
トーンデコーダ – NJM567

(Tone Decoder)

アプリケーションマニュアル

(Application manual)

1. 目次 (Contents)

1. 目次 (Contents)	P.1
2. 概要 (General)	P.2
3. 特徴 (Features)	P.2
4. 用途 (Applications)	P.2
5. 外形 (Package Outline)	P.2
6. ブロック図 (Block Diagram)	P.2
7. 絶対最大定格 (Absolute Maximum Ratings)	P.3
8. 電気的特性 (Electrical Characteristics)	P.3
9. 測定回路図 (Test Circuit)	P.4
10. 各端子説明 (Terminal Explanation)	P.5
11. 代表的特性例 (Typical Characteristics)	P.6
12. アプリケーション情報 (Applications Information)	P.7 – 10



新日本無線株式会社

2. 概要

NJM567は、汎用のトーンデコーダであり、あらかじめ設定された帯域に入力信号が存在すると、出力トランジスタをONさせます。二つのディテクタとVCOを持ち、中心周波数、帯域、出力遅延時間は外付け部品で独立に設定できます。

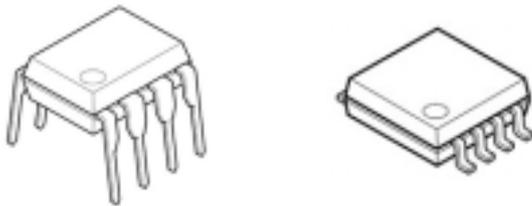
3. 特徴

- ・動作電源電圧 : 4.75V ~ 9V
- ・広周波数範囲 : 0.01Hz ~ 500kHz
- ・中心周波数の安定度が良い。
- ・帯域幅の制御が可能。(14%迄)
- ・出力 100mA シンク可能。
- ・帯域外の信号雑音除去特性が良い。
- ・周波数範囲は外付け抵抗にて 20 : 1 まで調整可能。
- ・バイポーラ構造
- ・外形 : DIP8,DMP8

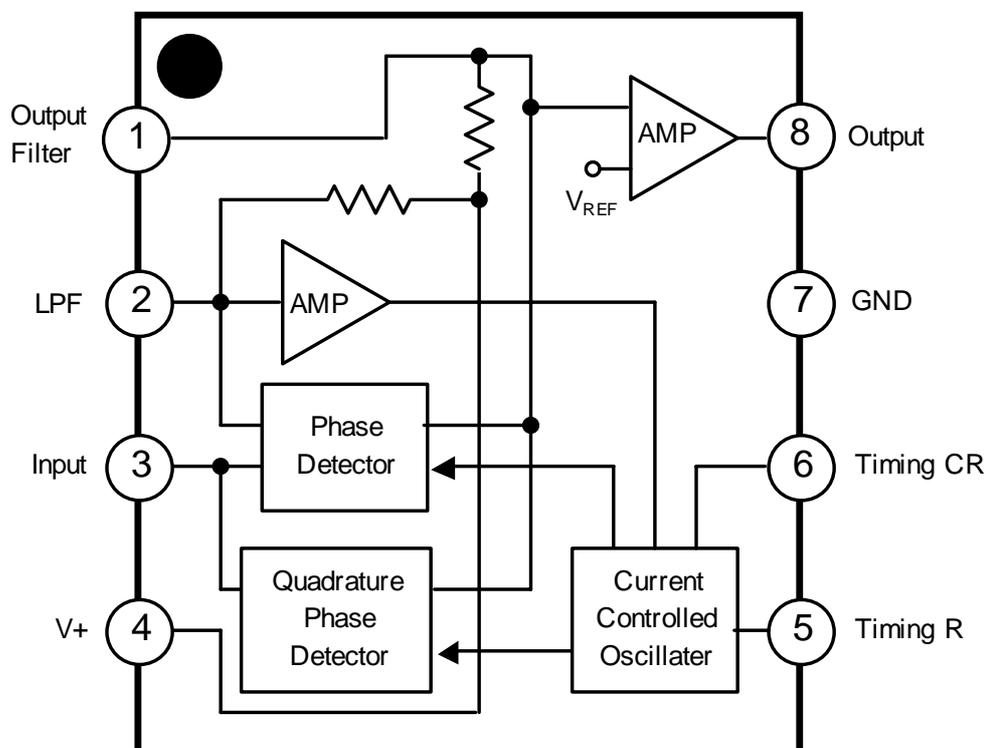
4. 用途

電話機、データ転送装置、リモートコントロール装置 他

5. 外形



6. ブロック図



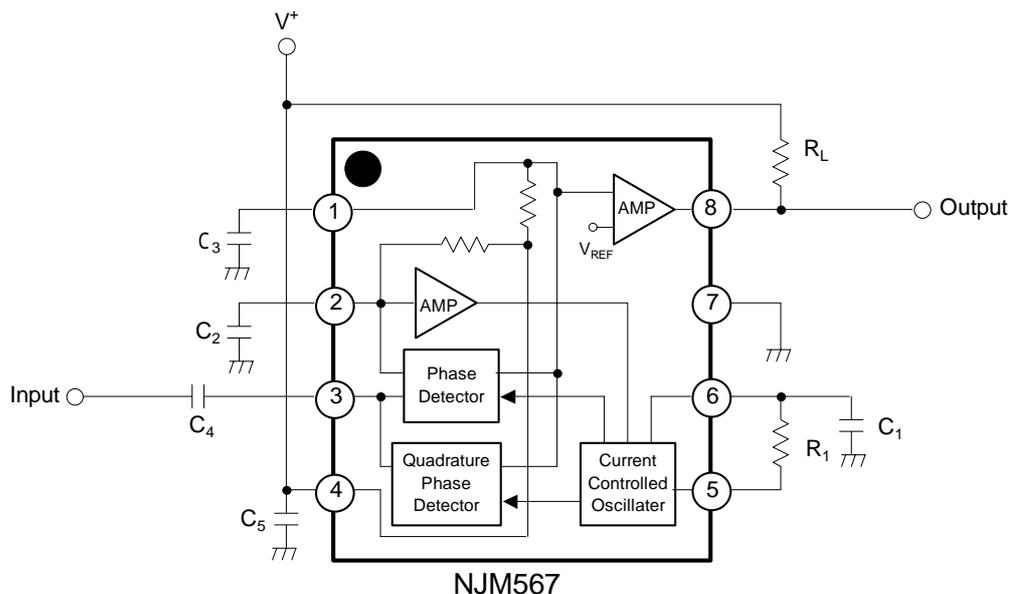
7. 絶対最大定格 (Ta = 25)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V ⁺	10	V
入力正電圧	V _{IP}	V ⁺ +0.5	V
入力負電圧	V _{IN}	-10	Vdc
消費電力	P _D	500 (D typ) 300 (M typ)	mW
動作温度	Topr	- 40 ~ +85	
保存温度	Tstg	- 40 ~ +125	

8. 電気的特性 (V⁺ = 5V、Ta = 25°C)

項目	記号	条件	最小値	標準値	最大値	単位
最高中心周波数	f _{OH}		100	500	-	KHz
中心周波数安定度	f ₀ / T	- 40 ~ +75	-	35 ± 60	-	ppm/
中心周波数電源電圧依存性	f ₀ / V	f ₀ = 100kHz	-	0.7	2	%/V
最大検出帯域	BW _{MAX}	f ₀ = 100kHz	10	14	18	% × f ₀
最大検出帯域スキュー	BW _S		-	2	3	% × f ₀
最大検出帯域温度特性	BW/ T	V _i = 300mVrms	-	± 0.1	-	%/
最大検出帯域電源電圧依存性	BW/ V	V _i = 300mVrms	-	± 2	-	%/V
入力抵抗	R _{IN}		-	20	-	k
最小検出入力電圧	V _{DON}	I _L = 100mA, f _i = f ₀	-	20	25	mVrms
最大無入力電圧	V _{DOFF}	I _L = 100mA, f _i = f ₀	10	15	-	mVrms
最大信号弁別比	R _{IO}		-	+6	-	dB
最小信号検出レベル対高帯域雑音比	R _{SN}	B _n = 140kHz	-	- 6	-	dB
最高オン・オフサイクル比率	R _{ON-OFF}		-	f ₀ /20	-	
“1”出力リーク電流	I _L		-	0.01	25	uA
“0”出力電圧	V _{S-1}	I _L = 30mA	-	0.2	0.4	V
	V _{S-2}	I _L = 100mA	-	0.6	1	V
出力立ち下り時間	t _F	R _L = 50	-	30	-	ns
出力立ち上がり時間	t _R	R _L = 50	-	150	-	ns
動作電圧範囲	V ⁺ opr		4.75	-	9	V
消費電流	I _{CC}		-	7	10	mA
消費電流	I _{CC}	R _L = 20k	-	12	15	mA
静止消費電力	P _D		-	35	-	mW

9. 測定回路図



設計式

(1). 中心周波数 f_0 : 入力信号がない状態での電流制御発振器(Current Controlled Oscillator)の自走周波数。

$$f_0 = \frac{1}{1.07R_1C_1} \quad (V_{IN} = \text{OPEN})$$

(2). 検出帯域幅 **BW** : スレッシュホールド電圧(typ.20mVrms)を超える入力信号の時、出力が "0" となる f_0 を中心とした周波数範囲。この検出帯域幅はループキャプチャレンジに相当します。

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_{IN}}{f_0 C_2}} \quad \% \text{ of } f_0 \quad (V_{IN} \geq 200\text{mVrms})$$

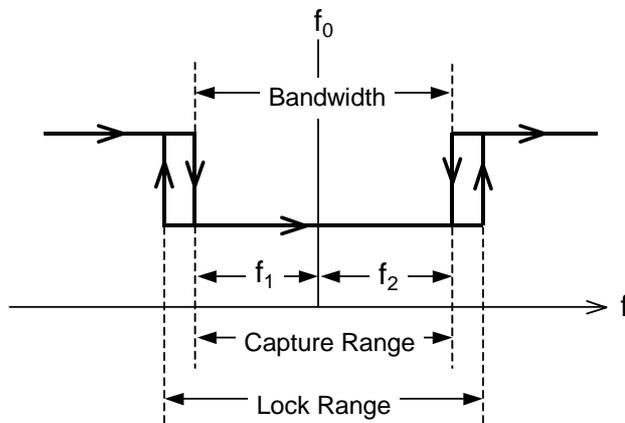
V_{IN} : 入力電圧(Vrms)、 C_2 : LPF 容量(μF)

(3). ロックレンジ : スレッシュホールド電圧を超える入力信号の時、出力 "0" を保つ最大周波数範囲。

(4). 検出帯域スキュー : 中心周波数 f_0 と検出帯域の中心との偏り度合い。

$$\text{Skew} = \frac{f_{\text{MAX}} + f_{\text{MIN}} - 2f_0}{2f_0}$$

$f_{\text{MAX}}, f_{\text{MIN}}$ は検出帯域の端に相当する周波数です。
必要により、センター調整を付加すればスキューを変えることができます。



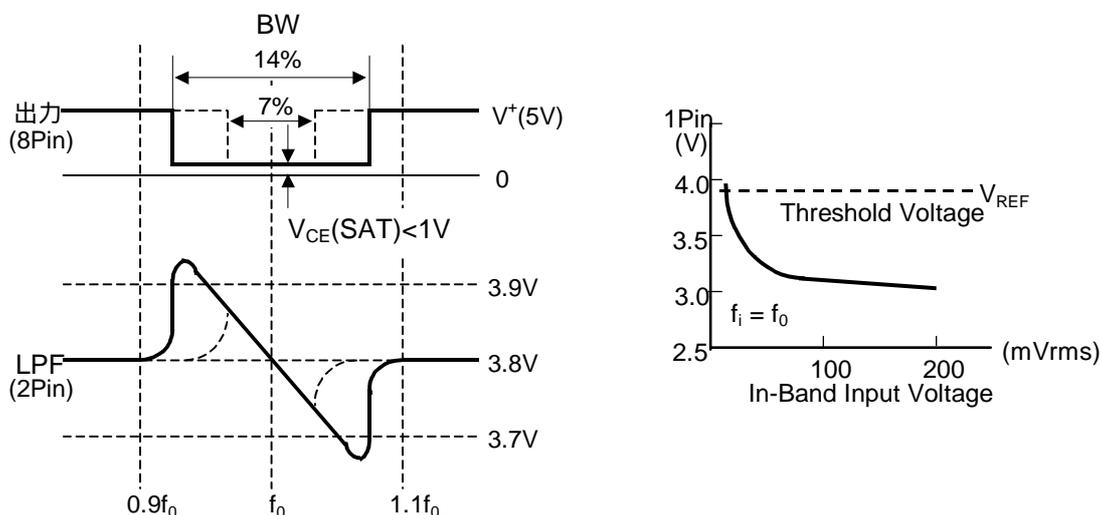
$f_1 = f_2$ が望ましい。

f_1, f_2 の f_0 からのズレ(偏り)を **Skew** と呼ぶ。

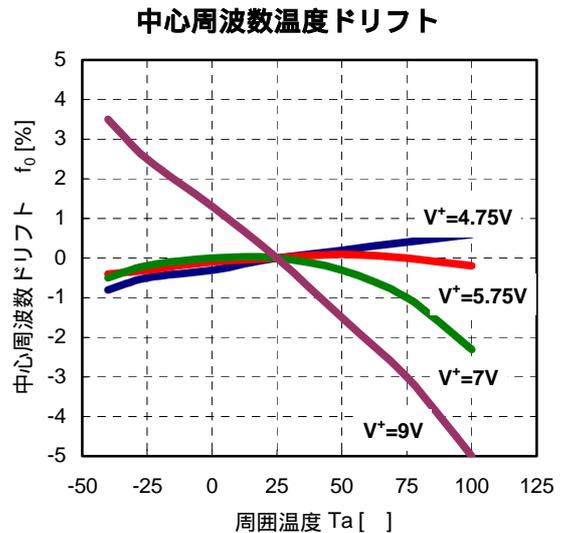
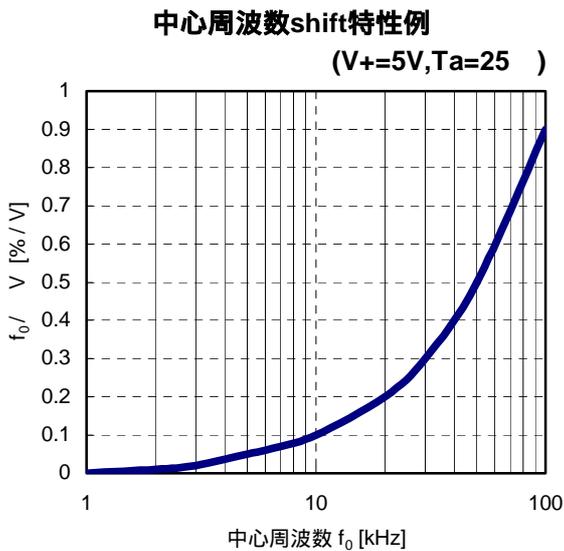
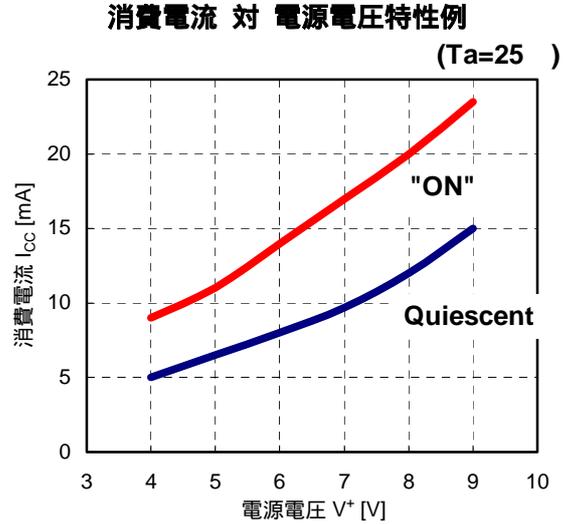
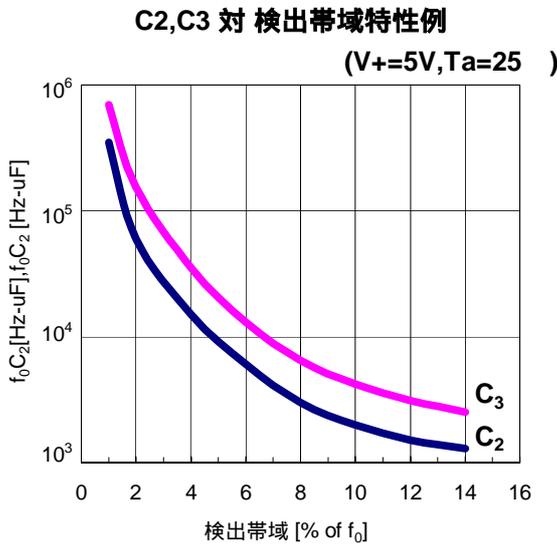
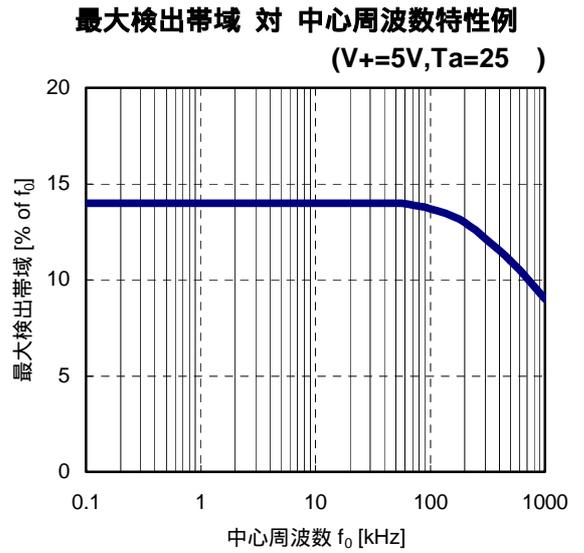
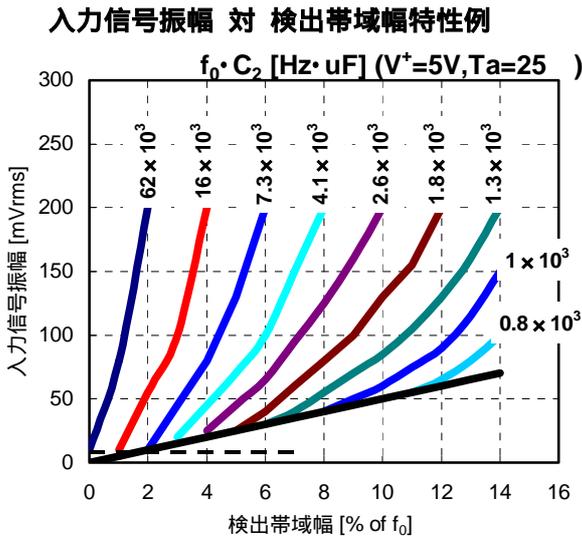
10. 各端子説明

端子番号	端子名称	端子説明
1	Output Filter 出力フィルタ	スプリアス出力を減少するために、帯域外の周波数成分を減衰させるローパスフィルタの高域遮断周波数を決定します。(内部インピーダンス: 4.7k) C ₃ 小; 検出帯域外の周波数が入力した場合、出力のON/OFF を繰り返したり、過渡状態ではたついたりする可能性があります。 スプリアスによる誤検出を防ぐため、C ₃ 2×C ₂ を推奨しています。 C ₃ 大; スレッシュホールド電圧になるまでの時間がかかりますので、出力の立ち上がり立ち下り時間が遅れます。
2	Low Pass Filter ローパスフィルタ	PLL 回路のローパスフィルタ(ループフィルタ)です。(内部インピーダンス: 10k) この端子に接続するC ₂ は検出帯域幅を決定します。 また、端子電圧は中心周波数に対して、0.95 f ₀ ~ 1.05 f ₀ の範囲で20mV/% of f ₀ の直線的な変化をします。
3	Input 信号入力	入力信号はこの端子へAC 結合で入れてください。 (入力インピーダンス: 約20k)
4	V ⁺ 電源電圧入力	電源電圧入力端子です。
5	Timing R タイミング R	平均直流電圧; V ⁺ /2, V ⁺ - 1.4V(V ⁺ - V _{be})の振幅で矩形波を出力します。 負荷抵抗 1k まで駆動能力があります。(推奨は 2k ~ 20k)
6	Timing CR タイミング CR	平均直流電圧; V ⁺ /2, 1V p-pの三角波を出力します。 発振器のデューティサイクルや温度安定度に影響を与えないために接続できるのは高インピーダンス負荷だけです。
7	GND GND	GND 端子です。
8	Output 出力	トランジスタコレクタ出力端子です。負荷はV ⁺ と接続します。 帯域内に入力信号が入った場合、トランジスタは飽和します。 この電圧は出力電流 100mA の場合でも、1V 以下(Typ.0.6V)になります。

このICの中心周波数は5Pin,6Pinに接続されるCRにて設定されますが、ICや外付けCRのばらつきによる中心周波数ずれを避けるため、5Pin - 6Pin間抵抗は可変抵抗を用い、製品毎に中心周波数を合わせて使用することを推奨します。



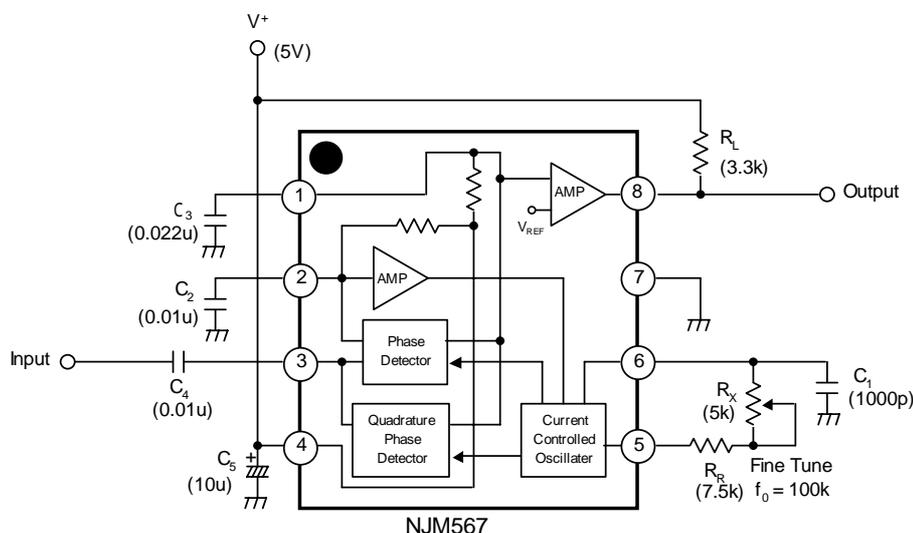
11. 代表的特性例



12. アプリケーション情報

1). 応用回路例

下図は、NJM567使用の一般的な応用回路図です。



設定例

(1). 中心周波数： f_0

設計式より、 R_1 と C_1 を希望する中心周波数に設定します。

上図の場合、 R_1 は R_R+R_X の合成抵抗になります。まず、 R_1 を $2k \sim 20k$ の範囲で設定し、次に希望の温度範囲において安定するように R_1 、 C_1 の複合温度係数を考慮し、 C_1 を決定します。

中心周波数 $f_0=100kHz$ 、 $R_1=10k$ とした場合、設計式より $C_1=935pF$ 。 C_1 を $1000pF$ とし、 R_1 を求めると $R_1=9.35k$ となり、 R_R を $7.5k$ 、 R_X を $5k$ とします。

『注』・設計式は定数設定上の目安としての使用になりますので実際の値とは異なります。そのため、微調整用として可変抵抗の使用を推奨します。

- ・ R_1 は負荷抵抗 $1k$ まで駆動能力がありますが、 $2k \sim 20k$ の範囲を推奨しています。
- ・ C_1 は $100pF$ 程度より小さくなるとプリント基板の浮遊容量が発振周波数へ影響を及ぼす可能性が考えられます。

(2). ループフィルタ： C_2

入力信号振幅 対 検出帯域幅特性例を参照し、 C_2 を設定します。

中心周波数 $f_0=100kHz$ 、入力 $100mVrms$ 、検出帯域幅 10% で考えた場合、グラフより f_0C_2 を 1×10^3 と選択すると、設計式より C_2 は、計算上、 $0.01\mu F$ となります。

(3). 出力フィルタ： C_3

特に厳密な値を必要としませんが、 $C_3 = 2 \times C_2$ を推奨しています。

入力信号レベルが $200mVrms$ 以上の場合、一定の検出帯域幅(typ.14%)動作となりますが、帯域外信号や高い雑音レベルによる影響で、検出帯域幅減少となる場合があります。

動作速度

最小ロックアップ時間は、ループの固有周波数と関係があります。それはより低いほど立ち上がり過渡現象は長くなります。したがって、最大動作速度は、 C_2 が最小の時に得られます。最初の信号のときに、位相は入力周波数に向かうよりはむしろ、離れるように制御発振器をドライブするようになるでしょう。この状態ではもちろん予想はできませんが、ロックアップ過渡現象は最悪で理論的な最小ロックアップ時間は達成できません。過渡現象が消えるまで待たねばなりません。

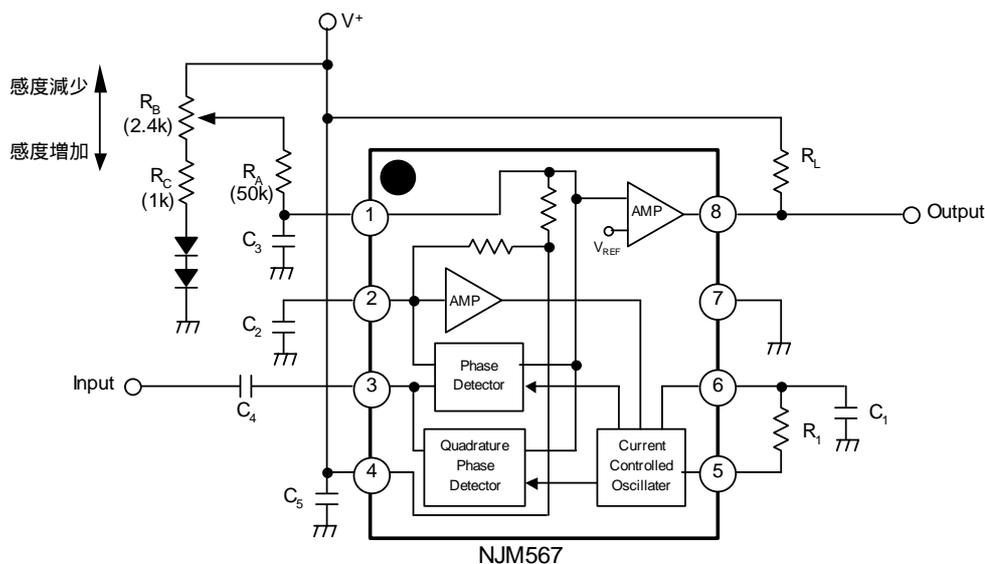
下記の式は、種々の帯域の中心周波数に対して、最高の動作速度を与える C_2 と C_3 の値を示します。情報のロスなしに動作させることのできるデジタル情報の最小の比は、1bit あたり約 10 サイクル必要とするが、これは $f_0/10$ board の比で変換できることに関係しています。

$$C_2 = \frac{130}{f_0} \mu\text{F} \quad C_3 = \frac{260}{f_0} \mu\text{F}$$

立ち上がり時間を速くすることは、 C_3 電圧を低くする(スレッシュホールド電圧に近づける。)ことで可能になります。しかしながら、この場合、ビート周波数、ノイズ、外来信号に対する感度が上がります。

感度調整

非常に狭い検波帯域(8%以下)で動作させる時、ノイズと帯域外信号除去を改善するためには、 C_2 と C_3 共に大きくすべきですが、必然的に応答時間は遅くなります。しかし、 C_2 と C_3 共に大きくしても、出力段がスレッシュホールドレベルまでバイアスされていれば、立ち上がり時間は改善できます。これは 1Pin に付加電流を流すことで可能になり、出力段はスレッシュホールド電圧から、更にバイアスされますので C_2, C_3 を小さくし、最大動作速度を得ることが可能になります。

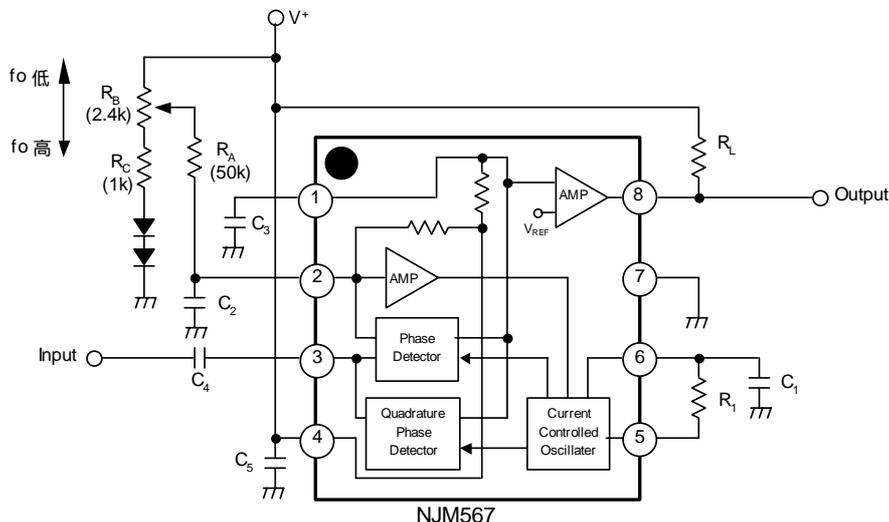


検出帯域中心調整 (Skew)

ロックレンジ内での検出帯域中心を変えたいとき、以下の回路を使用できます。

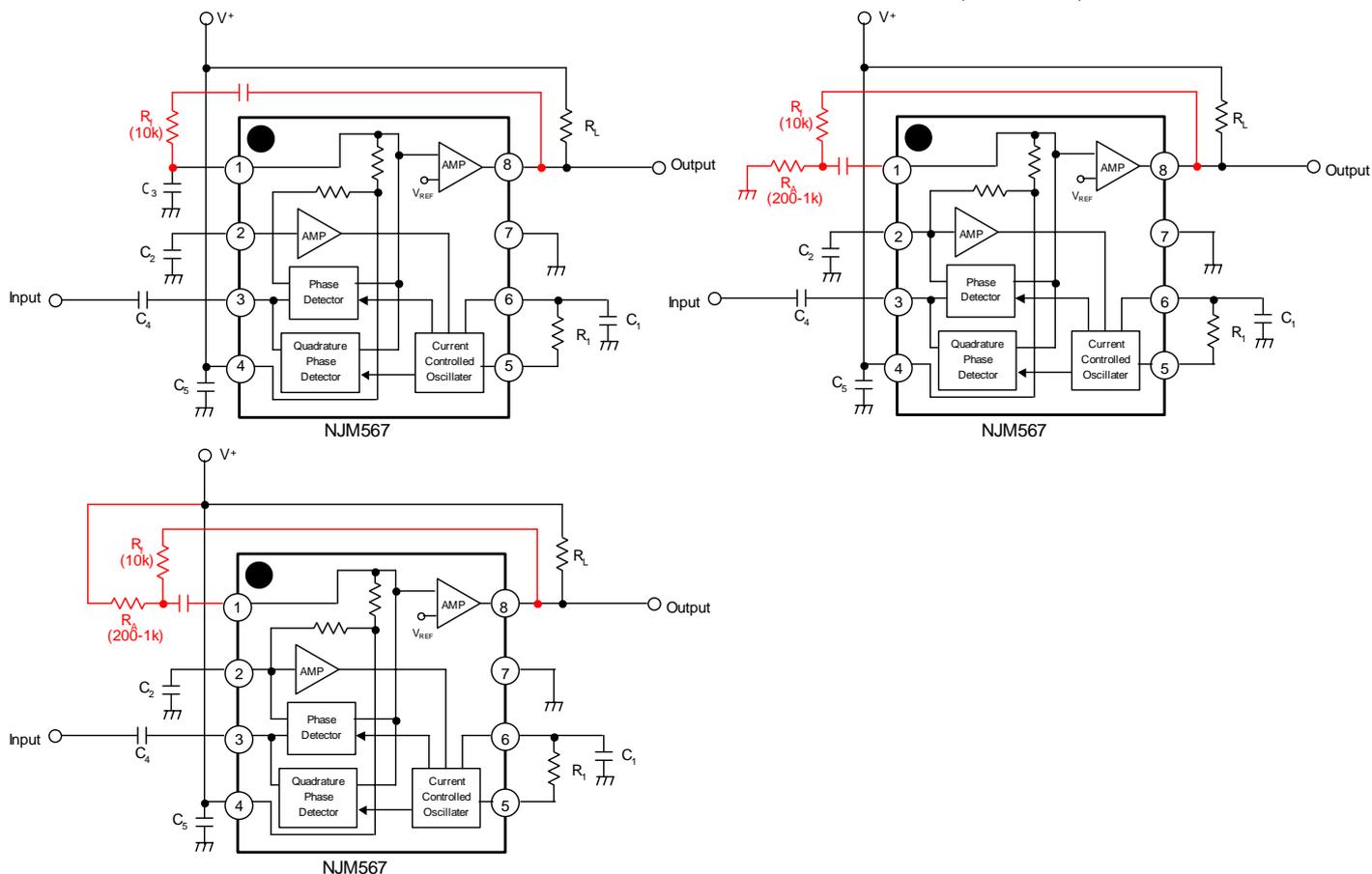
例えば入力信号変動が片方向のみの場合、検出帯域がレンジの片側に動くことによって、検出帯域を拡張することができます。このことは望ましくない信号が中心周波数の片側に存在するような場合に有効になります。

また、RBは若干ですが、デューティサイクルを変えることができますのでNJM567を発振器として使用する場合、正確なデューティサイクルを得るために使うことができます。



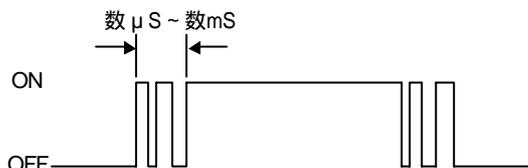
チャタリング防止

チャタリングは出力段で C_3 が小さい時に起きやすくなります。その結果、クォドラチャ位相検波(ロック検波)出力のロック過渡現象及びAC成分によりそのスレッシュホールドを何回も通過し、リレーなどはチャタリングには反応しませんが、論理回路においては、一連の出力として認識するかもしれません。このチャタリングを防止するためには、出力を入力にフィードバックすることで取り除くことができます。下図はその回路例(3パターン)になります。



・チャタリング (chattering)

チャタリングとは、OFF ONまたはON OFFへ移行する際、単純に変化するのではなく、ON/OFFを何回か繰り返してから安定する現象のことです。



【NJM567での発生システム】

V_{REF} 電圧

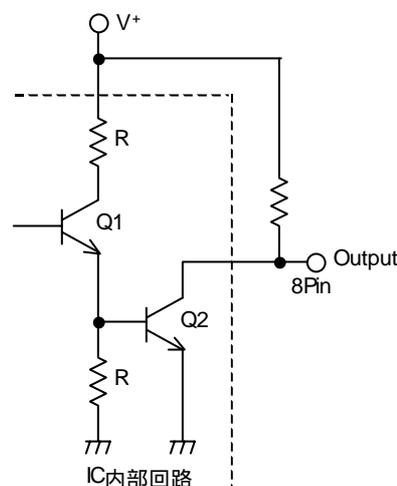
NJM567は設定された帯域の入力信号で出力トランジスタをONしますが、フリーラン状態(OFF)の場合は、IC内部 V_{ref} で、過渡現象及びAC成分が、スレッシュホールドにかかりチャタリングの原因となります。

IC内部回路のCCO(電流制御発振器)回路において、 V^+ が低い場合や低温時に動作電流が低下することで、 V_{ref} に不安定要素として乗り易くなります。

出力トランジスタの漏れ電流

出力トランジスタの漏れ電流により、Low(ロック状態) High(フリーラン状態)時にON/OFF動作(チャタリング)が発生する場合があります。

IC内部の出力回路は、出力トランジスタQ2のベース電圧にてON/OFFを行います。Q1のエミッタ電圧が降下中に一時、Q2がOFFし、その際、Q2のコレクタ-ベース間の漏れ電流が大きい場合に、再度Q2がONするという動作をQ1のエミッタ電圧が収束する過程で何度か繰り返し、これがチャタリングとして見られる症状となります。そのため、8Pin出力を抵抗で介す際の V^+ を下げることでチャタリングを低減することが可能となります。



【チャタリング低減する方法】

1).動作電圧範囲内で、8Pin出力を抵抗で介す際の V^+ を下げる。
($V^+=6V$ 以下)

2).出力(8Pin)を入力(1Pin)に帰還をかけて利得制限する。
(チャタリング防止回路例参照。)

注：フィードバック時定数は動作速度を妨げない様に設定します。

3).電源ラインの接地容量にて電源インピーダンスを下げる。
(過渡現象及びAC成分の低減)

< 注意事項 >

この資料の掲載内容の正確さには万全を期しておりますが、掲載内容について何らかの法的な保証を行うものではありません。とくに応用回路については、製品の代表的な応用例を説明するためのものです。

また、工業所有権・その他権利の実施権の許諾を伴うものではなく、第三者の権利を侵害しないことを保証するものではありません。