

LMV242x 450MHz～2GHz 対応、50dB 対数 RF パワー検出器 (PA 制御出力付き)

1 特長

- 450MHz～2GHz 動作
- 50dB ログ RF 検出器
- 統合型ランプ フィルタ
- 外部ループ補償オプション
- 高精度の温度補償
- R_X スロットでの省電力のためのシャットダウン モード
- GPRS 準拠
- InGaP HBT、バイポーラ テクノロジーのサポート
- WSON パッケージ: 3mm × 3mm

2 アプリケーション

- GSM、GPRS、TDMA、TD-SCDMA 携帯電話
- パルス RF 制御
- ワイヤレス LAN
- GSM および GPRS パワー アンプ モジュール
- 送信モジュール

3 説明

LMV2421 および LMV242 (LMV242x) は、シングル出力およびデュアル出力のパワーアンプ (PA) コントローラです。これらのデバイスは、RF PA 制御用の RF 送信電力制御ループ内や、GSM および GPRS 携帯電話での使用を想定しています。LMV242x は、InGaP、HBT、バイポーラ型パワー アンプを含む、すべての単一電源パワー アンプに対応しています。このデバイスは、2.6V ～ 5.5V の単一電源電圧で動作します。

LMV2421 PA コントローラには、対数 RF 検出器、ランプ フィルタ、およびエラー アンプとして機能する出力ドライバが含まれています。

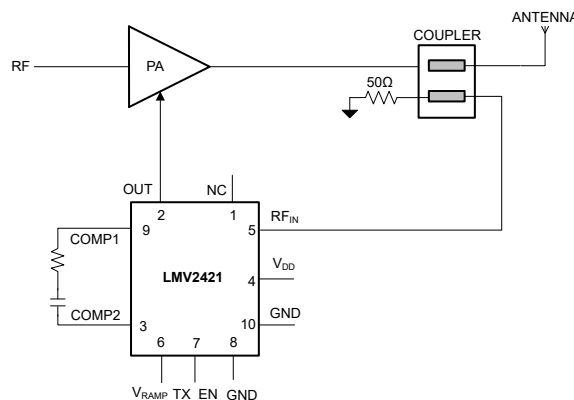
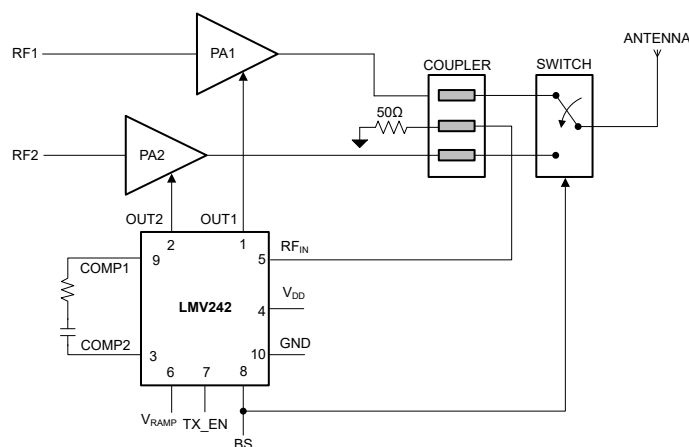
デュアル出力 LMV242 には 2 つの異なる PA を制御する選択可能な出力ドライバが内蔵されています。LMV2421 の入力インターフェイスは、アナログ入力 2 系統とデジタル入力 1 系統で構成されています。LMV242 はデジタル入力が 2 系統です。アナログ入力は RF 入力とランプ電圧入力です。デジタル入力は、シャットダウン/送信イネーブルおよび帯域選択 (LMV242 のみ) の機能を実行します。LMV242x は、TX_EN = High のときアクティブです。TX_EN = Low のとき、デバイスは低消費電力のシャットダウン モードに入ります。シャットダウン中、出力は最小出力電圧まで Low にプルされます。バンド選択 (LMV242 のみ) 機能により、BS = High のときは OUT1、BS = Low のときは OUT2 の出力のいずれかがイネーブルになります。イネーブルになっていない出力は、最小出力電圧まで Low にプルされます。個々の PA 特性は、ユーザーが選択可能な外部 RC の組み合わせによって対応します。

LMV242x は、10 ピン WSON パッケージで提供されています。LMV242x は、占有面積の小さい PA モジュール システムに最適です。

製品情報

部品番号	チャンネル数	パッケージ ⁽¹⁾
LMV2421	シングル	NGY (WSON, 10)
LMV242	デュアル	3mm × 3mm ⁽²⁾

- (1) 詳細については、[セクション 10](#) を参照してください。
- (2) パッケージサイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンを含みます。



代表的なアプリケーション



目次

1 特長.....	1	6.1 機能ブロック図.....	12
2 アプリケーション.....	1	7 アプリケーションと実装.....	13
3 説明.....	1	7.1 アプリケーション情報.....	13
4 ピン構成および機能.....	3	7.2 代表的なアプリケーション.....	17
5 仕様.....	4	8 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	18
5.1 絶対最大定格.....	4	8.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	18
5.2 推奨動作条件.....	4	8.2 サポート・リソース.....	18
5.3 2.6V における電気的特性.....	4	8.3 商標.....	18
5.4 5V における電気的特性.....	5	8.4 静電気放電に関する注意事項.....	18
5.5 タイミング図.....	7	8.5 用語集.....	18
5.6 代表的特性.....	8	9 改訂履歴.....	18
6 詳細説明.....	12	10 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	18

4 ピン構成および機能

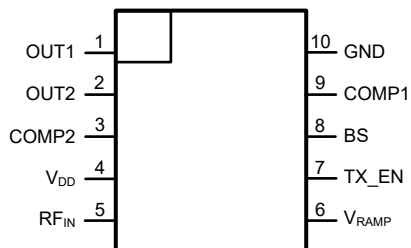


図 4-1. LMV242 : NGY パッケージ、WSON-10
(上面図)

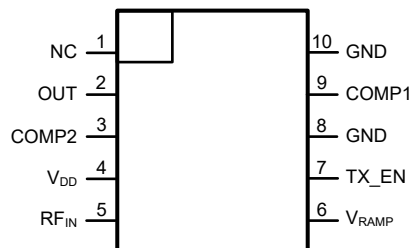


図 4-2. LMV2421 : NGY パッケージ、WSON-10
(上面図)

表 4-1. ピンの機能

名称	ピン		種類 ⁽¹⁾	説明
	LMV242	LMV2421		
BS	8	—	デジタル入力 ⁽²⁾	シュミットトリガ付き帯域選択ピン。BS = H のときはチャンネル 1 (OUT1) が選択され、BS が L のときはチャンネル 2 (OUT2) が選択されます。
COMP1	9	9	補償	COMP1 ピンと COMP2 ピンの間に外部 RC ネットワークを接続することで、ループ全体の補償と閉ループの周波数応答の制御を行います。このネットワークの選定には、ボード線図など、従来のループ安定化手法を使用できます。RC の組み合わせの適切な開始値は、C = 68pF、R = 0Ω です。
COMP2	3	3	補償	周波数補償ピン。BS 信号 (LMV242 のみ) は、このピンを OUT1 または OUT2 のいずれかに切り替えます。
GND	10	8、10	グラウンド	電源グラウンド
NC	—	1	—	接続なし。このピンはフローティングのままにしてください。
OUT	—	2	出力	このピンは PA に接続されています。
OUT1	1	—	出力	このピンは、チャンネル 1 またはチャンネル 2 の PA に接続されます。
OUT2	2	—	出力	このピンは、チャンネル 1 またはチャンネル 2 の PA に接続されます。
RF _{IN} ⁽³⁾	5	5	アナログ入力	PA およびアンテナの RF 出力レベルを検出するために、カプラ出力に、必要に応じて減衰器を介して接続される RF 入力です。
TX_EN	7	7	デジタル入力 ⁽²⁾	シュミットトリガ論理入力。Low レベル (L) にすると、バッテリー節約のためにチップ全体の動作が停止します。High にすると、チップがイネーブルになります。
V _{DD}	4	4	電源	正電源電圧
V _{RAMP} ⁽³⁾	6	6	アナログ入力	RF 出力電力レベルを設定します。有効な入力電圧範囲は 0.2V から 1.8V ですが、0V から V _{DD} までの電圧も許容されています。

(1) すべての入力と出力は GND (ピン 10) を基準としています。

(2) デジタル入力の場合、Low は 0.8V 未満、High は 1.8V 超です。

(3) RF 電力検出は LMV242x 内部で行われます。必要に応じて追加の減衰器を備えた RF パワー カプラを使用します。

5 仕様

5.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) ⁽¹⁾

		値
電源電圧	$V_{DD} - GND$	最大 6.5V
ESD 耐性 ⁽²⁾	人体モデル	2kV
	マシン モデル	200V
保存温度		-65°C ~ +150°C
接合部温度 ⁽³⁾		150°C 最大
取り付け温度	赤外線または対流 (20s)	235°C

(1) 絶対最大定格は、それらを超えるとデバイスに損傷を与える可能性がある制限値を示します。推奨動作条件は、デバイスが機能することを意図した条件を示しますが、特定の性能が保証されるものではありません。仕様およびテスト条件については、[セクション 5.3](#) を参照してください。

(2) 人体モデル: 1.5kΩ を 100pF と直列に接続します。

(3) 最大消費電力は $T_{J(MAX)}$ 、 θ_{JA} 、 T_A の関数となります。最大許容消費電力と周囲温度との関係式は、 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / \theta_{JA}$ です。すべての数値は、プリント基板 (PCB) に直接半田付けするパッケージに適用されます。

5.2 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) ⁽¹⁾

		値
電源電圧		2.6V ~ 5.5V
動作温度		-40°C ~ +85°C
V_{RAMP} 電圧		0V ~ 2V
RF 周波数		450MHz ~ 2GHz

(1) 絶対最大定格は、それらを超えるとデバイスに損傷を与える可能性がある制限値を示します。推奨動作条件は、デバイスが機能することを意図した条件を示しますが、特定の性能が保証されるものではありません。仕様およびテスト条件については、[セクション 5.3](#) を参照してください。

5.3 2.6V における電気的特性

$T_J = 25^\circ\text{C}$ および $V_{DD} = 2.6\text{V}$ で規定されているすべての制限値 (特に記述のない限り)。太字の制限値は全温度範囲に適用されます⁽¹⁾

パラメータ		条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{DD}	電源電流	$V_{OUT} = (V_{DD} - GND) / 2$		6.9	9 12	mA
		シャットダウン時 ($TX_EN = 0V$) $V_{OUT} = (V_{DD} - GND) / 2$		0.2	30	μA
V_{HIGH}	電源オン制御用のロジックレベル	⁽²⁾ を参照	1.8			V
V_{LOW}	消費電力をディスエーブルにするロジックレベル	⁽²⁾ を参照			0.8	V
T_{ON}	シャットダウンからのターンオン時間			3.6	6	μs
I_{EN} 、 I_{BS}	TX_EN と BS ピンへの電流			0.03	5	μA
ランプ アンプ						
V_{RD}	V_{RAMP} デッドバンド		155	206	265	mV
$1/R_{RAMP}$	相互コンダクタンス	⁽³⁾ を参照	70	96	120	μA/V
$I_{OUT RAMP}$	ランプ アンプ出力電流	$V_{RAMP} = 2V$	100	162		μA
RF 入力						
P_{IN}	RF 入力電力範囲 ⁽⁴⁾	COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF		-50 0		dBm
				-63 -13		dBV

5.3 2.6V における電気的特性 (続き)

$T_J = 25^\circ\text{C}$ および $V_{DD} = 2.6\text{V}$ で規定されているすべての制限値 (特に記述のない限り)。太字の制限値は全温度範囲に適用されます⁽¹⁾

パラメータ	条件	最小値	標準値	最大値	単位
対数スロープ ⁽⁵⁾	900MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に $20\text{k}\Omega \parallel 68\text{pF}$		-1.74		$\mu\text{A}/\text{dB}$
	1800MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に $20\text{k}\Omega \parallel 68\text{pF}$		-1.62		
	1900MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に $20\text{k}\Omega \parallel 68\text{pF}$		-1.60		
	2000MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に $20\text{k}\Omega \parallel 68\text{pF}$		-1.59		
対数インターセプト ⁽⁵⁾	900MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に $20\text{k}\Omega \parallel 68\text{pF}$		-50.4		dBm
	1800MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に $20\text{k}\Omega \parallel 68\text{pF}$		-52.3		
	1900MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に $20\text{k}\Omega \parallel 68\text{pF}$		-51.9		
	2000MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に $20\text{k}\Omega \parallel 68\text{pF}$		-52.3		
R_{IN}	DC 抵抗	(3) を参照	55.7		Ω
エラー アンプ					
GBW	ゲイン帯域幅積	(3) を参照	5.1		MHz
V_O	レールからの出力スイング	正電源レール側から、ソース動作時、 $I_O = 7\text{mA}$	47	90 115	mV
		負のレール シンクから 、 $I_O = -7\text{mA}$	52	90 115	
I_O	出力短絡電流 ⁽⁶⁾	ソース、 $V_O = 2.4\text{V}$	10	29.5	mA
		シンク、 $V_O = 0.2\text{V}$	10	27.1	
e_n	出力換算ノイズ	$f_{\text{MEASURE}} = 10\text{kHz}$ 、 RF 入力 = 1800MHz、-10dBm、COMP1 と COMP2 の間に $20\text{k}\Omega \parallel 68\text{pF}$ を接続、 $V_{OUT} = 1.4\text{V}$ (V_{RAMP} による設定) ⁽³⁾	700		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
SR	スルー レート		2.1	4.4	V/ μs

- (1) 電気的特性の値は、記載温度における工場出荷試験条件にのみ適用されます。工場試験条件で生ずる自己発熱は、 $T_J = T_A$ となる程度にきわめてわずかです。「電気的特性」には、自己発熱により $T_J > T_A$ となる条件下で保証されるパラメータ性能値は指定されていません。
- (2) すべての規格値は設計または統計解析により規定されています。
- (3) 代表値は、最も可能性の高いパラメータの標準値を表します。
- (4) インピーダンスが 50Ω の場合、dBV での電力値は dBm に 13 を加えたものになります。
- (5) グラフ V_{OUT} と RF 入力電力の関係から計算される勾配およびインターセプトです。ここでは、電圧を $20\text{k}\Omega$ で除算して電流が得られます。
- (6) 出力は内部で短絡保護されていません。過熱や破損、信頼性の低下を防ぐためには、外部による保護が必要です。

5.4 5V における電気的特性

$T_J = 25^\circ\text{C}$ および $V_{DD} = 5\text{V}$ で規定されているすべての制限値 (特に記述のない限り)。太字の制限値は全温度範囲に適用されます⁽¹⁾。

記号	パラメータ	条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{DD}	電源電流	$V_{OUT} = (V_{DD} - \text{GND}) / 2$		7.8	12 15	mA
		シャットダウン時 ($\text{TX_EN} = 0\text{V}$) $V_{OUT} = (V_{DD} - \text{GND}) / 2$		0.4	30	
V_{HIGH}	電源オン制御用のロジックレベル	(2) を参照	1.8			V
V_{LOW}	消費電力をディスエーブルにするロジックレベル	(2) を参照			0.8	V
T_{ON}	シャットダウンからのターンオン時間			1.5	6	μs
I_{EN} 、 I_{BS}	TX_EN と BS ピンへの電流			0.03	5	μA

5.4 5V における電気的特性 (続き)

$T_J = 25^\circ\text{C}$ および $V_{DD} = 5\text{V}$ で規定されているすべての制限値 (特に記述のない限り)。太字の制限値は全温度範囲に適用されます (1)。

記号	パラメータ	条件	最小値	標準値	最大値	単位
ランプ アンプ						
V _{RD}	V _{RAMP} デッドバンド		155	206	265	mV
1/R _{RAMP}	相互コンダクタンス	(3) を参照	70	96	120	μA/V
I _{OUT RAMP}	ランプ アンプ出力電流	V _{RAMP} = 2V	100	168		μA
RF 入力						
P _{IN}	RF 入力電力範囲 (4)	COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF	-50 0			dBm
			-63 -13			dBV
	対数スロープ(5)	900MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF	-1.79			μA/dB
		1800MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF	-1.69			
		1900MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF	-1.67			
		2000MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF	-1.65			
	対数インターセプト(5)	900MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF	-50.2			dBm
		1800MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF	-52.5			
		1900MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF	-52.5			
		2000MHz 時、COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF	-52.9			
R _{IN}	DC 抵抗	(3) を参照	55.7			Ω
エラー アンプ						
GBW	ゲイン帯域幅積	(3) を参照	5.7			MHz
V _O	レールからの出力サイン	正電源レール側から、ソース動作時、 I _O = 7mA	31	80 105		mV
		負のレール シンクから 、I _O = -7mA	35	80 105		
I _O	出力短絡検出電流 (6)	ソース、V _O = 4.8V	15	31.5		mA
		シンク、V _O = 0.2V	15	31.5		
e _n	出力換算ノイズ	f _{MEASURE} = 10kHz、 RF 入力 = 1800MHz、-10dBm、COMP1 と COMP2 の間に 20kΩ 68pF を接続、V _{OUT} = 1.4V (V _{RAMP} による設定)(3)	770			nV/√Hz
SR	スルー レート		2.5	4.9		V/μs

- (1) 電気的特性の値は、記載温度における工場出荷試験条件にのみ適用されます。工場試験条件で生ずる自己発熱は、 $T_J = T_A$ となる程度にきわめてわずかです。「電気的特性」には、自己発熱により $T_J > T_A$ となる条件下で保証されるパラメータ性能値は指定されていません。
- (2) すべての規格値は設計または統計解析により規定されています。
- (3) 代表値は、最も可能性の高いパラメータの標準値を表します。
- (4) インピーダンスが 50Ω の場合、dBV での電力値は dBm に 13 を加えたものになります。
- (5) グラフ V_{OUT} と RF 入力電力の関係から計算される勾配およびインターセプトです。ここでは、電圧を $20\text{k}\Omega$ で除算して電流が得られます。
- (6) 出力は内部で短絡保護されていません。過熱や破損、信頼性の低下を防ぐためには、外部による保護が必要です。

5.5 タイミング図

GSM のタイムマスク規格を満たすためには、制御信号と RF 信号の間の適切なタイミングが不可欠です。仕様に従って、PA の RF 出力電力は、最小のオーバーシュートで **28 μ s** 内まで上昇する必要があります。これを実現するためには、ベースバンドからの RF 信号と同時に PA コントローラの出力をランプさせます。ランプ信号はコントローラの出力を所定の値に設定しますが、この出力値に到達するまでループには一定の時間が必要です。そのため、所望の出力値に到達する少し前に **V_{RAMP}** ピンを希望する値に設定します。必要な時間は、セットアップや使用する PA によって異なります。コントローラのシャットダウン機能を使用する場合は、ランプ信号を High にする約 **6 μ s** 前にシャットダウン信号を High に設定します。

制御ループは、以下の変数で構成できます：

- TX_EN イベントと GSM バースト開始のリードタイム
- V_{RAMP} と GSM バースト開始までのリードタイム
- ランプ プロファイル
- ループ補償

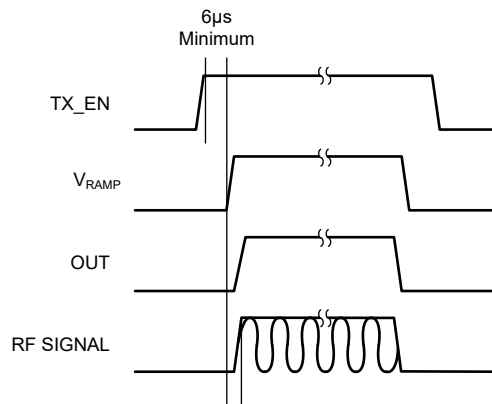


図 5-1. タイミング V_{RAMP} と RF 信号の関係

5.6 代表的特性

$V_{DD} = 2.6V$ および $T_J = 25^\circ C$ の場合 (特に記載のない限り)

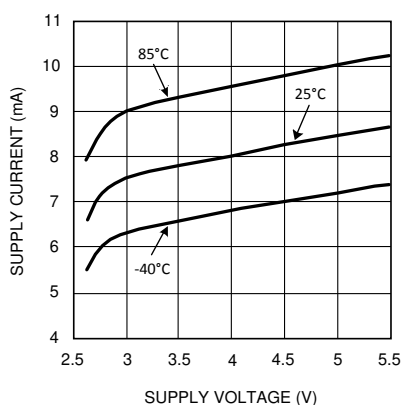


図 5-2. 電源電流と電源電圧との関係

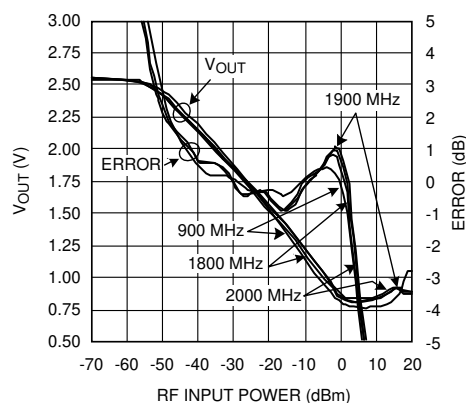


図 5-3. V_{OUT} および対数特性と RF 入力電力の関係

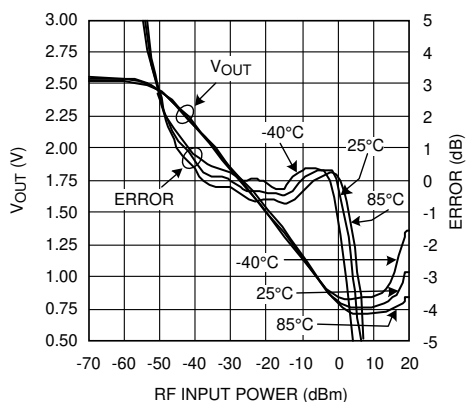


図 5-4. 900MHz 時の V_{OUT} および対数特性と RF 入力電力の関係

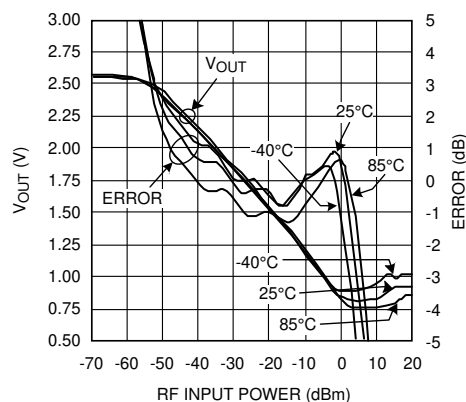


図 5-5. 1800MHz 時の V_{OUT} および対数特性と RF 入力電力の関係

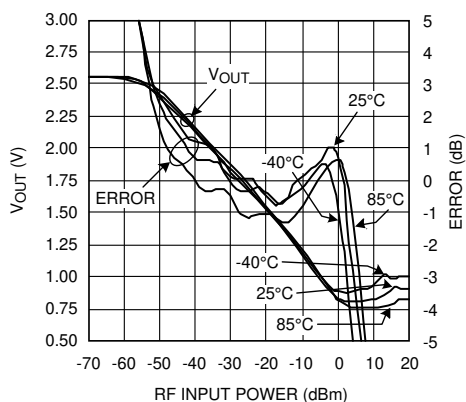


図 5-6. 1900MHz 時の V_{OUT} および対数特性と RF 入力電力の関係

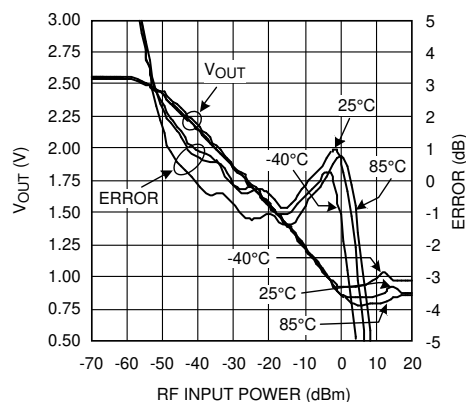


図 5-7. 2000MHz 時の V_{OUT} および対数特性と RF 入力電力の関係

5.6 代表的特性 (続き)

$V_{DD} = 2.6V$ および $T_J = 25^\circ C$ の場合 (特に記載のない限り)

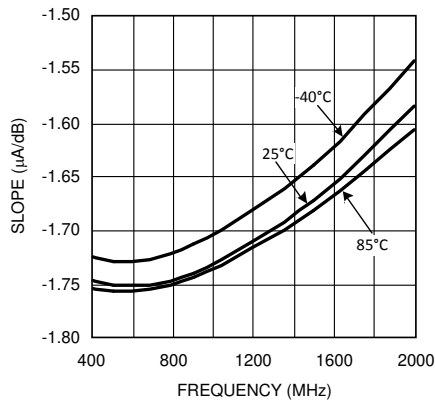


図 5-8. 対数勾配と周波数との関係

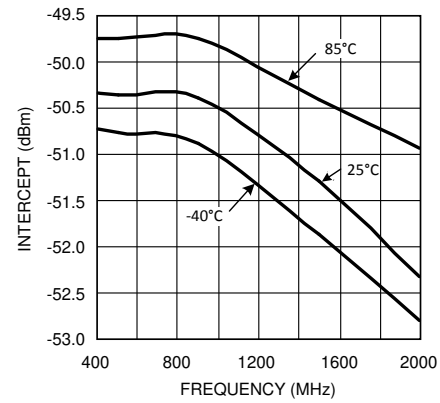


図 5-9. 対数インターセプトと周波数との関係

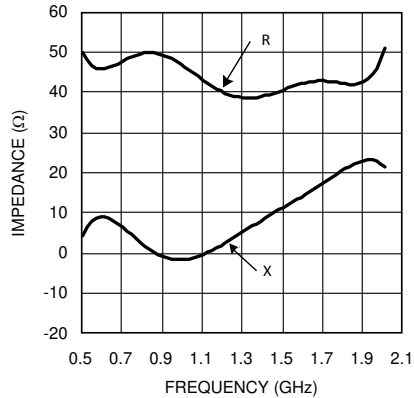


図 5-10. 抵抗成分およびリアクタンスにおける周波数と RF 入力インピーダンスとの関係

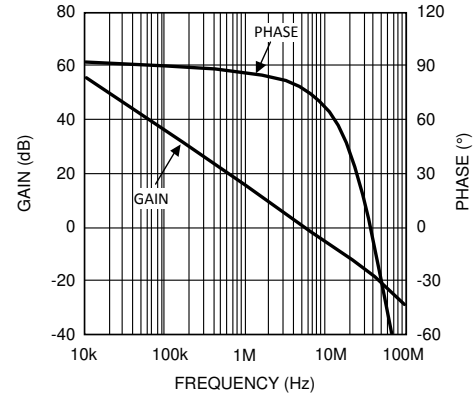


図 5-11. ゲインおよび位相と周波数との関係

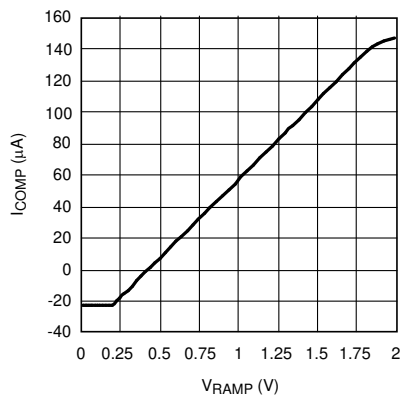


図 5-12. I_{COMP} と V_{RAMP} との関係

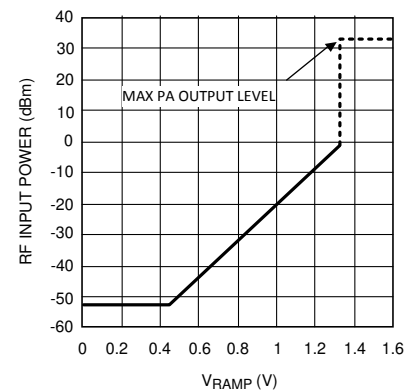


図 5-13. P_{IN} と V_{RAMP} との関係

5.6 代表的特性 (続き)

$V_{DD} = 2.6V$ および $T_J = 25^\circ C$ の場合 (特に記載のない限り)

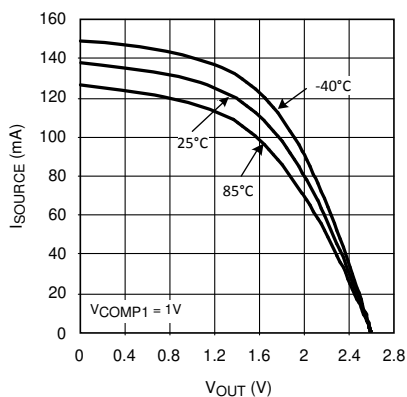


図 5-14. ソース電流と出力電圧との関係

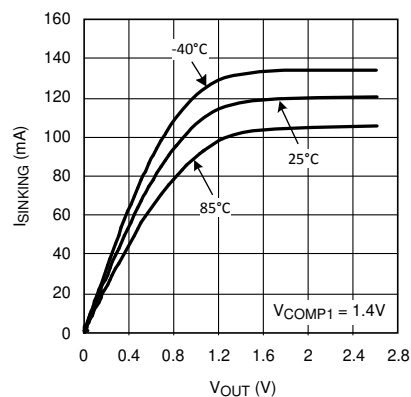


図 5-15. シンク電流と出力電圧との関係

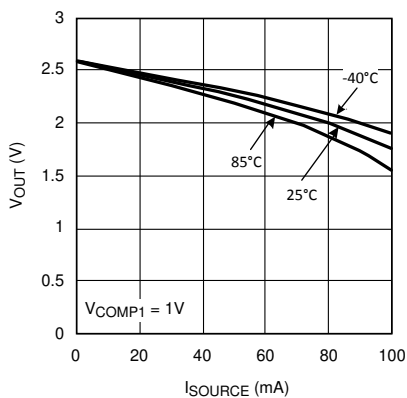


図 5-16. 出力電圧とソース電流との関係

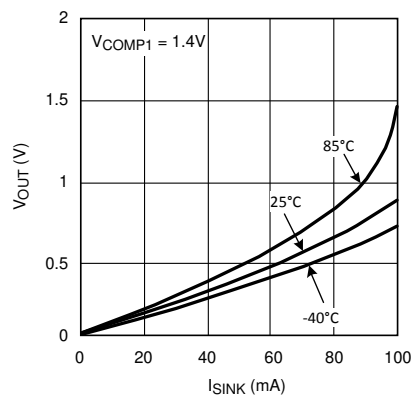
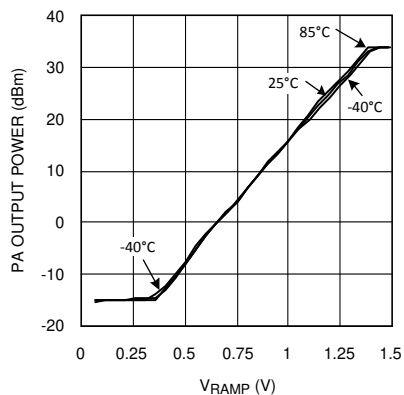
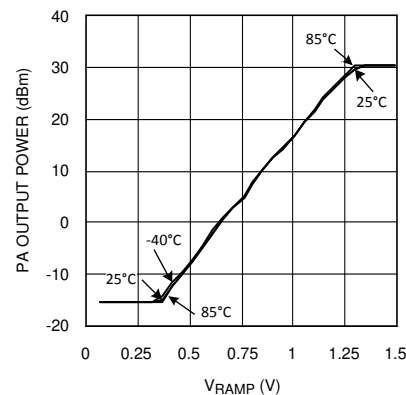


図 5-17. デ出力電圧とシンク電流との関係



PA 出力と RF_{IN} 間の減衰の構成については、[セクション 7.1.3](#) を参照してください

図 5-18. GSM 900MHz バンドでの 閉ループ P_{OUT} (PA) と V_{RAMP} との関係

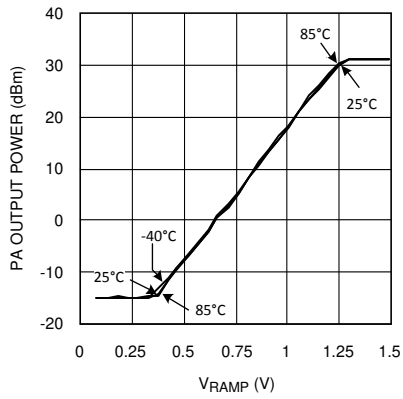


PA 出力と RF_{IN} 間の減衰の構成については、[セクション 7.1.3](#) を参照してください

図 5-19. DCS 1800MHz バンドでの 閉ループ P_{OUT} (PA) と V_{RAMP} との関係

5.6 代表的特性 (続き)

$V_{DD} = 2.6V$ および $T_J = 25^\circ C$ の場合 (特に記載のない限り)



PA 出力と RF_{IN} 間の減衰の構成については、[セクション 7.1.3](#) を参照してください

図 5-20. PCS 1900MHz バンドでの 閉ループ P_{OUT} (PA) と V_{RAMP} との関係

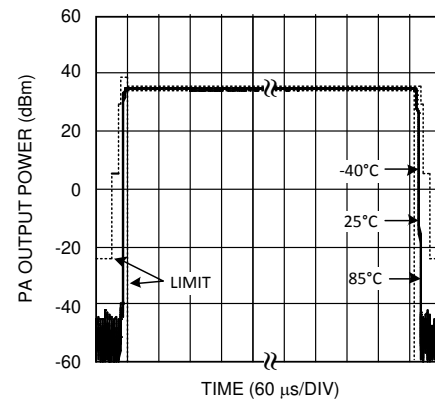


図 5-21. 閉ループ GSM - 900MHz バンド

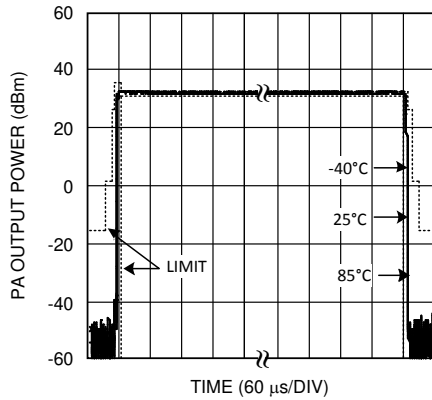


図 5-22. 閉ループ DCS - 1800MHz バンド

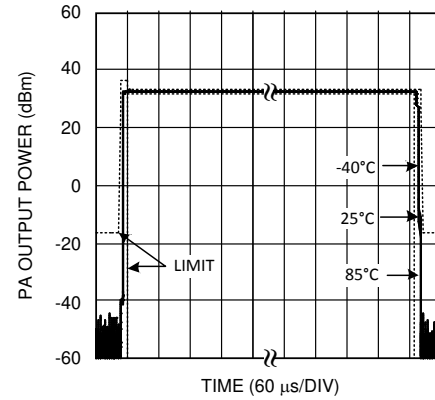


図 5-23. 閉ループ PCS - 1900MHz バンド

6 詳細説明

6.1 機能ブロック図

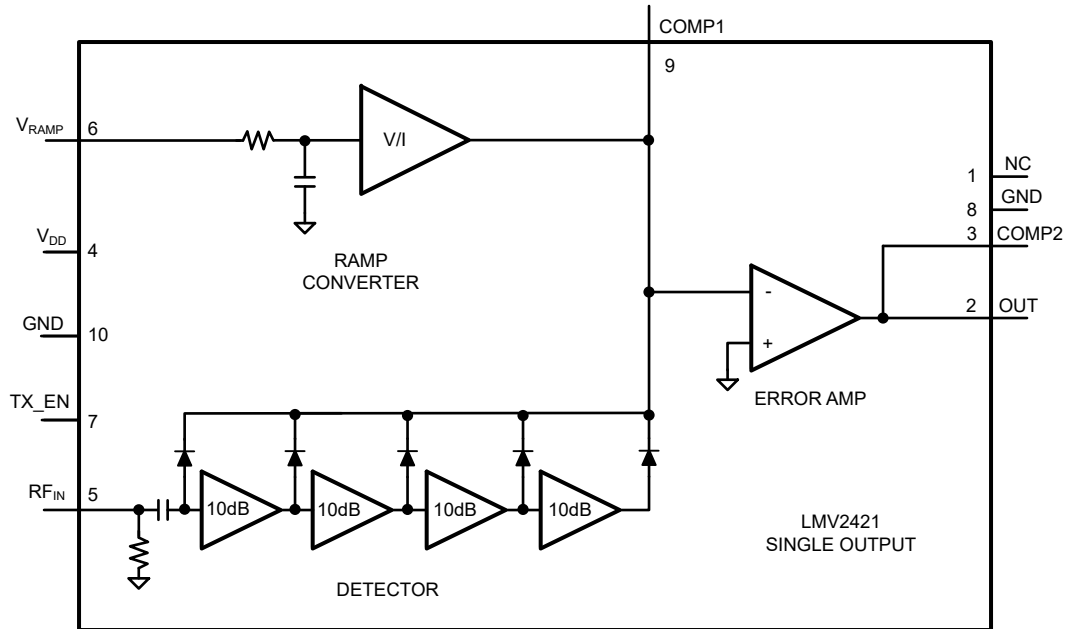


図 6-1. LMV2421

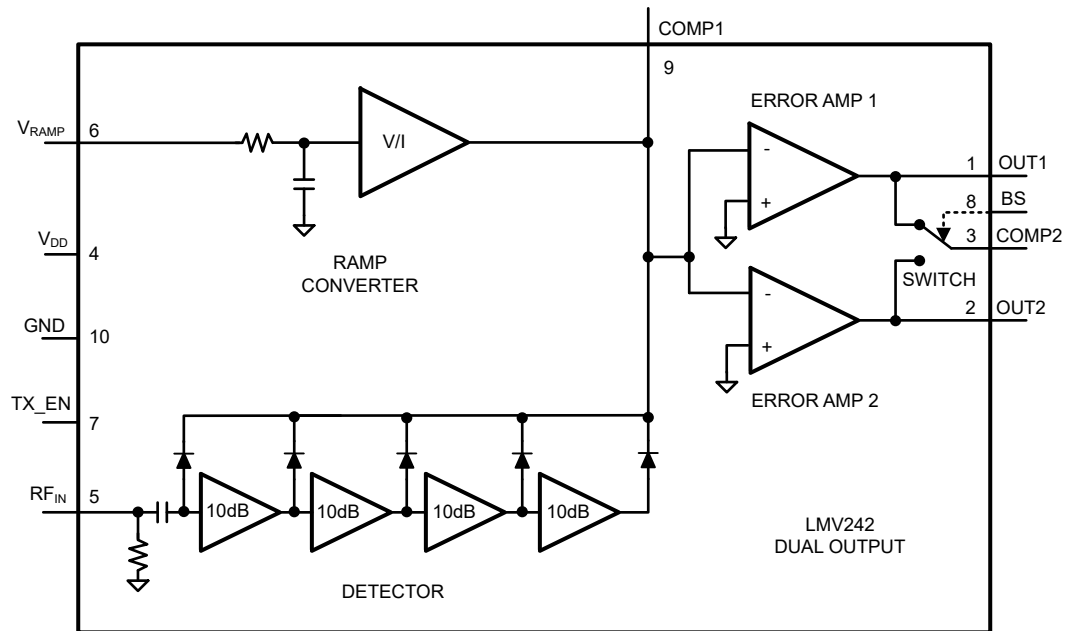


図 6-2. LMV242

7 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

7.1 アプリケーション情報

7.1.1 電力制御の原理

LMV242x は、TI のクアッドバンド TDMA および GSM システム向け RF パワー検出器兼 PA コントローラ ファミリの製品です。[セクション 7.2](#) は、LMV242 を用いて RF パワー アンプ (PA) を中心にクアッドバンド設計例を実装するための基本的なアプローチを示しています。LMV242x は 50dB の対数 RF 検出器を内蔵しており、方向性カプラと直接インターフェイスできます。

LMV242x のベースバンド (制御) インターフェイスは、3 つの信号で構成されています: TX_EN はデバイスの有効化、BS (LMV242 のみ) は出力 1 または出力 2 の選択、そして V_{RAMP} は RF 出力電力を指定レベルに設定するための信号。LMV242x は、GaAs、SiGe、Si 技術の HBT や MESFET など、さまざまな単一電源 PA に対応し、GSM の周波数およびタイムマスク要件を満たすための最大限の柔軟性を提供します。これらの要件は、ベースバンドからのプログラム可能なランプ特性、TX_EN 信号、および外部補償用コンデンサによって満たされます。

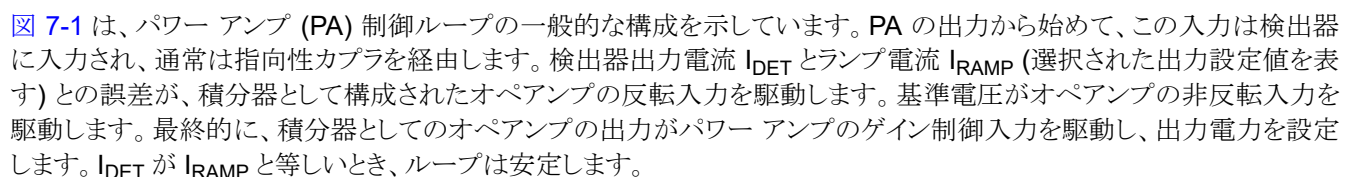
7.1.2 パワー アンプ制御ループ

このセクションでは、一般的な PA 制御ループの動作概要と、設計時によく直面する代表的な問題の解決方法について解説します。

7.1.2.1 一般的な概要

PA 制御ループ回路の主な利点は、PA のゲイン制御機能の変動に対して耐性があることです。PA コントローラを使用する場合、PA のゲインとゲイン制御電圧 (V_{APC}) との関係は、全体の伝達関数には影響しません。全体の伝達関数は、コントローラの V_{RAMP} 電圧の関数です。V_{RAMP} の値に基づいて、PA コントローラは PA のゲイン制御電圧を、所望の出力レベルを得るために必要なレベルに設定します。PA のゲイン制御機能における温度依存性は排除されます。また、PA のゲイン伝達関数における非線形性は、全体の伝達関数 (P_{OUT} と V_{RAMP} の関係) には現れません。唯一の要件は、PA のゲイン制御機能が単調であることです。この単調なゲイン制御機能を実現するためには、LMV242x の検出器が温度安定性を持つことを確認します。

7.1.2.2 代表的な PA 閉ループ制御設定

 **図 7-1** は、パワー アンプ (PA) 制御ループの一般的な構成を示しています。PA の出力から始めて、この入力検出器に入力され、通常は指向性カプラを経由します。検出器出力電流 I_{DET} とランプ電流 I_{RAMP} (選択された出力設定値を表す) との誤差が、積分器として構成されたオペアンプの反転入力を駆動します。基準電圧がオペアンプの非反転入力を駆動します。最終的に、積分器としてのオペアンプの出力がパワー アンプのゲイン制御入力を駆動し、出力電力を設定します。I_{DET} が I_{RAMP} と等しいとき、ループは安定します。

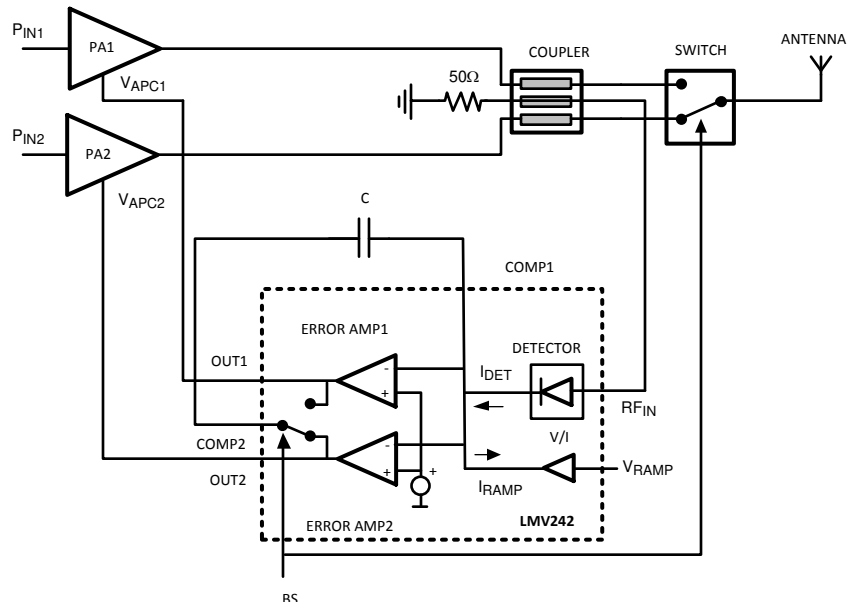


図 7-1. PA 制御ループ

最初に、PA の出力が何らかの Low レベルであり、 V_{RAMP} 電圧が 1V であると仮定します。V/I コンバータは、 V_{RAMP} をシンク電流 I_{RAMP} に変換します。この電流は積分器のコンデンサ C からのみ供給できます。この方向からの電流は、積分器の出力電圧を増加させます。PA の V_{APC} を駆動する出力電圧は、ゲインを増加させます (PA ゲイン制御入力为正のセンスを持っていると仮定し、電圧を上昇させるとゲインが増加します)。ゲインが増大し、検出器の出力電流がランプ電流 I_{RAMP} と一致するまで、アンプの出力レベルが増加します。この時点で、コンデンサを流れる電流はゼロまで減少し、積分器の出力は一定に保たれるため、ループがセトリングします。時間の経過に応じてコンデンサの電荷が失われると、出力電圧は低下します。ただし、このリーク電流は、検出器からの追加の電流により迅速に補正されます。ループは $I_{DET} = I_{RAMP}$ となるように安定し、その結果、 V_{RAMP} の設定電圧と PA の出力電力の間に直接的な関係が生まれます。これは PA の V_{APC} - P_{OUT} 特性に依存しません。

7.1.2.2.1 広いダイナミックレンジ全体での電力制御

この回路は、温度に依存しない出力電力レベルを生成するように設計されています。検出器のダイナミックレンジが広い場合、この回路は広い出力範囲にわたって PA の出力レベルを正確に設定します。PA 出力電力レベルを設定するため、基準電圧 (V_{RAMP}) は変化します。 P_{OUT} と V_{RAMP} の応答を見積もるには、まず LMV242x の P_{IN} と V_{RAMP} の関係を確認します ($P_{OUT} = P_{IN} + \text{減衰量}$ となります。詳細は[セクション 7.1.3](#)も参照してください)。

P_{IN} と V_{RAMP} の関係は、次の 2 つの曲線から構成されます：

- I_{COMP} と V_{RAMP} との関係
- V_{OUT} と RF 入力電力の関係 (検出曲線)

I_{OUT} を計算するには、検出曲線の V_{OUT} を、測定に使用する帰還抵抗で除算します。閉ループでは $I_{COMP} = I_{OUT}$ となることから、[図 7-2](#) は P_{IN} と V_{RAMP} の関数関係を示しています。ダイナミックレンジを合わせるために、PA 出力と LMV242x の P_{IN} の間に追加の減衰器を挿入します。

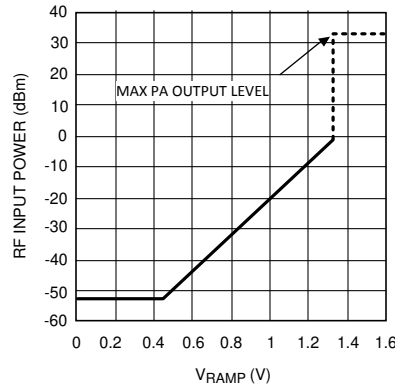


図 7-2. P_{IN} と V_{RAMP} との関係

PA の制御に閉ループを使用すると、直接制御する PA を使用する場合よりも利点があります。PA 伝達関数に存在する非線形性と温度変動は、全体の伝達関数 P_{OUT} と V_{RAMP} には現れません。図 7-3 に、標準的な閉ループの応答を示します。この曲線の形状は、コントローラ検出器の応答によって決まります。したがって、出力電力を正確に制御するためには、検出器が高精度で温度安定性があり、できれば dB 単位で直線性を持つことを確認してください。制御ループで求められる唯一の要件は、PA のゲイン制御機能が単調であることです。dB 内の線形検出器を使用する場合、 V_{RAMP} と PA 出力電力の関係も dB 単位で線形になるため、システムのキャリブレーションが容易になります。

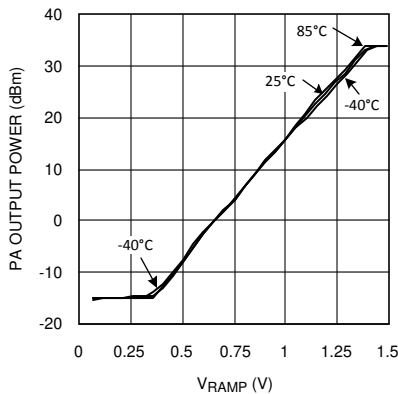


図 7-3. 閉ループ応答

ループの応答時間は、積分器の RC 時定数を変化させることで制御されます。RC 時定数を低く設定すると出力の立ち上がりが速くなりますが、出力エンベロープにリングングが生じる可能性があります。RC 時定数を大きな値に設定すると、ループの安定性が得られますが、セトリングタイムが長くなります。

7.1.3 カプラと LMV242x 検出器間の減衰

図 7-4 は、TI の統合 RF 検出器付き LMV242x を使用して実現された、実用的な RF パワー制御ループを示しています。PA からの RF 信号は、アンテナに向かう方向性カプラを通過します。方向性カプラはカップリング係数によって特徴付けられ、その値は通常 10dB から 30dB の範囲で、一般的には 20dB です。カップリング出力は (この場合、検出器へ) 一定の電力を供給する必要があるため、カップリング プロセスによって主出力から一部の電力が取り出されます。このカップリング プロセスは挿入損失として現れ、カップリング係数が小さいほど挿入損失は大きくなります。

PA の出力全域で電力制御を実現するために、PA 出力と検出器入力間に適切な減衰量を選択します。PA の出力電力の標準値は、GSM で +35.5dBm、PCS/DCS で +30dBm です。これらのレベルを LMV242x の検出範囲に対応させるため、必要な最小合計減衰は約 35dB です (セクション 5.6 および図 7-2 を参照)。標準的なカプラ係数は 20dB です。約 15dB の追加減衰を挿入します。

カプラと LMV242x の RF 入力の間でさらに減衰 Z を実現するには、2 つの抵抗を使用します。図 7-3 による R_X と R_Y ここで、

$$Z = 20 \text{ LOG} (R_{IN} / [R_{IN} + R_Y]) \quad (1)$$

または

$$R_Y = R_{IN} \cdot \left(10^{\frac{Z}{20}} - 1 \right) \quad (2)$$

たとえば、 $R_Y = 300\Omega$ の場合、16.9dB の減衰が得られます。

カプラへの反射を防ぐため、カプラから見たインピーダンスが 50Ω (R_O) であることを確認します。インピーダンスは、 R_X と $R_Y + R_{IN}$ が並列になった構成です。以下の式を使用して R_X を計算します：

$$R_X = [R_O \times (R_Y + R_{IN})] / R_Y \quad (3)$$

$$R_X = 50 \times [1 + (50 / R_Y)] \quad (4)$$

たとえば、 $R_Y = 300\Omega$ の場合、 $R_{IN} = 50\Omega \rightarrow R_X = 58\Omega$ となります。

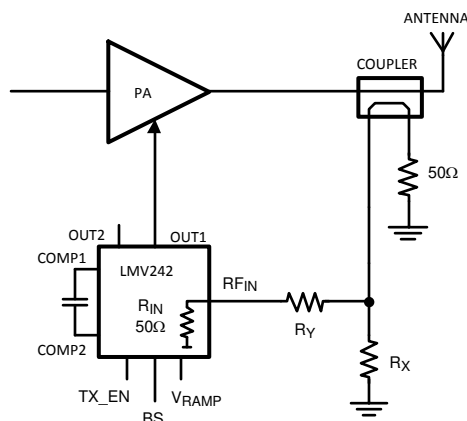


図 7-4. 余分な減衰を伴う PA 制御ループの概略図

7.1.4 LMV242x の制御

LMV242 (LMV2421) には、3 つ (2 つ) の制御入力があります：

- V_{RAMP} 信号 (ベースバンド DAC ランプ信号)
- TX_EN はデジタル信号です (シャットダウン/送信の有効化機能を実行します)。
- 帯域選択 (BS) (LMV242 のみ)

7.1.4.1 V_{RAMP} 信号

実際の V_{RAMP} 入力値は、システムの RF 出力電力を設定します。 V_{RAMP} ピンに特定のマスク形状を適用することで、LMV242x の出力電圧レベルが PA の制御電圧を調整し、PA から出力される電力レベル (P_{OUT}/dBm) がランプ電圧ステップに比例するようになります。RF 電源制御の推奨 V_{RAMP} 電圧範囲は 0.2V~2.0V です。 V_{RAMP} 入力は、誤動作や損傷なしに 0V~ V_{DD} の電圧を許容します。 V_{RAMP} 入力値は、レベルが約 206mV に達するまでは出力レベルに変化を与えません。そのため、 V_{RAMP} 信号を供給する DAC やアンプにオフセット電圧があっても、不要な RF 信号出力や電力消費の増加は発生しません。

7.1.4.2 送信の有効化

消費電力要件は、TX_EN 機能によってサポートされます。この機能により、チップ全体が省電力モードに切り替わり、過度な出力グリッチを抑えつつ、待機時間や通話時間を最大限に延ばすことができます。TX_EN が High のときはデバイスが動作状態になり、そうでない場合は低消費電力のシャットダウン モードに移行します。シャットダウン中は、出力電圧を最小限に抑えるために出力が Low に引き下げられます。

7.1.4.3 帯域選択 (LMV242 のみ)

LMV242 は、2 つの PA を持つ PA 制御ループに最適です。バンド セレクト (BS) ピンを使用して PA の V_{APC} を制御する 2 つの出力を制御します。BS ピンが High のとき、OUT1 が選択されます。BS ピンが Low のとき、OUT2 が選択されます。選択されていない出力は、Low にプルされます。

7.1.4.4 アナログ出力

出力は、ソースとシンクの両方に対応できるレール ツー レール アンプによって駆動されます。出力に関するいくつかの曲線をセクション 5.6 に示します。出力電圧とソース/シンク電流の関係曲線は、温度変化に伴うレールからの電圧降下の代表的な値を示しています。ソース/シンク電流と出力電圧の特性は、特定の電圧で出力が供給できる代表的な充電および放電電流を示しています。TX_EN によってイネーブルされている場合、出力にグリッチはありません。TX_EN が Low のとき、選択された出力電圧は固定されるか、またはほぼグランド レベルになります。

7.1.5 周波数補償

LMV242x の RF 検出器/エラー アンプの出力で閉ループ構成が発振したりオーバーシュートしたりしないよう補償するために、COMP1 と COMP2 の間に外部 RC 部品を接続してシステムを調整できます。正確な値は PA 特性に大きく依存します。初期値としては、R = 0Ω、C = 68pF が適しています。利用可能な PA とカプラの組み合わせが非常に多岐にわたるため、これらの部品選定に汎用的な公式を示すことはできません。閉ループシステムの周波数補償をさらに強化するには、LMV242x の出力と PA の V_{APC} 入力の間に抵抗 (必要に応じてインダクタ) を追加することで実現できます。追加のサポートについては、TI までお問い合わせください。

7.2 代表的なアプリケーション

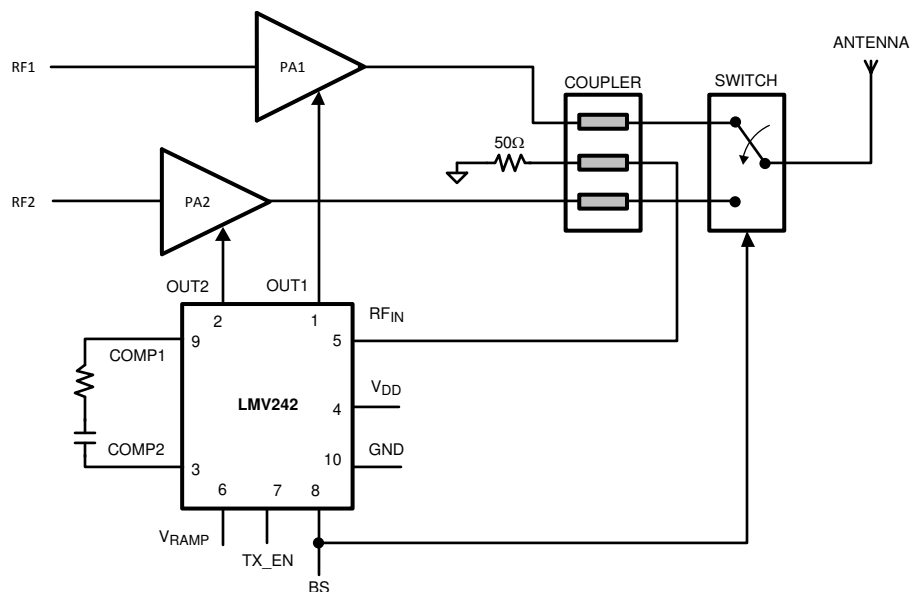


図 7-5. LMV242 の代表的なアプリケーション

8 デバイスおよびドキュメントのサポート

8.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、www.tij.co.jp のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

8.2 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの使用条件を参照してください。

8.3 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

8.4 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

8.5 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#)

この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

9 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision C (May 2013) to Revision D (June 2025)	Page
・ タイトルを更新.....	1
・ シングル出力バリエーションの LMV2421 および関連内容をデータシートに追加.....	1
・ 製造中止となったダイおよびボンド パッドをデータシートから削除.....	1
・ フォーマットを最新の基準に更新しましたが、技術的な変更はありません.....	4
・ 両方の電气的特性表で、V _{COMP1} を COMP1 に、V _{COMP2} を COMP2 に変更.....	4
・ 図 5-18、図 5-19、および図 5-20 にセクション 7.1.3 を参照する旨の注記を追加.....	8
・ ピン 6 の名称を RAMP から V _{RAMP} に変更し、LMV242 の機能ブロック図でピン名と説明を簡素化.....	12

Changes from Revision B (May 2013) to Revision C (May 2013)	Page
・ ナショナル セミコンダクター データシートのレイアウトを TI 形式に変更.....	1

10 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
LMV2421LDT	Active	Production	WSO (NGY) 10	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	2421L
LMV242LD/NOPB	Active	Production	WSO (NGY) 10	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	242LD
LMV242LD/NOPB.A	Active	Production	WSO (NGY) 10	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	242LD

(1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
LMV2421LDT	WSO	NGY	10	1000	177.8	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1
LMV242LD/NOPB	WSO	NGY	10	1000	177.8	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1

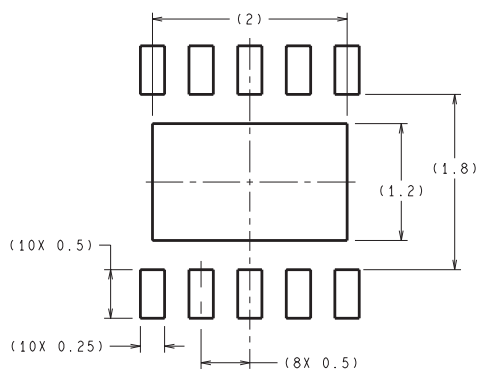
TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



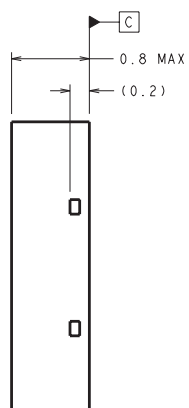
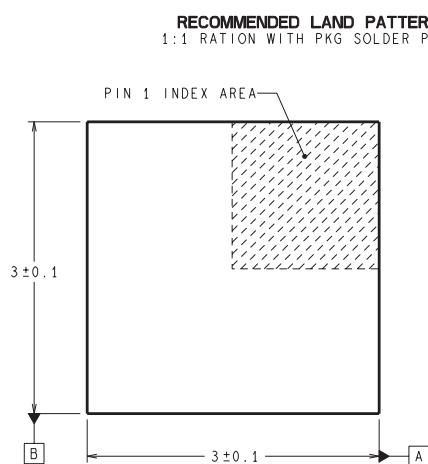
*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LMV2421LDT	WSO	NGY	10	1000	208.0	191.0	35.0
LMV242LD/NOPB	WSO	NGY	10	1000	208.0	191.0	35.0

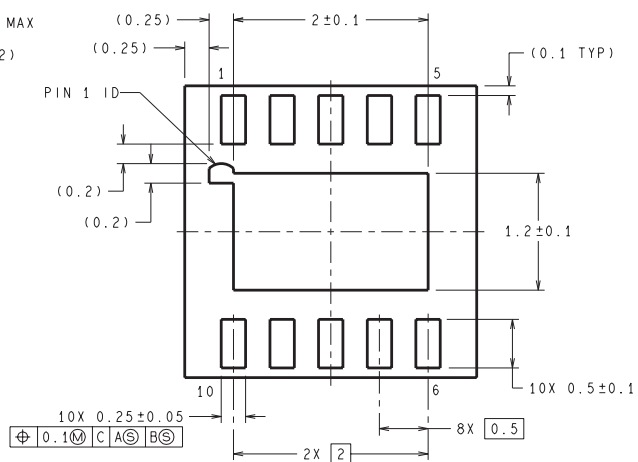
NGY0010A



RECOMMENDED LAND PATTERN
1:1 RATION WITH PKG SOLDER PADS



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS



LDA10A (Rev B)

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月