

# アナログ基礎電子回路実験

○小嶋一生、須恵耕二、吉岡昌雄

電気情報技術系

## 1 始めに

アナログ電子回路の基本回路設計について学ぶ実験である。回路設計法を学ぶ上で最も効率的な方法は年々変化する回路の変化の理由を考えながら、自分で回路を設計製作する事である。本実験では回路解析プログラム SPICE を使いながら回路を設計し、実際に増幅回路を製作、測定する事でアナログ基礎電子回路の設計法を学ぶ。

実験日時 2013 年後期火曜日 (3,4 時限) と木曜日(1,2 時限)

実験場所 共用棟黒髪 1 講義室、研究実験棟 1 階

開講学年 情報電気電子工学科 2 年次 (170 名)

## 2 内容

### ○トランジスタの基礎特性の理解

#### ・PN 接合ダイオードの構造と特性の理解

- 1.ダイオードの構造によりいくつかの種類に分けられる最も多く使用されトランジスタの動作と深く関連しているのが PN 接合ダイオードであり、その構造と端子名の理解及び、順バイアス、逆バイアスについて理解する。
- 2.ダイオードの電气的特性について理解する。直流電源をダイオードに接続し電圧を負から正にゆっくりと変化させる事で、0.5V 以下ならば電流は微小だが 0.5V を超えると指数関数的に増大するのを確認する。

#### ・トランジスタの種類、構造、特性、動作

- 1.バイポーラ・トランジスタと電界効果トランジスタのタイプの分類について学び、それぞれに NPN 型と PNP 型のトランジスタに分類できる事を学ぶ。
- 2.トランジスタで増幅を行う為の条件について理解する。
- 3.トランジスタの端子間電圧と端子電流について飽和電流と直流電流増幅率によって影響を受ける事を理解する。
- 4.直流電流増幅率のばらつきが非常に大きいパラメータでばらつきの範囲を 2 倍程度になるようにランク付けして 4 種類に規格化されている事を学ぶ。

### ○SPICE を活用した回路設計

#### ・1 増幅器の理解

- 1.アナログ増幅回路の信号を伝達する為に一般的に電流変化を電圧変化に変える事で実現している事を学ぶ為に実際に電流と電圧の変換の計算を行う。
- 2.非常に複雑な信号波形もフーリエ変換により正弦波状信号波の集合に分類できる事をまなび、まずは正弦波で考える事でより理解度が深まる。

- 直流動作解析

1. 直流動作解析では、交流信号電圧をゼロと仮定し回路の動作を求める計算をする。
2. 直流動作時は、コンデンサに電流が流れないので回路の全てのコンデンサを取り払って解析する解放除去の手法を学ぶ。

- 交流動作解析

1. 交流動作解析では直流信号電圧を取り除いて交流の変化分だけを解析する
2. 直流電圧源と大容量のコンデンサを短絡した回路で解析する短絡除去の手法を学ぶ。
3. トランジスタについては等価回路の概念を使い増幅器の電圧利得の計算を行う。

- 1 石増幅器の欠点

1. 直流電流増幅率のばらつきによって動作点の位置が変動し場合によっては増幅器として機能しなくなる事を学ぶ。
2. 無信号時動作点のコレクタエミッタ間電圧が電源電圧の半分より大きいときは出力変化コレクタエミッタ電圧の負の最大振幅は大きくなるが、正の最大振幅が電源電圧の半分より小さくなる事を学ぶ。

- 1 石反転増幅器

1. 動作点を安定化する基本的な考えであるフィードバックの活用する事を学ぶ。特にトランジスタ固有の欠点である直流電流増幅率のおおきなばらつきがネガティブフィードバックにより回路に与える影響を減少する事ができる事を学ぶ。
2. 第2の手法としてエミッタ電流を安定させる事でコレクタ電流とコレクタエミッタ間電圧の動作点を安定化する手法について学ぶ。

- SPICE の使い方

- 解析方法

- トランジスタ増幅回路の試作・評価

- 1 石反転増幅器を作成し、動作を検証する。設計ミスや SPICE を使ったシミュレーション結果との比較を行う事で作成した回路の評価を行う。

### 3 まとめ

本実験で我々は、主にトランジスタ増幅回路の試作・評価を指導している。電子部品の基礎的な扱い方、ユニバーサル基板上での設計、正しいはんだ付けの手法と回路不動作時の原因の発見方法、最後に作った回路での特性測定を指導する。実験終了時を「納期」と想定して、それまでに各自完成させる事を目指させ、この実験が社会へ出た際のシミュレーションとなるように工夫している。