

エレクトロニクス

講義資料

第7章：オペアンプ回路

Ver. I

鶴 剛 (tsuru@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp)

反転増幅器

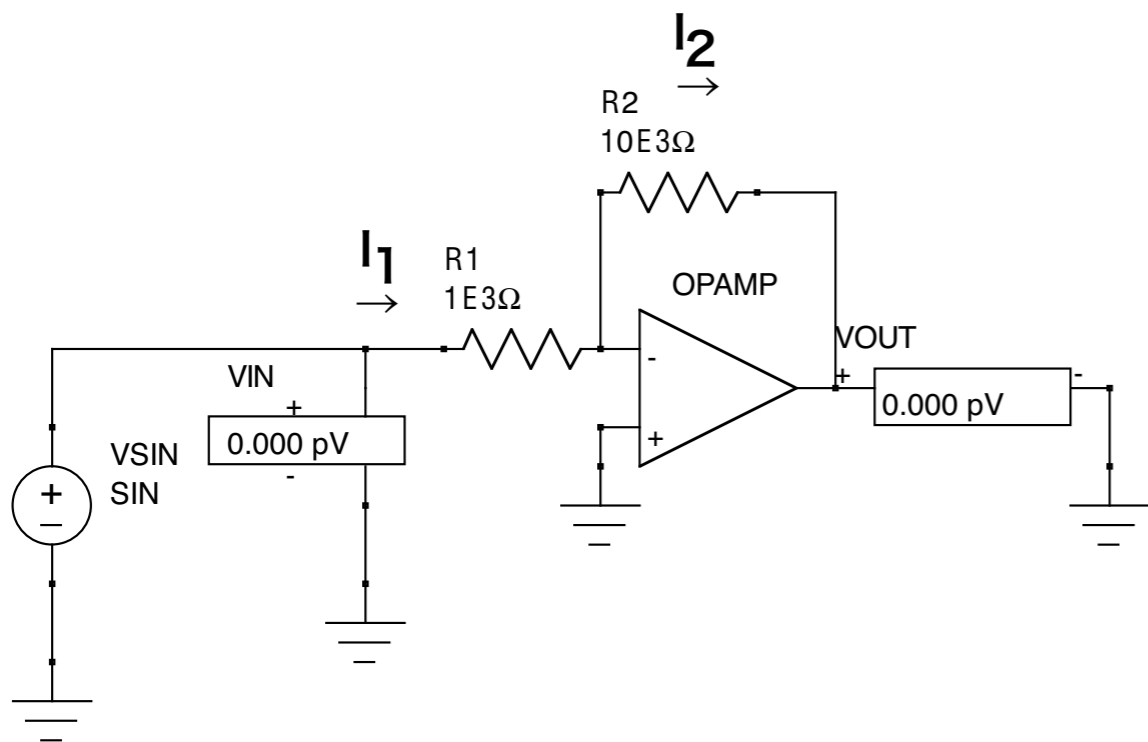


図 7.4: 反転増幅器

非反転増幅器

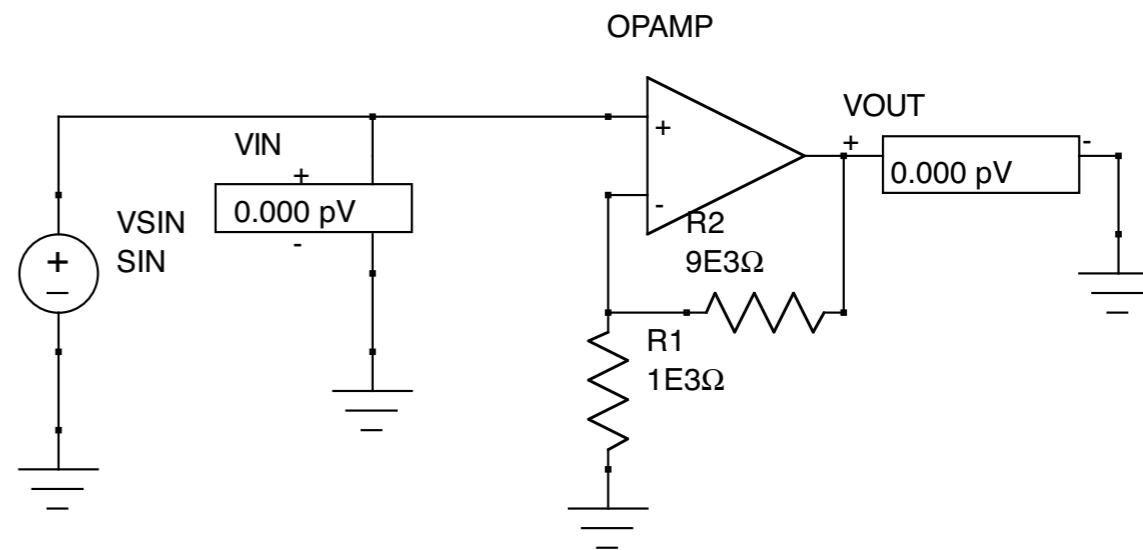


図 7.6: 非反転増幅器

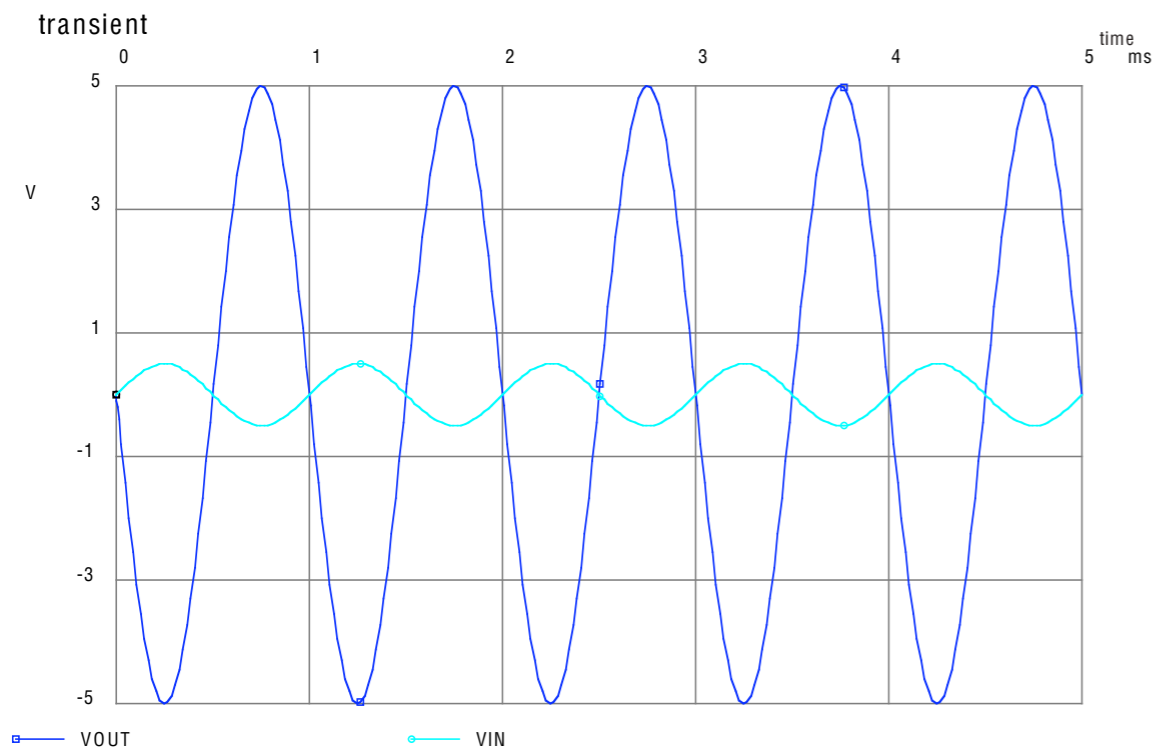


図 7.5: 反転増幅器の動作

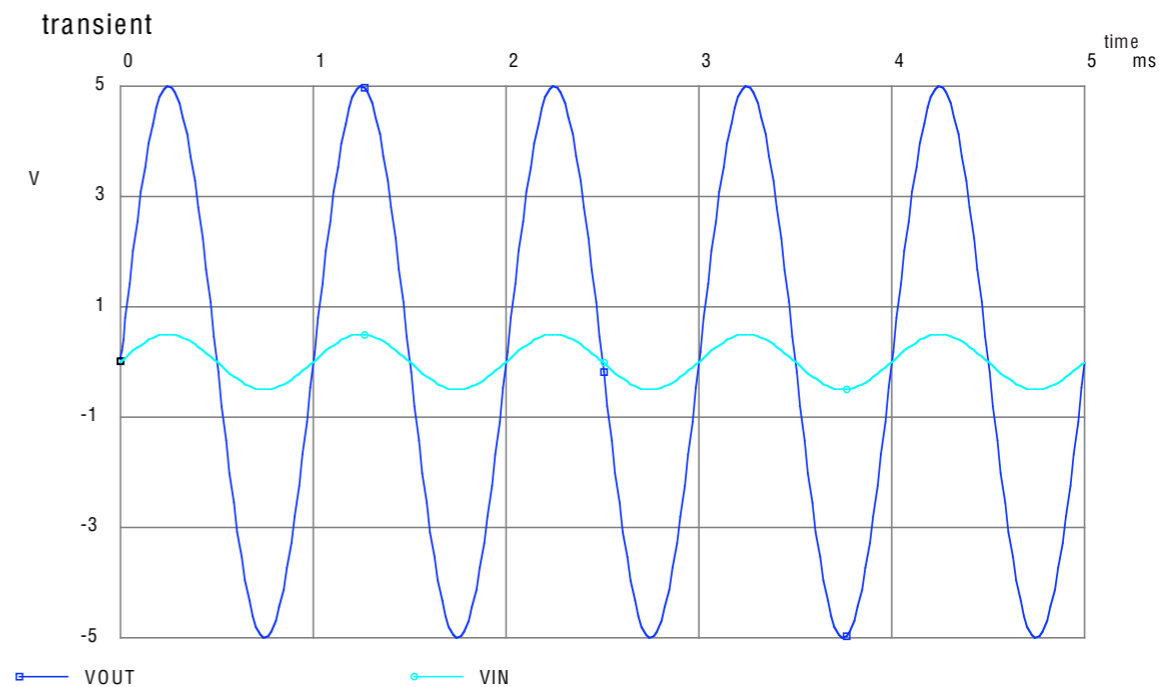


図 7.7: 非反転増幅器の動作

差動増幅器/減算回路

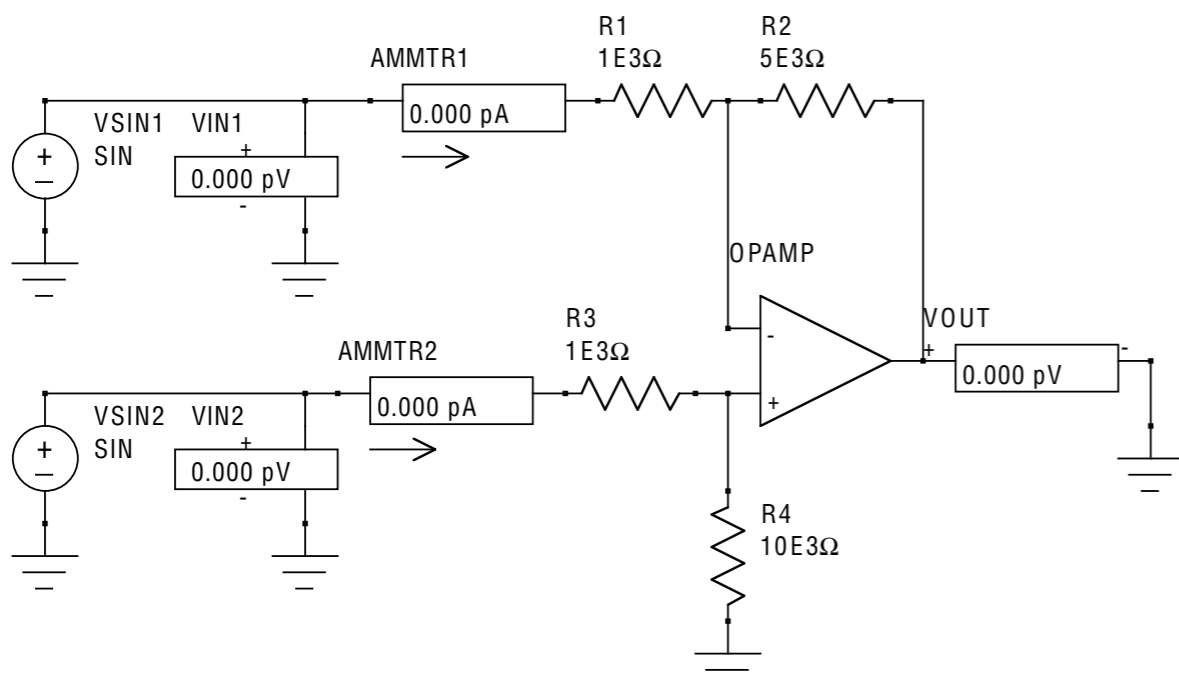


図 7.10: 差動増幅器/減算回路

積分回路

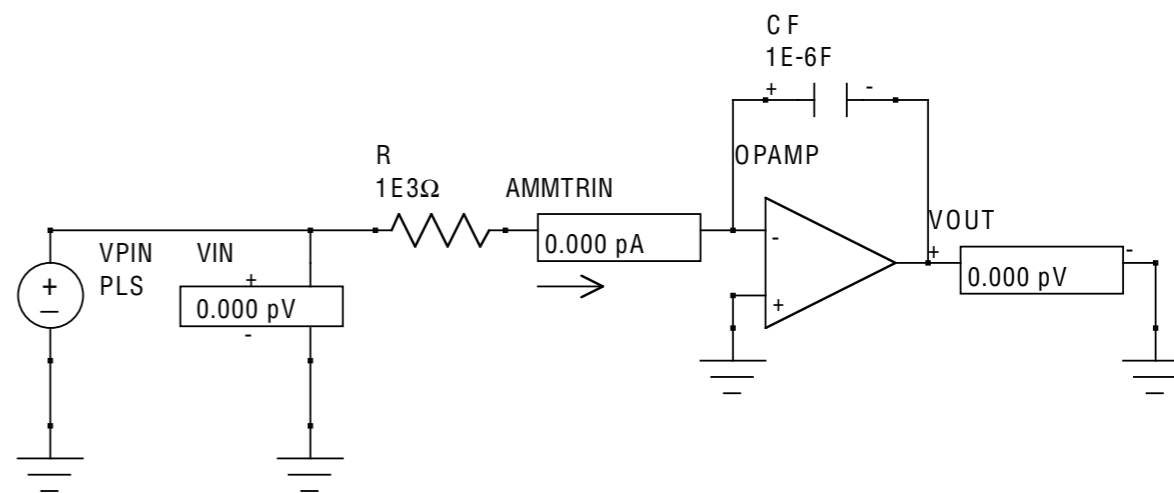


図 7.12: 積分回路

transient

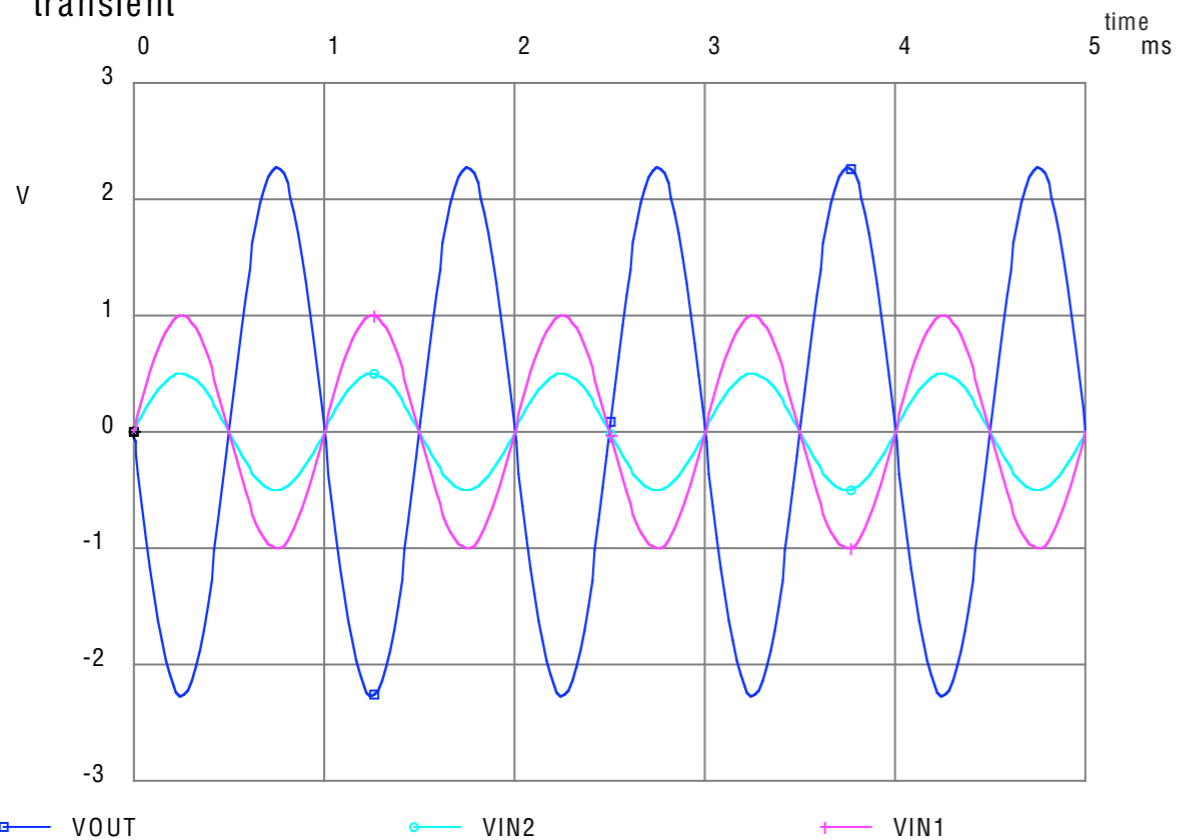


図 7.11: 差動増幅器/減算回路の動作

transient

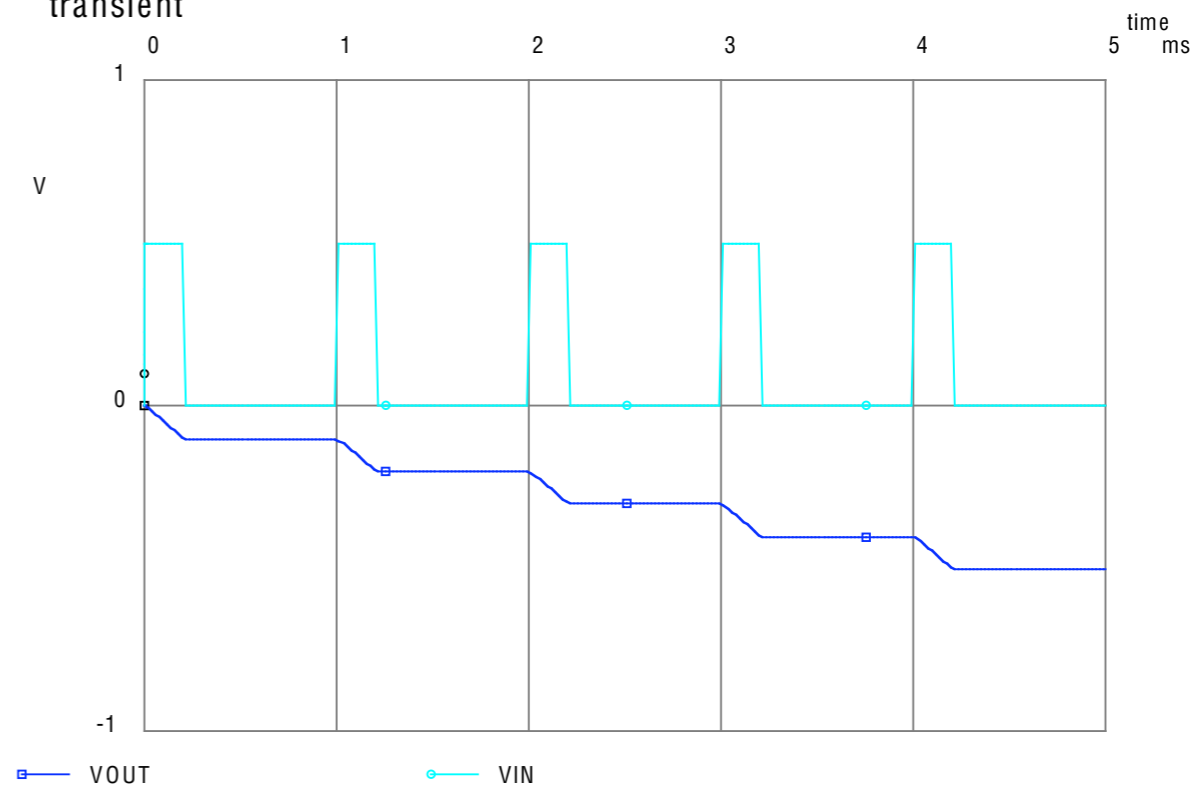


図 7.13: 積分回路の動作

積分回路

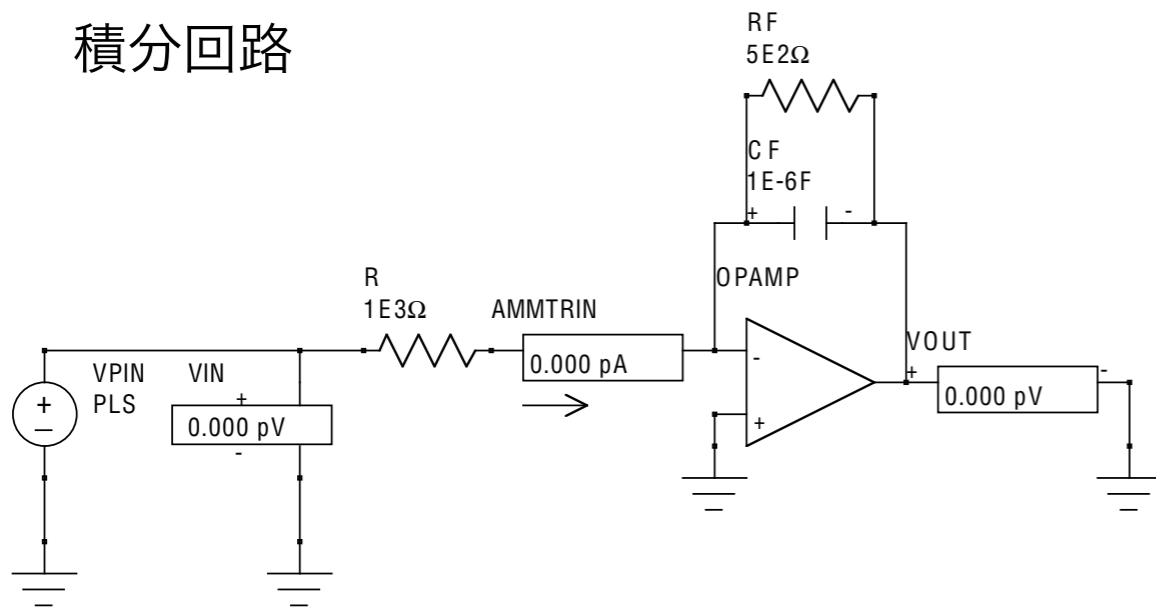


図 7.14: 放電用の抵抗付の積分回路

R_f/R
 $\log(|V_{out}|/|V_{in}|)$

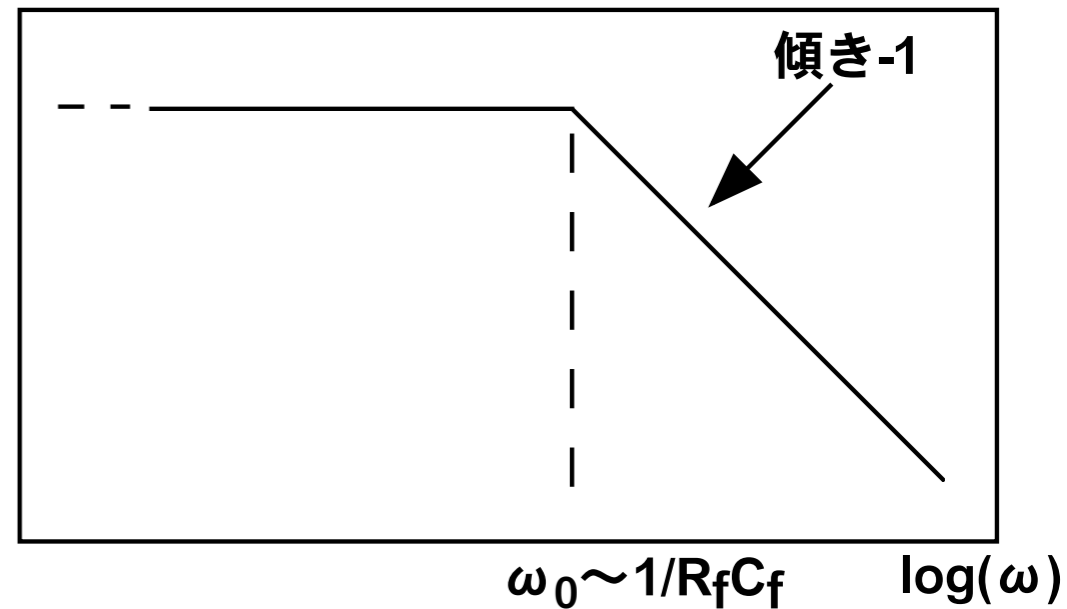


図 7.27: 放電用の抵抗付の積分回路の周波数特性

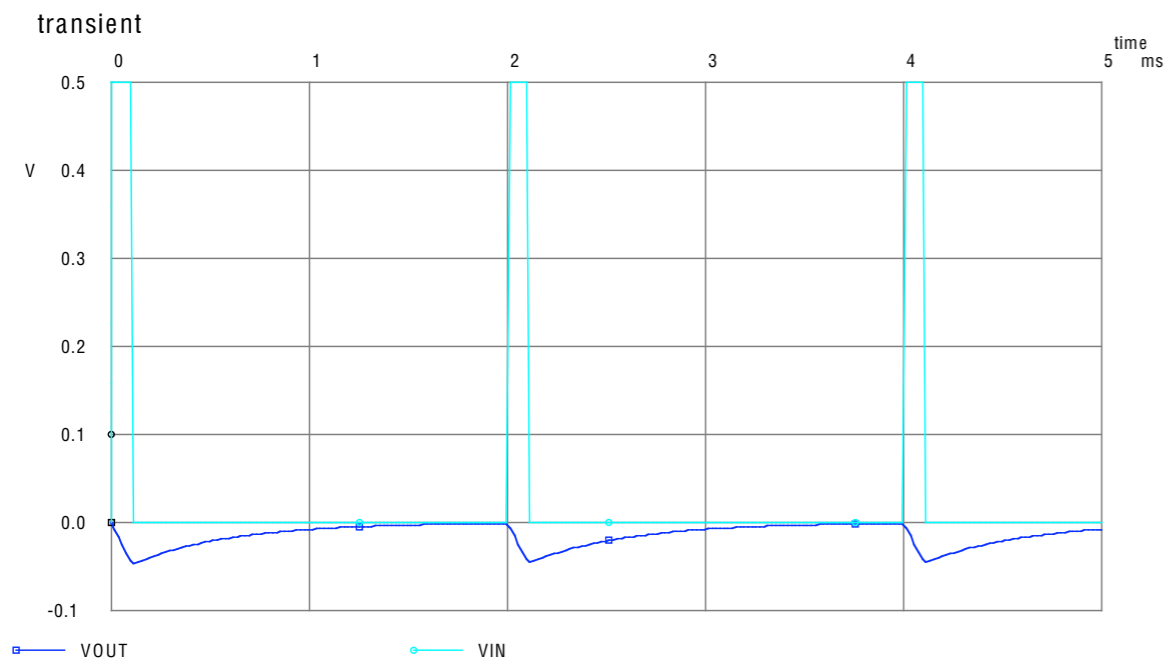


図 7.15: 放電用の抵抗付の積分回路の動作

チャージセンシティブアンプ

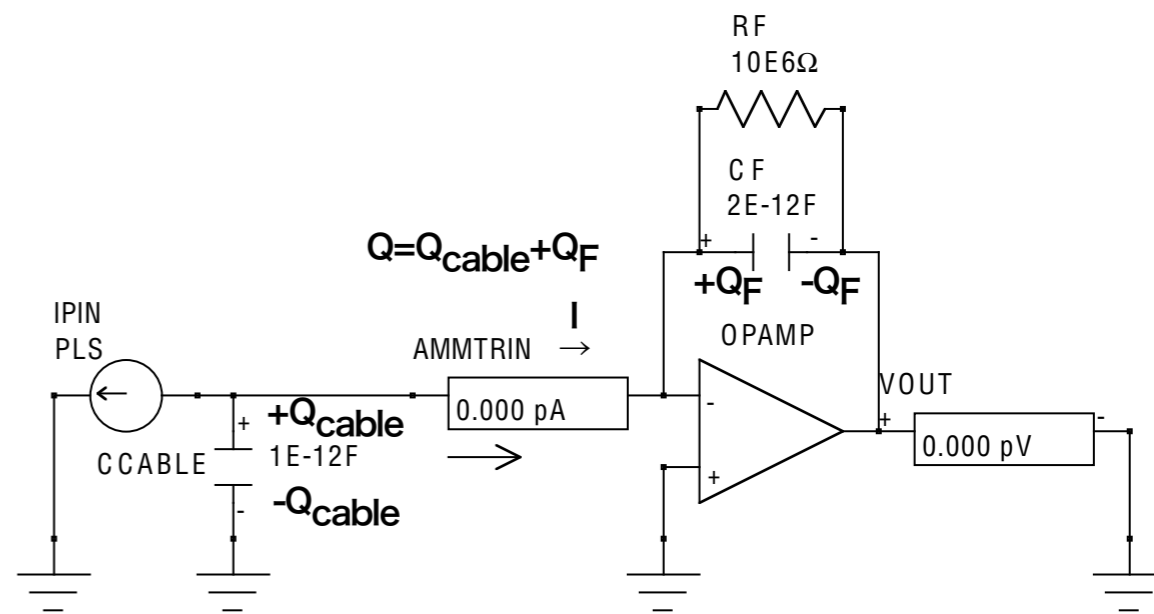
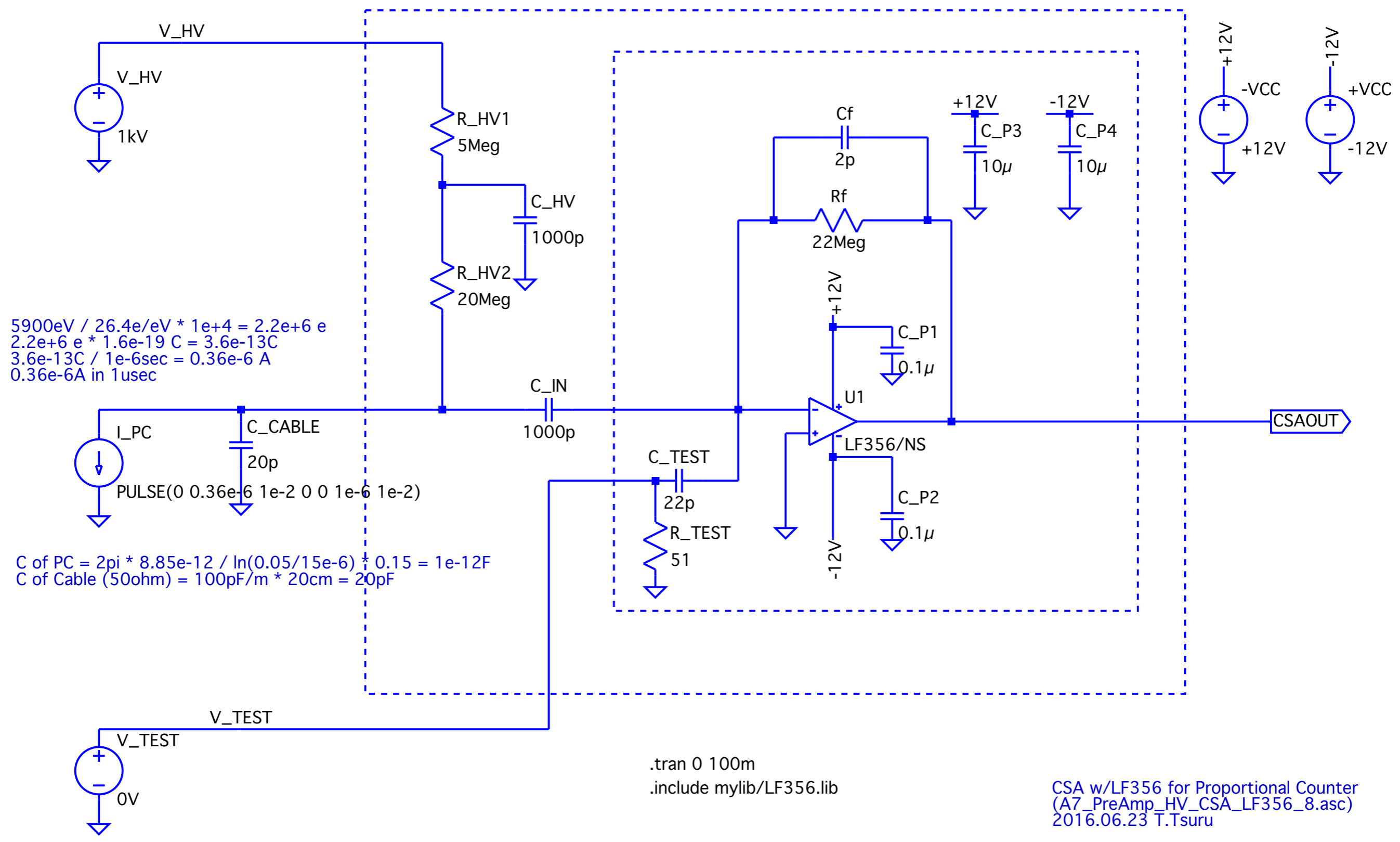
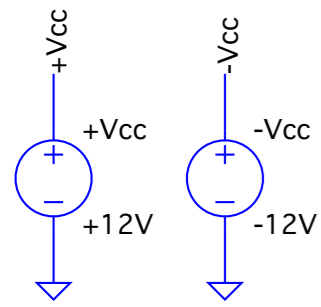


図 7.30: チャージセンシティブアンプ

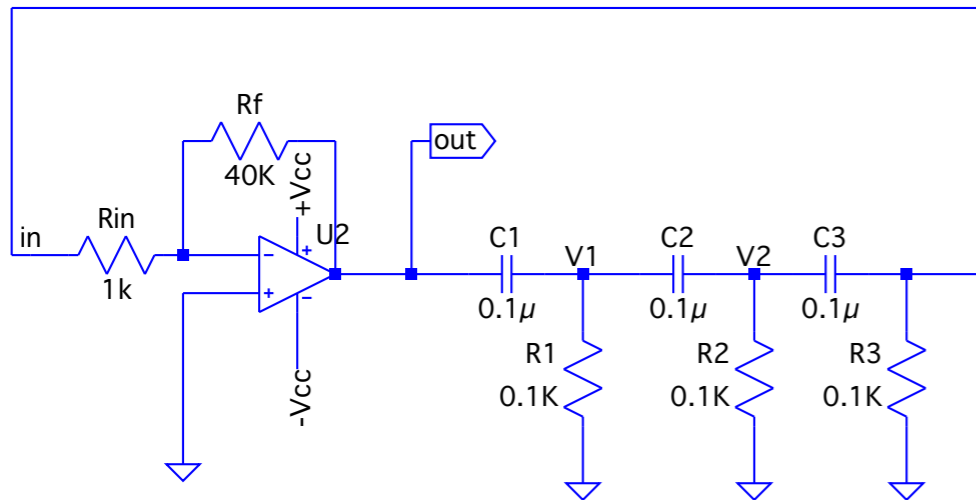
A7で試作しているオペアンプ回路



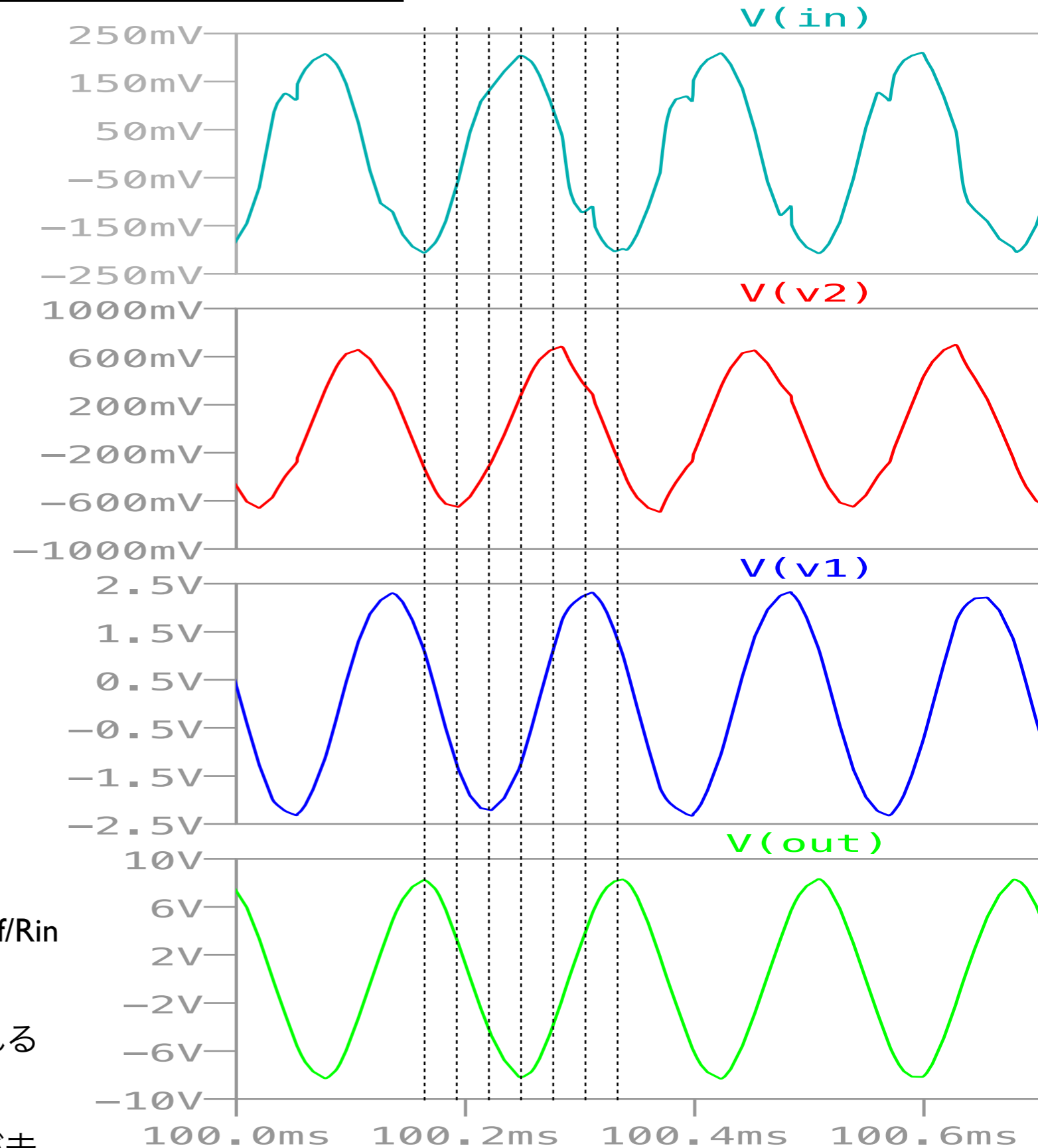
CR移相発振回路



```
.IC V(in)=1e-6V
.tran 0 500ms startup
.ac dec 10 100 10Meg
.lib opamp.sub
```



- CR回路で60度ずつ進む
- 3回で180度進む.
- 反転させるので、さらに180度
- 合計で360度.
- CRを通るので減衰する
- 反転増幅器でゲインが元の1になるように R_f/R_{in} を調整する.
- 周期：CR回路で60度進む周波数から得られるCR回路1回分の進み時間の3倍
- CR回路の最大の進みは90度だが、周波数が未定になるので、60度とする.



1回路入り低雑音オペアンプ

■ 概要

NJM5534 は、1回路入り低雑音オペアンプであり、すぐれた雑音性能と、高出力ドライブ能力を有しています。本集積回路は、741と比較して、周波数特性、スルーレート、雑音特性に優れています。入力トランジスタの低雑音化によって、音響機器のプリ・アンプや、サーボ系誤差増幅器等の低雑音信号処理への応用に最適です。

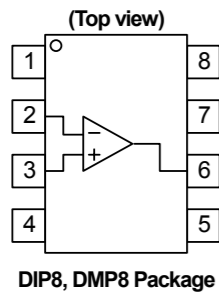
外部補償なしでは利得3以上で、ボルテージフォロウ、容量性負荷のドライブ等の応用には外部補償が必要です。外部補償はCOMPENSATION(5PIN)と V_{IO} Trim/COMPENSATION(8PIN)との間に位相補償用コンデンサを接続してください。

特性の中で低雑音が必要な場合は、入力換算雑音電圧選別品(NJM5534DD/MD)も用意しております。

■ 特徴

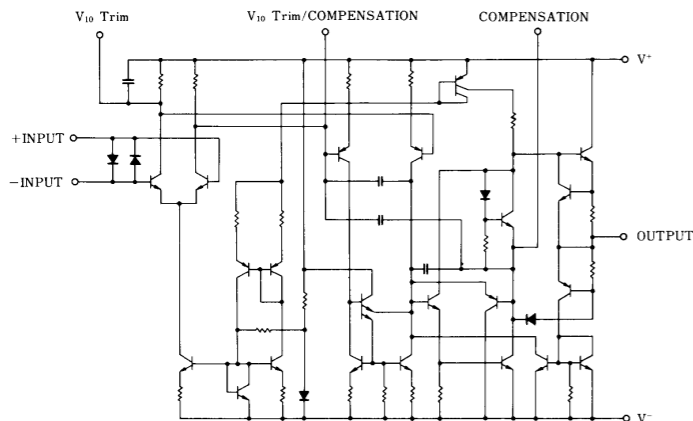
- 動作電源電圧 $\pm 3 \sim \pm 22V$
- 1回路入り
- オフセット調整端子付
- 入力雑音電圧 $3.3nV/\sqrt{Hz}$ typ.@1kHz
- 電力帯域幅 $200kHz$ typ.
- スルーレート $13V/\mu s$ typ.
- バイポーラ構造
- 外形 DIP8,DMP8

■ 端子配列



- ピン配置**
1. V_{IO} Trim
 2. -INPUT
 3. +INPUT
 4. V^-
 5. COMPENSATION
 6. OUTPUT
 7. V^+
 8. V_{IO} Trim/COMPENSATION

■ 等価回路図



■ 絶対最大定格 (Ta=25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V^+V^-	± 22	V
差動入力電圧	V_{ID}	± 0.5	V
同相入力電圧	V_{IC}	V^+V^-	V
消費電力	P_D	DIP8: 500 DMP8: 300	mW
動作温度	T_{opr}	$-20 \sim +75$	°C
保存温度	T_{stg}	$-40 \sim +125$	°C

■ 推奨動作電圧範囲 (Ta=25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V^+V^-	$\pm 3 \sim \pm 22$	V

■ 電気的特性 (指定無き場合には $V^+V^- = \pm 15V, Ta=25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
入力オフセット電圧	V_{IO}	$R_S \leq 10k\Omega$	-	0.5	4	mV
入力オフセット電流	I_{IO}		-	20	300	nA
入力バイアス電流	I_B		-	500	1500	nA
入力抵抗	R_{IN}		30	100	-	kΩ
電圧利得	A_v	$R_L \geq 2k\Omega, V_O = \pm 10V$	88	100	-	dB
最大出力電圧	V_{OM}	$R_L \geq 600\Omega$	± 12	± 13	-	V
同相入力電圧範囲	V_{ICM}		± 12	± 13	-	V
同相信号除去比	CMR	$R_S \leq 10k\Omega$	70	100	-	dB
電源電圧除去比	SVR	$R_S \leq 10k\Omega$	80	100	-	dB
消費電流	I_{CC}	$R_L = \infty$	-	4	8	mA
立上り応答時間	t_R	$V_{IN} = 50mV, R_L = 600\Omega, C_L = 100pF, C_c = 22pF$	-	35	-	ns
オーバー・シュート		$V_{IN} = 50mV, R_L = 600\Omega, C_L = 100pF, C_c = 22pF$	-	17	-	%
スルーレート	SR	$C_c = 0$	-	13	-	V/ μs
利得帯域幅積	GB	$C_c = 22pF, C_L = 100pF$	-	10	-	MHz
電力利得帯域幅	W_{PG}	$V_O = 20V_{P-P}, C_c = 0$	-	200	-	kHz
入力換算雑音電圧	V_{NI}	$f = 20Hz \sim 20kHz$	-	1	-	μV_{rms}
入力換算雑音電流	I_{NI}	$f = 20Hz \sim 20kHz$	-	25	-	pA _{rms}
入力換算雑音電圧	e_n	$f_O = 30Hz$	-	5.5	-	nV/ \sqrt{Hz}
		$f_O = 1kHz$	-	3.3	-	nV/ \sqrt{Hz}
入力換算雑音電流	i_n	$f_O = 30Hz$	-	1.5	-	pA/ \sqrt{Hz}
		$f_O = 1kHz$	-	0.4	-	pA/ \sqrt{Hz}
広帯域雑音指数	NF	$f = 10Hz \sim 20kHz, R_S = 5k\Omega$	-	0.9	-	dB

■ 電気的特性 (D ランク品(注 1)、指定無き場合には $V^+V^- = \pm 15V, Ta=25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
入力換算雑音電圧	V_{NI}	RIAA, $R_S = 2.2k\Omega$	-	-	1.4	μV_{rms}

(注 1)入力換算雑音電圧選別品です。