INP	RF位相入力。INPにはカップリングコンデンサを取り付けます。INPはOUTPと交換可能です。
11	PFS1	位相スロープの微調整入力1。標準動作回路をご覧ください。
12	PFS2	位相スロープの微調整入力2。標準動作回路をご覧ください。
13	PDCS1	デジタル設定による位相スロープの粗調整レンジ入力1。論理ゼロとするとスロープがもっとも急峻になります。
14	PDCS2	デジタル設定による位相スロープの粗調整レンジ入力2。論理ゼロとするとスロープがもっとも急峻になります。
15	VCCP	位相コントロール電源電圧。0.01 μ Fのコンデンサにより、デバイスのできるだけ近くでグラウンドにバイパスさせます。位相セクションは、VCCGなしでも動作します。
17	PBIN	位相ブレイクポイントコントロール入力
18	PBEXP	位相伸縮出力。PBEXPをPBRAWに接続すると、PBINがブレイクポイント制御電圧となります。
19	PBRAW	未補償位相ブレイクポイント入力
21	VCCG	利得コントロール電源電圧。0.01 μ Fのコンデンサにより、デバイスのできるだけ近くでグラウンドにバイパスさせます。利得セクションは、VCCPなしでも動作します。
23	GBP	利得ブレイクポイントコントロール入力
24	GFS	利得スロープ微調整入力
25	GCS	利得スロープ粗調整入力
27	OUTG	RF利得出力。OUTGにはカップリングコンデンサを取り付けます。OUTGはINGと交換可能です。
EP	GND	グラウンド用エクスポーズドパッド。EPはグラウンドプレーンに半田付けします。

詳細

MAX2009可変プリディストータは、利得と位相の伸縮を導入することで、PAによる利得と位相の圧縮を補正し、高出力アンプのACPRを最大12dB、改善します。MAX2009では、伸縮の開始点(ブレイクポイント)と伸縮速度(スロープ)を設定するだけの動作と、ソフトウェアによって歪み補正をリアルタイムに調節する動作が可能です。利得と位相のブレイクポイントは、20dBという入力電力レンジのどこかに設定します。

位相伸縮スロープは、0.3°/dB～2.0°/dBの範囲で可変であり、最大で24°の位相伸縮が行えます。利得伸縮スロープは0.1dB/dB～0.6dB/dBの範囲で可変であり、最大で7dBの利得伸縮が行えます。

以下のセクションでは、クラスAアンプに適したチューニング方法を紹介します。アンプの動作クラスが異なる場合、まったく異なった設定方法が必要となる可能性があります。

1200MHz～2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

位相伸縮回路

図1に、入力電力に対するPAの位相挙動を示します。入力電力がブレイクポイントを下回っている間は、位相はほぼ一定となります。入力電力がブレイクポイントを超えると、位相の圧縮が始まり、パワーアンプの線形性が落ちてきます。このAM-PM歪みを補正するため、MAX2009により、同じブレイクポイントと逆スロープを持つ位相伸縮を行います。その結果、最終的な位相応答はフラットになります。

位相伸縮のブレイクポイント

位相伸縮のブレイクポイントの調節は、通常、PBIN端子にデジタルアナログ変換器(DAC)を接続して行います。0V～V_{CC}のPBIN入力電圧が、3.7dBm～23dBmのブレイクポイント入力電力範囲に対応します。最大の効果を得るためには、MAX2009の位相伸縮ブレイクポイントがPAの位相圧縮ブレイクポイントに等しくなるように設定する必要があります。

位相伸縮のスロープ

MAX2009の位相伸縮スロープは、PAの位相圧縮カーブのちょうど逆になるように設定しなければなりません。この設定は、PFS1とPFS2、PDCS1、PDCS2という端子を使って行います。PFS1端子とPFS2端子をAC結合によって可変コンデンサかバラクタダイオードに接続すると、位相伸縮スロープを微調整することが可能になります。このような使い方ではオフチップの

バラクタダイオードが推奨されていますが、特性のそろったバラクタダイオードに等しいバイアスをかけて使う必要があります。*Electrical Characteristics*の表に示した位相スロープ範囲をカバーするためには、有効静電容量が2pF～6pFは必要です。

図2に示すように、PFS1とPFS2に取り付けたバラクタダイオードは、各端子を経由してそれぞれ3つの内部コンデンサに直列接続されることになります。PDCS1端子とPDCS2端子の論理レベルに応じてこの内部コンデンサを接続・切断するため、位相伸縮スロープが大きく変化するので、位相伸縮スロープは、V_{PDCS1}とV_{PDCS2}が両方とも0Vのとき最大となります。位相チューニングを変更しても、小信号の利得に対する影響はほとんどありません。

利得伸縮回路

PAで発生する問題は位相圧縮だけではなく、図3に示すような利得圧縮(AM-AM)歪みもあります。PAの利得カーブは入力電力がブレイクポイント以下ではフラットですが、入力電力がブレイクポイントを超えると一定の比率(スロープ)で圧縮されていきます。この利得圧縮を補償するため、MAX2009により、同じブレイクポイントと逆スロープを持つ利得伸縮を行います。その結果、PA出力における最終的な利得応答はフラットになります。

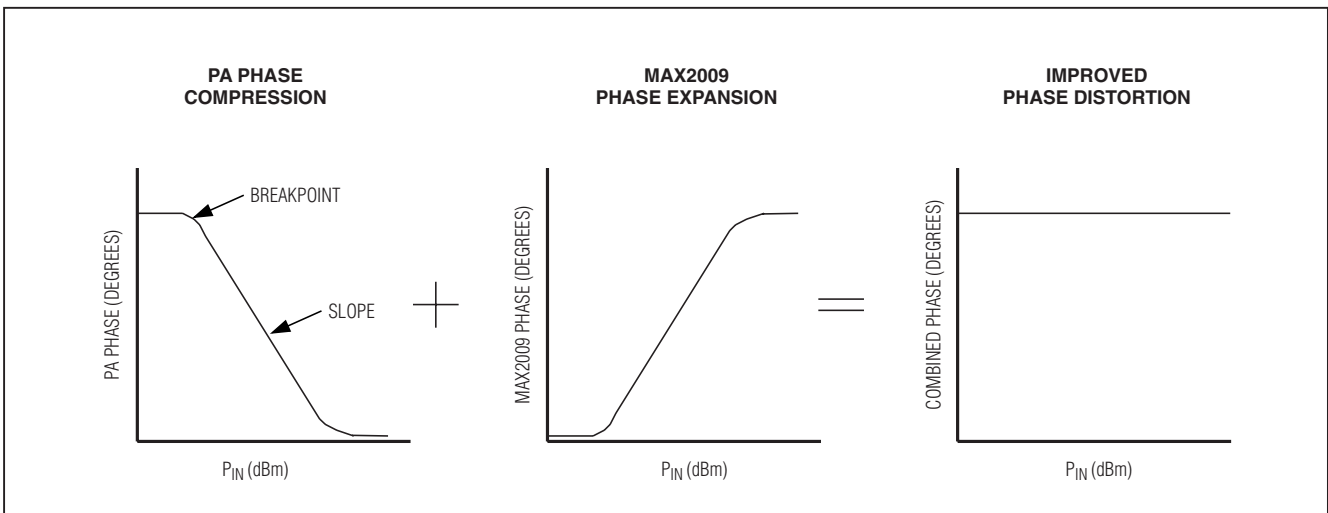


図1. PAによる位相圧縮をMAX2009の位相伸縮でキャンセル

1200MHz～2500MHz 可変RFプリディストータ

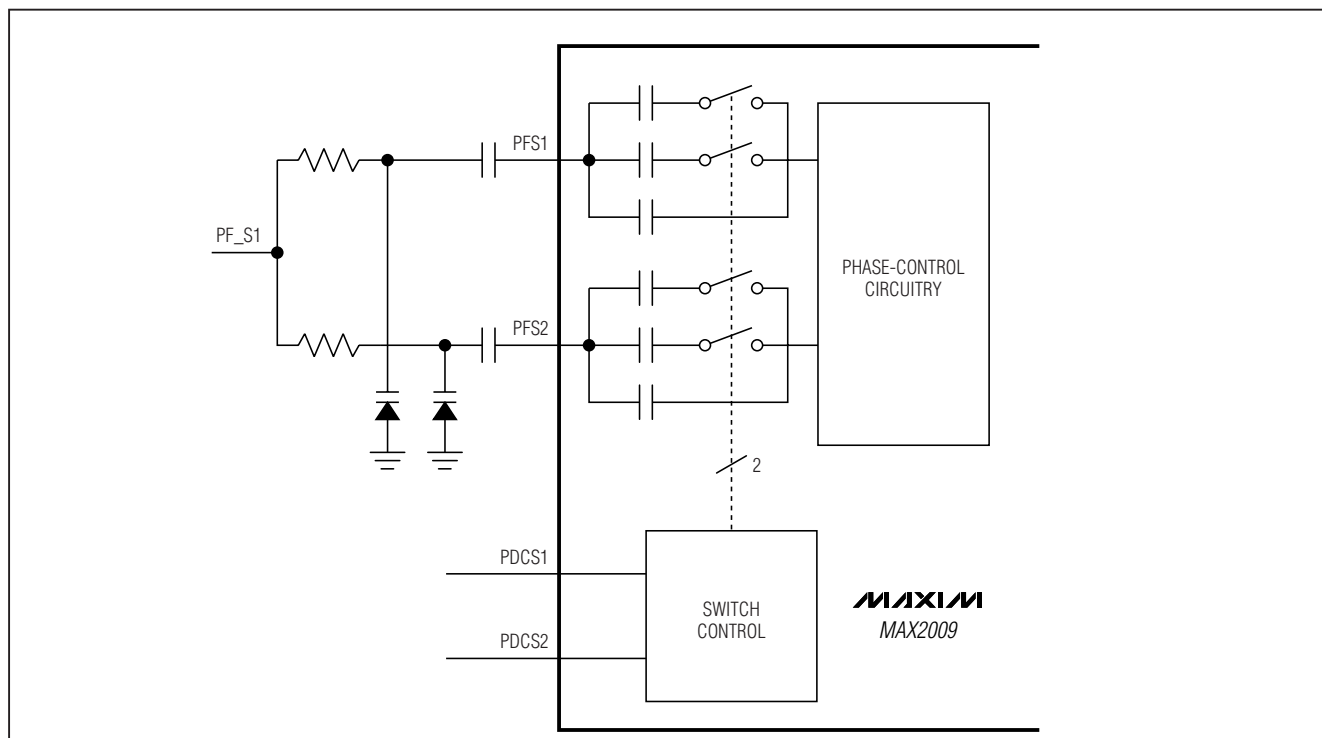


図2. 位相スロープ用内部回路(略図)

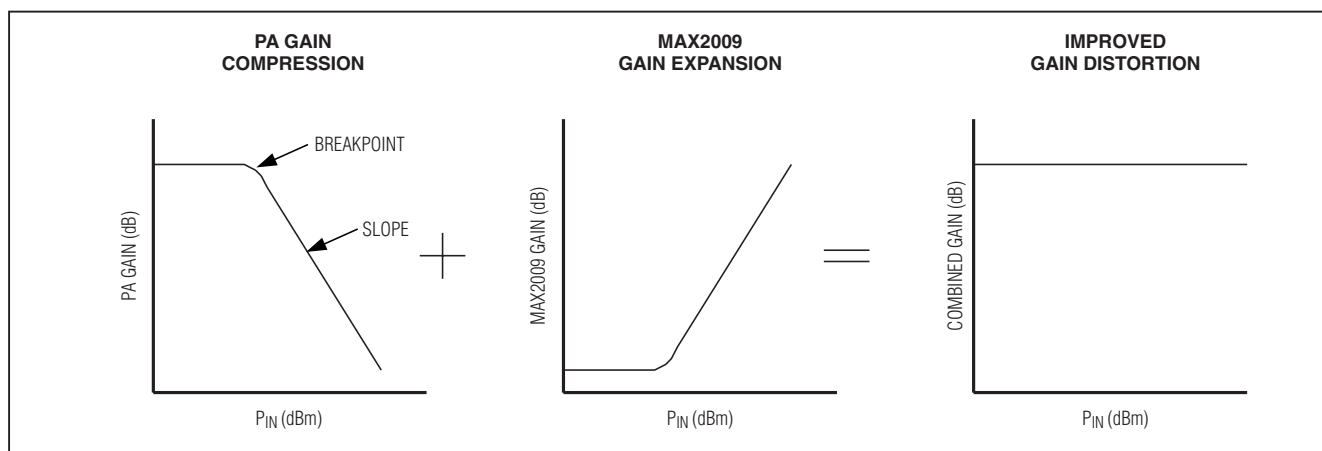


図3. PAによる利得圧縮をMAX2009の利得伸縮でキャンセル

利得伸縮のブレイクポイント

利得伸縮のブレイクポイントの調節は、通常、GBP端子にDACを接続して行います。0.5V～5VのGBP入力電圧が、3dBm～23dBmのブレイクポイント入力電力範囲に対応します。最大の効果を得るためには、MAX2009の利得伸縮ブレイクポイントがPAの利得圧縮ブレイクポイントに等しくなるように設定する必要があります。GBPによる制御を行っても、0.5V～5Vの範囲では、小信号の利得に対する影響はほとんどありません。

利得伸縮のスロープ

PAの利得圧縮を補償するためには、ブレイクポイントを適切に設定するだけでなく、MAX2009の利得伸縮スロープも適切に調節する必要があります。利得伸縮スロープの設定には、次式を用います。

$$\text{MAX2009_SLOPE} = \frac{-\text{PA_SLOPE}}{1 + \text{PA_SLOPE}}$$

ただし、

MAX2009_SLOPEはMAX2009の利得セクションのスロープをdB/dB単位で表したものの

PA_SLOPEはPAの利得スロープをdB/dB単位で表したものの(圧縮挙動はマイナスの数値で表す)

利得伸縮スロープの調整では、GCS端子とGFS端子に加えるバイアス電圧を変化させます。GCSもGFSも入力電圧範囲は0V～V_{CC}であり、この範囲はスロープとして0.1dB/dB～0.6dB/dBほどに相当します。スロープが最大になるのはV_{GCS} = 0V、V_{GFS} = +5Vとしたとき、最小になるのはV_{GCS} = +5V、V_{GFS} = 0Vとしたときです。

GBP端子と異なり、GCS端子に対する利得伸縮スロープバイアスを変更すると挿入損失と雑音指数が変化します。GCS端子によってスロープを小さくすると、挿入損失が改善されるとともに雑音指数が低下します。GFS端子は挿入損失に影響を与えません。GFS端子では、GCS端子によって決定される定格スロープを-30%～+30%の範囲で調節することができます。

GCSバイアスによる調節量を大きくすると、望ましくない(残留)位相伸縮/圧縮挙動が発生することがあります。このような寄生挙動を最小化する最適バイアス電圧というものが存在します(通常はGCS = 1.0V)。最適電圧よりも高い制御電圧を加えると寄生位相展開が、低い制御電圧を加えると寄生位相圧縮が発生します。GFSは位相の挙動に影響を与えないことから、なるべくGFS端子によってスロープ制御を行うべきです。

アプリケーション情報

以下のセクションでは、クラスAアンプに適したチューニング方法を紹介します。アンプの動作クラスが異なる場合、まったく異なった設定方法が必要となる可能性があります。

利得伸縮と位相伸縮の最適化

PAのACPRを改善する場合、まず、位相セクションのAM-PM応答を最適化します。高周波用LDMOSアンプでは、ほとんどのケースで、AM-PM応答を改善するだけでACPRの改善の大半が達成できます。位相チューニング回路の典型例を図4に示します。ネットワークアナライザでパワースweepを行うと、短時間でAM-PM応答のリアルタイムチューニングが行えます。まず、PBINのチューニングを行い、PAの位相圧縮が始まるポイントに位相伸縮の開始点(ブレイクポイント)を設定します。次に、PF_S1とPDCS1、PDCS2という制御端子を調節し、AM-PM応答を最適化します。これらの端子電圧の典型例も、図4に記載してあります。

ACPRをさらに改善するためには、位相出力をプリアンプ経由で利得入力に接続します。プリアンプは、利得セクションが持つ高い挿入損失を補償するためのものです。図5が、MAX2009の位相セクションと利得セクションをカスケード接続し、ACPRをさらに改善する場合の標準動作回路です。まず、位相セクションのチューニングと同じように、GBP端子によって利得伸縮ブレイクポイントをチューニングしてから、GCS端子とGFS端子によって利得伸縮を最適化します。GCSが原因の寄生位相応答を抑えるため、制御電圧をできるだけ1Vに近い値となるようにします。AM-PM応答の再調整が必要な場合もあります。

レイアウトの工夫

高周波回路では、プリント基板の設計がとても重要です。外付部品を最小限に抑えるため、プリント基板自体に若干のインダクタンスやキャパシタンスを持たせ、(MAX2009に対する)入出力VSWRを最適化する設計手法があります。位相セクションのPFS1端子とPFS2端子には、外部寄生に対する感度が高いという性質があります。そのため、トレースをなるべく短くし、端子のできるだけ近くにバラクタダイオードを取り付けます。トレースのこの部分の下にあるグランドプレーンを取り除くと、寄生静電容量をさらに削減することができます。最大の性能を得るには、パッケージ下にあるアースされたEPにグランドピンのトレースを直接接続してしまうことです。デバイスパッケージ下のEPをプリント基板グランドプレーンに均等に半田付けすると、信号のアースをとるとともに放熱経路を作ることができます。

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

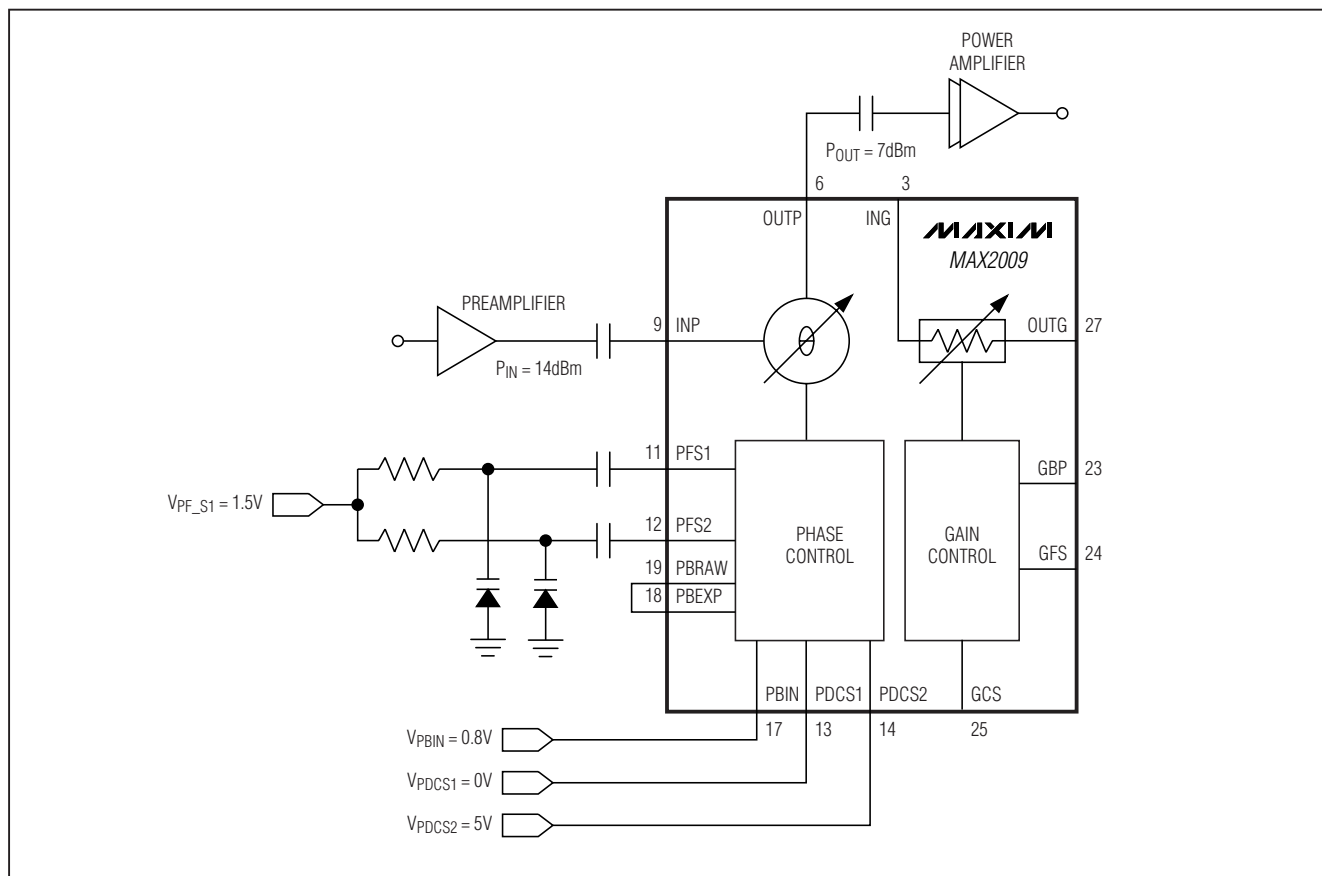


図4. AM-PM応答チューニング回路

電源バイパス

各 V_{CC} 端子を $0.01\mu\text{F}$ のコンデンサでバイパスします。

エクスポーズドパッドRF

MAX2009の28ピン薄型QFN-EPパッケージのエクスポーズドパッド(EP)は、グラウンドへの低インダクタンスパスとして利用します。EPは、必ず、プリント基板のグラウンドプレーンに、直接、あるいはメッキした複数のビアホールを介して半田付けします。

表1. 標準動作回路の回路定数例

DESIGNATION	VALUE	TYPE
C1, C6, C8, C10	$8.2\text{pF} \pm 0.25\text{pF}$	0402 ceramic capacitors
C2, C3	$1.5\text{pF} \pm 0.1\text{pF}$	0402 ceramic capacitors
C4, C5	$0.01\mu\text{F} \pm 10\%$	0603 ceramic capacitors
C7, C9	$0.5\text{pF} \pm 0.1\text{pF}$	0402 ceramic capacitors
R1, R2	$1\text{k}\Omega \pm 5\%$	0402 resistors
VR1, VR2	Skyworks SMV1232-079	Hyperabrupt varactor diodes

1200MHz～2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

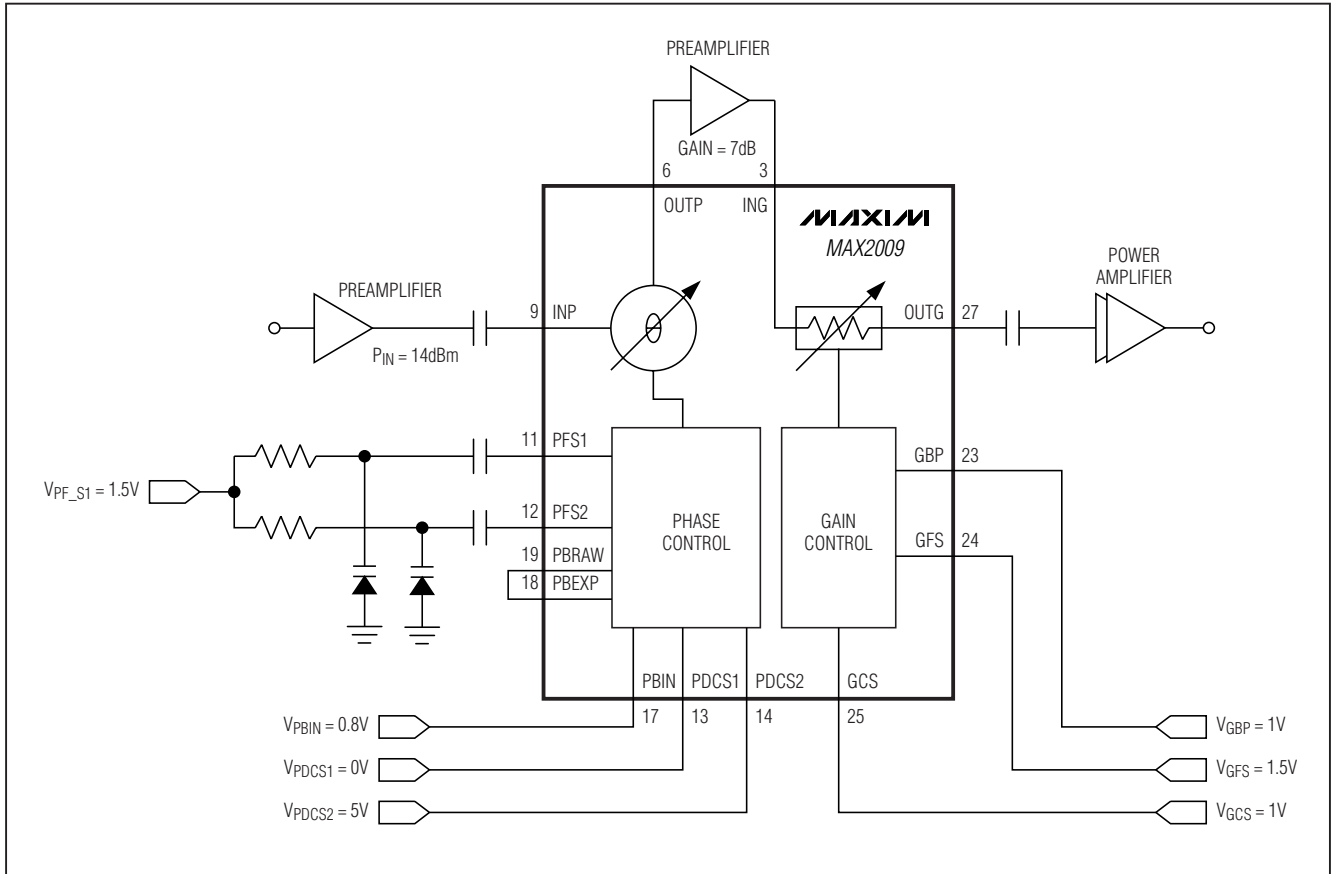


図5. MAX2009による位相と利得の最適化回路

MAX2009

W = 10 mils**
L = 160 mils C6

POWER AMPLIFIER

C7

GND*

OUTG

GND*

GCS

GFS

GBP

GND*

GND*

28 27 26 25 24 23 22

GAIN CONTROL

21 20 19 18 17 16 15

VCCG

GND*

PBRAW

PBEXP

PBIN

GND*

VCCP

C5

C4

OPTIONAL MATCH COMPENSATION*

W = 10 mils**
L = 160 mils C8

C9

C10

PREAMPLIFIER

GND*

GND*

ING

GND*

GND*

OUTP

GND*

1 2 3 4 5 6 7

MAXIM
MAX2009

PHASE CONTROL

8 9 10 11 12 13 14

GND*

INP

GND*

PFS1

PFS2

PDCS1

PDCS2

C1

PREAMPLIFIER

C2

C3

R2

R1

VR1

VR2

CONTROL UNIT

*INTERNALLY CONNECTED TO EXPOSED GROUND PADDLE.
**FR4 0.015in THICK DIELECTRIC.

PROCESS: BiCMOS

MAX 2009

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.