

OrCAD マニュアル

1. 目的

回路エディタ付きの電子回路シミュレータの使用法の基本を習得する。

2. 使用するソフトウェアについて

SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis, “スパイス” と読む) は 1970 年代に開発された電子回路シミュレーションのためのプログラムである。このプログラムをもとに多数の商用版の他に制限付きながらフリーで配布されているものもあり、電子回路を設計する上での標準ツールとして広く普及している。

SPICE で解析するためには、以前はネットリストと呼ばれる回路図をテキスト形式で記述したファイルを作製する必要があったが、現在では回路エディタと呼ばれる回路図作製プログラムで回路図を直接作図する場合はほとんどである。

今回の実験で用いるのは Cadence Design Systems 社の統合設計ソフト OrCAD シリーズの回路エディタ Capture と回路シミュレータ Pspice である。このプログラム自体はパソコンにインストールされているものの、サーバーがネットワーク上でライセンスの管理をしているために LAN に接続して実験を行う。

3. 使用方法

OrCAD の製品版と DEMO 版の違いは DEMO 版では機能や素子数に制限があるだけで、基本的な操作は変わらない。本マニュアルは製品版をについて書かれているが、DEMO 版にも対応できると考えている。多少異なる点があっても試行錯誤して進んでみることに。

ここから先は図 1 に示す CR 直列回路を例に使用方法について説明する。

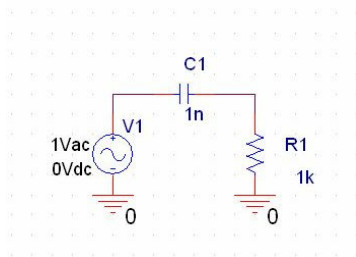


図 1

3. 1 部品配置

(1) Capture の起動

回路図エディタの Capture をデスクトップ上の CAD フォルダの中にあるアイコン (図 2) をダブルクリックして起動する。



図 2

- (2) [File]→[New]→[Project]を選び、"New Project"ウィンドウを開く (図 3)。"Name"欄に test1 と記入し、"Analog or Mixed Signal Circuit Wizard"ラジオボタンにチェックを入れる。"Location"欄には共有フォルダ内にある"C:¥Documents and Settings¥All Users¥Documents¥5E_experiment"と記入するか"Browse"ボタンにより同様のフォルダを検索すること (図 4)。"OK"ボタンをクリックすると図 5 の画面がでてくるので、"完了"ボタンをクリックすること。

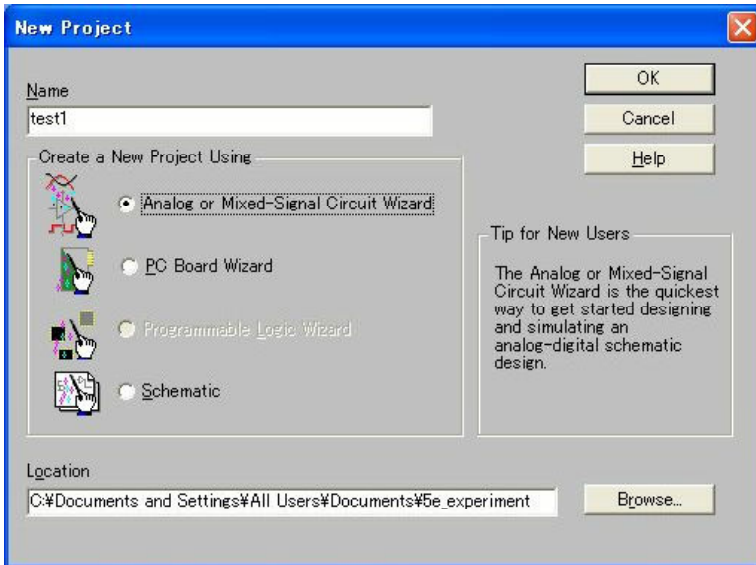


図 3



図 4



図 5

(3) コンデンサの配置

[Place]→[Part]を選び、"Place Part"ウィンドウを開く (図 6)。次に、"Libraries"から"ANALOG"を選択し、"Part List"から"C"を選択し、"OK"ボタンをクリックする。部品が画面に現れたら図 7 のように任意の位置でクリックして素子を配置する。配置後は右クリックして"End Mode"を選択して部品配置を終える

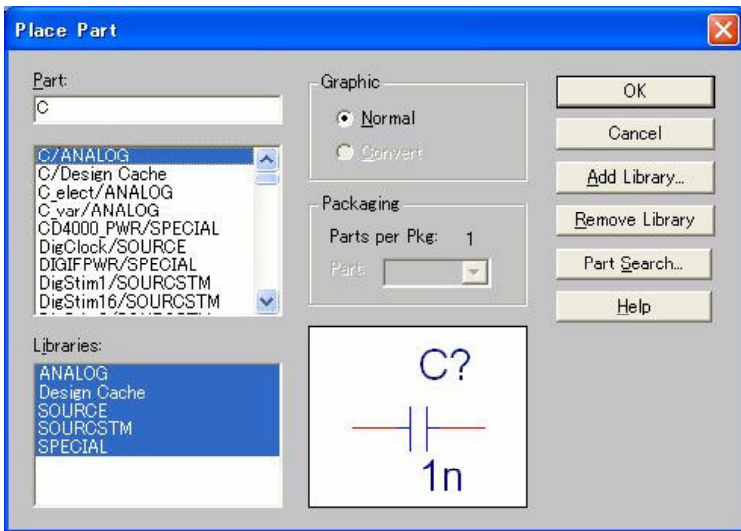


図 6

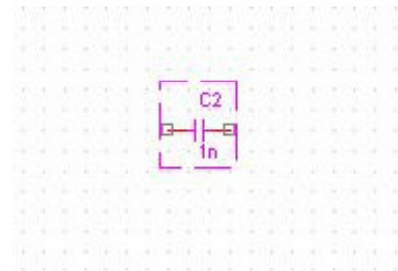


図 7

(4) 抵抗の配置

以下、コンデンサの配置と同様の作業になる。[Place]→[Part]を選び、"Place Ground"ウィンドウを開く。次に、"Libraries"から"ANALOG"を選択し、"Part List"から"R"を選択し、"OK"ボタンをクリックする。部品が画面に現れたら、右クリックして"Rotate"を選び、素子を 90° 回転させて、任意の位置でクリックして素子を配置する。(このとき、C の端に R の端を合わせると赤いマーカーが現れる場合があるが、これは両者が接続されていることを示している。) 配置後は右クリックして"End Mode"を選択して部品配置を終える。

(5) 電源の配置

[Place]→[Part]を選び、"Place Part"ウィンドウを開く。次に、"Libraries"から"SOURCE"を選択し、"Part List"から"VAC"を選択し、"OK"ボタンをクリックする。部品が画面に現れたら任意の位置でクリックして素子を配置する。配置後は右クリックして"End Mode"を選択して部品配置を終える。VAC は DC、AC 混在電源であり周波数解析に用いる。初期値は DC=0V、AC = 1V である。

(6) アースの配置

[Place]→[Ground]を選び、"Place Ground"ウィンドウを開く。次に、"Symbol"から"0" (または"0/source") を選択し、"OK"ボタンをクリックする。部品が画面に現れたら電源と抵抗の端に合わせてそれぞれクリックして素子を配置する。配置後は右クリックして"End Mode"を選択して部品配置を終える。ここまでの配置図は図 8 のようになる。

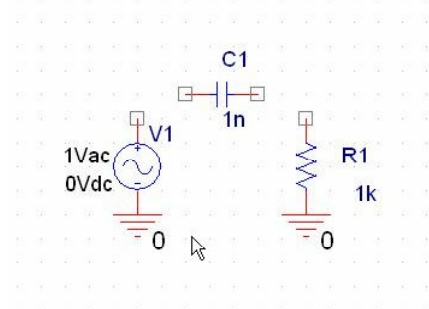


図 8

(7) ワイヤの利用

各素子間がつながっていない場合は[Place]→[Wire]を選択し、素子の端子と端子間を結ぶこと。接続された場合は赤い丸が現れるので参考にすること。完成図は図 1 のようになる。

3. 2 周波数特性解析 (AC SWEEP 解析)

- (1) 前項で作製した回路図を用いて周波数特性を求める。
[PSpice]→[New Simulation Profile]を選択し、"New Simulation"ウィンドウを開く (図 9)。
"Name"欄に test1-1 と記入し、"Create"ボタンをクリックする。



図 9

- (2) "Simulation Settings"ウィンドウが開き (図 1 0)、ここで解析する種類を設定することができる。ここでは"Analysis type"のプルダウンメニューから"AC Sweep/Noise"を選択する。このとき、"Options"で"General Settings"にチェックが入っていることを確認すること。

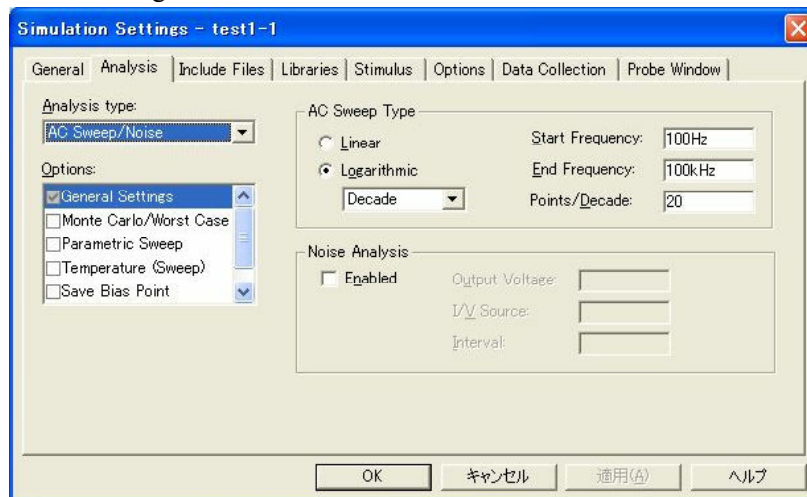


図 1 0

- (3) 同じウィンドウ内の"AC Sweep Type"中の各項目を記入する。"Start Frequency"と"End Frequency"解析を開始する周波数と終了する周波数を設定する項目であり、ここではそれぞれ 100Hz と 100kHz と記入する。"Points/Decade"は解析点数を表しており、ここでは 20 とすること。全ての設定が完了したら"適用"ボタンをクリックし、"OK"ボタンをクリックして終了する。
- (4) 解析する回路上の位置にプローブと呼ばれるマーカを配置する。[PSpice]→[Markers]→[Advanced]→[dB Magnitude of Voltage]を選択する。このプローブにより探針の先端の電圧 (dB 表示) が測定可能となる。先端を抵抗の上端側のワイヤに合わせ、クリックして位置を設定する (図 1 1)。配置後は右クリックして"End Mode"を選択してプローブの配置を終える。
- (5) 次に、[PSpice]→[Markers]→[Advanced]→[Phase of Voltage]を選択する。このプローブにより探針先端の電圧位相が測定可能になる。(4)と同じ位置に設定し (図 1 1)、配置後は右クリックして"End Mode"を選択してプローブの配置を終える。
- (6) [PSpice]→[Run]を選択すると Pspice が立ち上がり、解析結果が表示される。

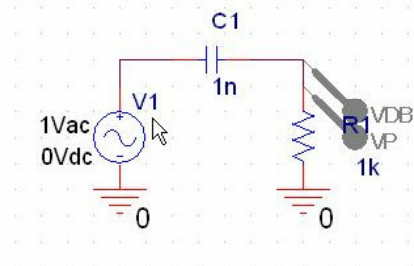


図 1 1

3. 3 数値の変更

- (1) コンデンサの値を変更する。回路上の"1n"をダブルクリックすると"Display Properties"ウィンドウが表示される (図 1 2)。"Value"欄に 10n と入力し、"OK"ボタンをクリックする。回路上の数値が 10n に変更されていることを確認すること。
- (2) 次に抵抗の値も同様に変更する。回路上の"1k"をダブルクリックして"Display Properties"ウィンドウを開き、"Value"欄に 20k と入力し、"OK"ボタンをクリックする。回路上の数値が 20k に変更されていることを確認すること。
- (3) 単位の接頭語はそのまま認識してくれるので、このように数値を入力するときは 10000 ならば 10k としてよい。接頭語の記号を表 1 に示す。大文字と小文字をプログラムでは識別しないので使い分ける必要はない。メガは meg と表すので注意すること。

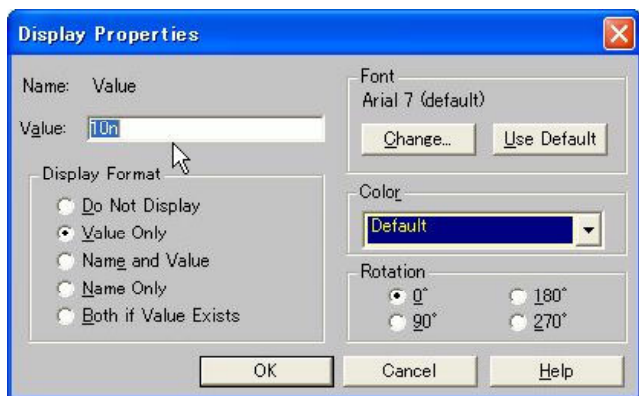


図 1 2

表 1 単位の接頭語の記号一覧

| 記号 | 倍数 | 読み |
|-----|------------|------|
| f | 10^{-15} | フェムト |
| p | 10^{-12} | ピコ |
| n | 10^{-9} | ナノ |
| u | 10^{-6} | マイクロ |
| m | 10^{-3} | ミリ |
| k | 10^3 | キロ |
| meg | 10^6 | メガ |
| g | 10^9 | ギガ |
| t | 10^{12} | テラ |

- (4) [PSpice]→[Run]を選択し、解析を実行する。前回は結果が異なっていることを確認すること。

3. 4 波形解析 (Time Domain 解析)

- (1) 同じ回路を利用して今度は波形を観測する。[PSpice]→[New Simulation profiles]を選択し、"Name"欄に test1-2 を入力する。次に、"Simulation Settings"ウィンドウの"Analysis type"のプルダウンメニューから"Time Domain (Transient)"を選択する。このとき、"Options"で"General Settings"にチェックが入っていることを確認すること (図 1 3)。

- (2) "Run to time"欄に 10m と記入して、"適用"ボタンをクリックしてから"OK"ボタンをクリックする。これは 0 ~ 10ms の範囲で波形の解析と表示を行うことを示している。

- (3) "VAC"では周波数などが定義されていないため、波形を表示することが出来ない。そこで周波数を設定できる電源に変更し、波形もパルス波形に変更する。[Place]→[Part]を選び、"Place Part"ウィンドウを開く。次に、"Libraries"から"SOURCE"を選択し、"Part List"から"VPULSE"を選択し、"OK"ボタンをクリックする。部品が画面に現れたら"VAC"と同じ位置に素子を配置する。配置後は右クリックして"End Mode"を選択して部品配置を終える。"VPULSE"はパルス電源であり、V1 は初期電圧、V2 はパルス電圧、TD は遅延時間、TR は立ち上がり時間、TF は立ち下がり時間、PW はパルス幅、PER は周期をそれぞれ示す。各パラメータを次のように設定すること。V1 = 0V、V2 = 1V、TD = 0s、TR = 0s、TF = 0s、PW = 1ms、PER = 2ms。

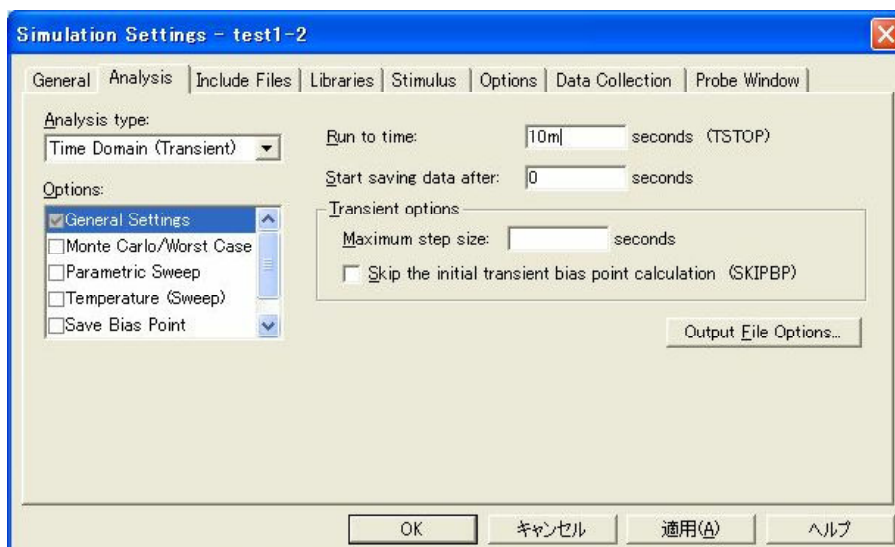


図 1 3

- (4) 次にプローブを変更する。まずは先に使用したプローブマーカーを削除する必要がある。削除したいプローブをクリックして選択し、Delete キーを押すか、右クリックしてメニューから "Delete" を選択して削除する。同様の作業を繰り返して2つのプローブを削除すること。
- (5) 次に、[PSpice]→[Markers]→[Voltage Level] を選択し、コンデンサの両端にそれぞれプローブを配置する (図 1 4)。
- (6) [PSpice]→[Run] を選択し、解析を実行する。
- (7) 実際には解析する点数が足りないため波形がなまって見える。これを解消するために "Simulation Settings" ウィンドウを開き (図 1 3 参照)、 "Transient Options" の Maximum step size" を 1u に設定し、もう一度 [PSpice]→[Run] より実行する。

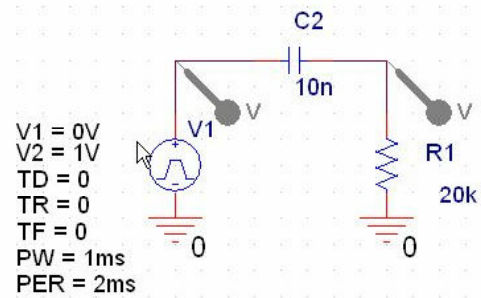


図 1 4

4. 基本的な回路解析

これまでの内容を参考にして以下の回路について指示に従って回路解析を行いなさい。解析する周波数範囲や時間範囲は見やすいように適切な値を各自で選んで使用すること。それぞれの回路について①回路図、②周波数特性の結果、③波形解析の結果の3枚を結果として印刷すること。

【周波数特性の縦軸について】

周波数特性において VDB プロブと VP プロブで電圧利得と位相を表示するが、どちらも入力電圧を基準にしてプローブの位置における結果を出力する。例えば図 1 1 では入力電圧が V1 であるのでプローブの位置における電圧を V2 とすると、

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{VDB} = 20 \log \frac{\text{V2}}{\text{V1}} \quad [\text{dB}] \\ \text{VP は V1 に対する V2 の位相差} [\text{deg}] \end{array} \right.$$

となる。

VDB と VP は単位がそれぞれ異なるので両者を同じ縦軸で書くと分かりにくくなるため、最後に印刷する前には縦軸を2本にするとよい。以下に縦軸を増やす手順について述べる。

- (1) [Plot]→[Add Y Axis] を選択すると縦軸が2本になる。
- (2) [Trace]→[Add Trace] を選択すると図 1 5 の "Add Settings" ウィンドウが立ち上がる。
- (3) ウィンドウ内の "Trace Expression:" に、グラフの下側に書かれている式のどちらかを書き込む。
- (4) 新しくできた軸に先ほど書き込んだグラフがコピーされるので、最初の軸から元の式をクリックし、del キーで削除する。

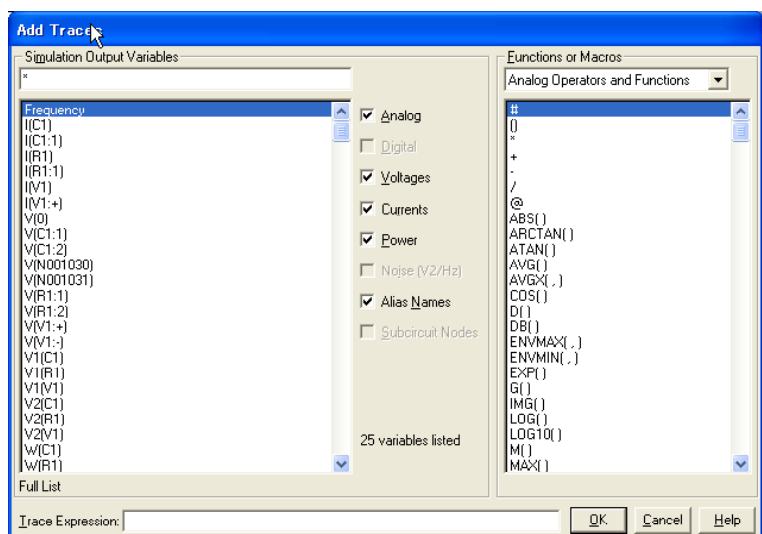


図 1 5

【解析結果の値の読み取りについて】

解析結果を読み取る場合には図 1 6 の"Toggle cursor"アイコンをクリックするか、[Trace]→[cursor]→[Display]を選択すると、図 1 7 のような"Probe Cursor"ウィンドウが現れる。図 1 7 では A1 がその点における解析結果となる。

別のグラフの値を読み取りたい場合は、グラフ下側のマーカーをクリックすること。



図 1 6

| Probe Cursor | |
|--------------|------------------|
| A1 = | 761.231, -46.406 |
| A2 = | 100.000, -64.036 |
| dif= | 661.231, 17.630 |

図 1 7

4. 1 CR 直列回路

(1) 図 1 の回路図を参考にして周波数特性解析と波形解析を行いなさい。ただし、コンデンサ C1 は (今日の日付) × 10[pF] (11 月 8 日であれば 11080p)、抵抗 R1 は学籍番号の下 2 桁の数値 [k Ω] (〇〇〇-180 であれば 80k) とすること。

(2) 周波数特性の結果から、平坦部分から -3dB 下がる周波数 (低域遮断周波数) を求めること。

4. 2 RC 直列回路

(1) 図 1 6 の回路図を参考にして周波数特性解析と波形解析を行いなさい。ただし、コンデンサ C1 と抵抗 R1 の値は CR 回路と同じにすること。

(2) 周波数特性の結果から、平坦部分から -3dB 下がる周波数 (高域遮断周波数) を求めること。

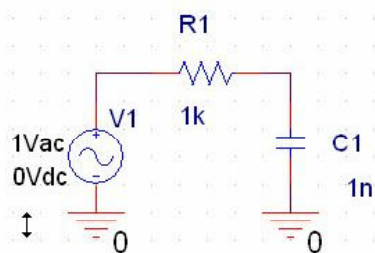


図 1 6

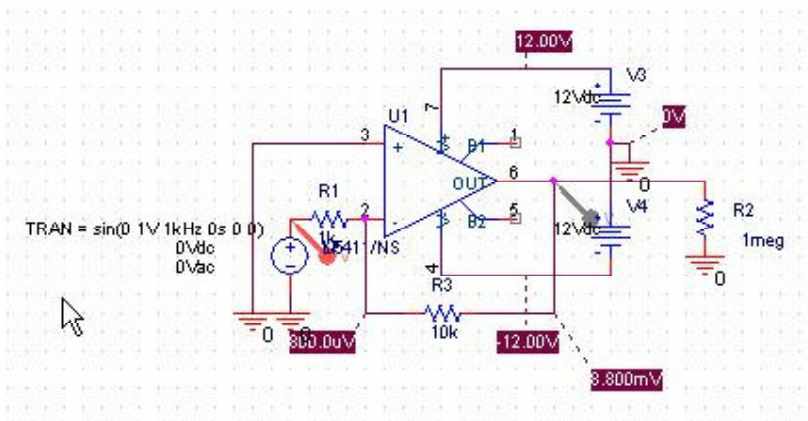


図 1 7

4. 3 OP アンプ反転増幅回路

(1) National Semiconductor 社の OP アンプ LF411 を用いて増幅回路の設計を行う。OP アンプは[Place]→[Part]より"Libraries"から"Nat_semi"を選択し、"LF411/NS"を選ぶこと。直流電源は"SOURCE"より"VDC"を選択し、電圧は 12VDC とすること。図 1 7 の反転増幅回路について、その動作を周波数特性解析と波形解析の両方により確認しなさい。

また、"VAC"では周波数 (周期) が設定できないので波形解析を行えないため、波形解析をする場合は万能電源"VSRC"を用いること。

"VSRC"のパラメータは"AC =", "DC =", "TRAN ="の 3 つがあり、波形解析のためには TRAN のみ変更する。正弦波を出力したい場合は"TRAN = sin(0V 1V 1kHz 0s 0 0)"とすること。() 内は左から直流オフセット電圧、最大値、周波数、遅延時間、ダンピングファクタ、位相を表しているが後の 3 つは省略しても構わない。

(2) 利得が学籍番号の下 2 桁[dB]となるように反転増幅回路を設計しなさい。ただし、20[dB]を超える場合は出力波形が飽和することが予想されるため、当初予定の利得を 20[dB]を下回るまで 2 で割った利得にして設計すること。また、図 1 7 の R1 は 1[k Ω] とすること。

例) 98dB の場合、2 で割り続けると 98 → 49 → 24.5 → 12.25dB となり最初に 20dB を下回った 12.25dB で設計することになる。