

アナログ信号の増幅

工学部 機械知能工学科

熊谷 正朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室 RDE

今回の到達目標

○アナログ信号増幅の基礎知識

- ◇増幅という概念を説明できる。
 - ・信号の振幅を大きくする。
 - ・入力信号が単に大きくなるわけではない。
- ◇増幅回路全般の特性の概要を説明できる。
 - ・増幅率とオフセット
 - ・帯域、入出力インピーダンス
- ◇一例として反転増幅回路の特徴を説明できる。
 - ・オペアンプによる初歩的増幅回路

アナログ信号の復習→基礎BS07

○”アナログ”、“周波数応答”

- ◇アナログ・アナログ信号 (VSデジタル)
 - ・連続量
 - ・主に電圧値がそのまま値として使われる
= 電圧の大きさの取り扱いが重要
- ◇周波数応答(周波数特性、正弦波応答)
 - ・ある周波数に対して
 - ・振幅の比: 増幅率[倍]、ゲイン[dB]
 - ・タイミングのずれ: 位相[deg]

信号の大きさ調整の必要性

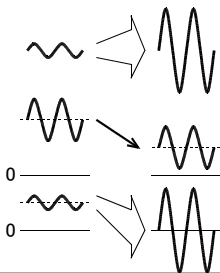
○信号のミスマッチの解消

- ◇センサの出力範囲 と コンピュータ側の範囲
 - ・センサ:ものによる
 - 生のセンサ類 = 振幅(変化幅)小、弱い
 - 回路入りセンサ =
大きめ、強い、直結できることが多い
 - ・コンピュータ:大きく2系統
 - ±10V, ±5Vなど:アナログ入力重視型
 - 0~5[V], 0~3.3[V]:コンピュータ側都合

信号の大きさ調整の必要性

○増幅 と オフセットの調整

- ◇入力(センサ信号など)→出力(利用者側)

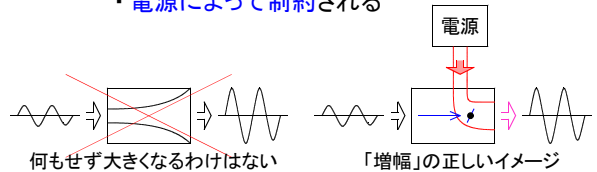


- ◇増幅 ↓センサ感度
 - ・振幅=変化幅を大きくする
 - ・電流を強化する
- ◇オフセット調整・レベルシフト
 - ・全体的に電圧を高低
- ◇組み合わせ
 - ・両方必要な場合が多い

増幅という機能

○入力による、出力の調整

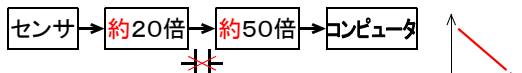
- ×入力信号が大きくなる
- 入力信号で、電源→出力の調整をする
 - ・その調整のされ方で入出力の関係式
 - ・電源によって制約される



増幅回路の仕様検討

○メカトロにおける増幅回路の特徴

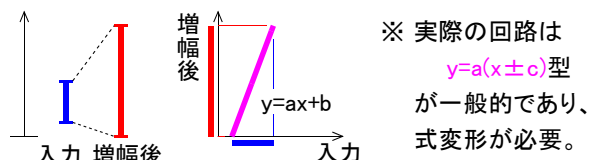
- ◇直流成分(静止成分)が必要
 - ・止まっている状態の計測=直流
 - ・比較: 交流増幅 例) 音声、振動
 - ※信号に直列にCが入ると交流増幅
- ◇倍率や極性(増減方向)に厳密さは不要
 - ・コンピュータに入れてから、まとめて校正



増幅回路の仕様検討

○電圧範囲から電圧範囲への変換

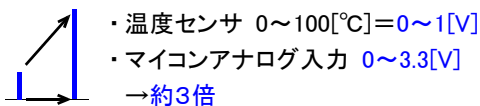
- ◇二つの着目点
 - ・幅を合わせる→増幅する
 - ・電圧の高低を合わせる→オフセット調整
 - ・一般: $y=ax+b$ 型: 出力 = 増幅率 × 入力 + b



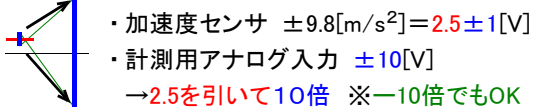
増幅回路の仕様検討

○変換の例

◇増幅だけで済む場合



◇オフセットの調整も必要な場合



増幅回路の仕様検討

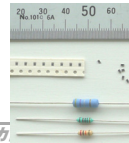
○増幅回路の設計・実装方法

◇回路の選択

- ・目的の増幅を実現できる回路を選択
- ※よく使われるものが数種ある

◇定数の決定 部品の選定

- 回路テンプレートと式を知ること
- ・回路の特性を決める数式をもとに、抵抗値などを決定する。
- ・具体的に使う部品を選定する：性能、精度、形状[外見・大きさ]



増幅回路の特性

○増幅回路の主な性能値

◇増幅率[倍]

- ・何倍にできるか ゲイン表記[dB]も

◇帯域[Hz]

- ・どのくらいの周波数まで、その倍率が
- ※帯域:基礎BS07参照 3[dB]落ちに注意

◇入力インピーダンスと出力インピーダンス

- ・インピーダンス≒抵抗 (交流の意味で)
- ・入力電流の流れやすさ、出力の流しやすさ

増幅回路の特性

○入力インピーダンスと出力インピーダンス

◇インピーダンス≒抵抗

入力:∞が理想
出力:0が理想
※伝送のための特例あり

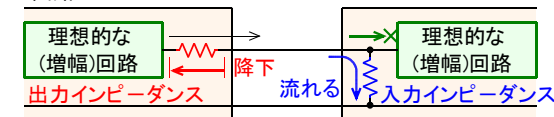
・回路の理想:

入力には流れず、出力は電流で変化せず

・現実:入力につないだ電圧で電流が流れる

・現実:出力電流により出力電圧が低下する

実際の回路



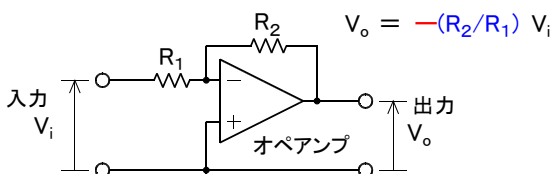
オペアンプによる反転増幅回路

○増幅回路の基礎&代表格

◇オペアンプ:次回 動作原理:次回

◇反転増幅:電圧の正負が反転する

◇抵抗の比で増幅率が決まる



オペアンプによる反転増幅回路

$$V_o = -(R_2/R_1) V_i$$

○反転増幅の特性、利用上の注意

◇入力電圧範囲:主に電源、オペアンプの制約

◇出力電圧範囲:電源電圧の範囲 (の若干内側)

- ・単電源(0~?[V])では負電圧は出力できず

◇入力インピーダンス: R_1 (ある程度流れる)

◇出力インピーダンス:十分低い=後続の影響小

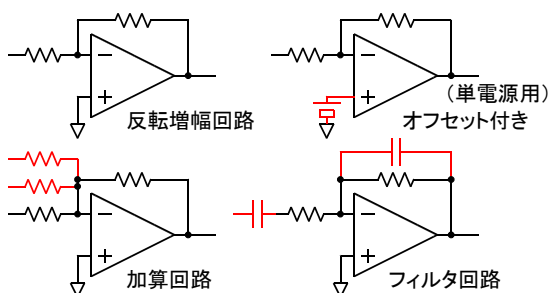
- ・ただし一般的なオペアンプの制約:約2.30[mA]

◇帯域:オペアンプと増幅率による 数十kHz~

- ・メカトロでは多くの場合は十分 数MHz

オペアンプによる反転増幅回路

○反転増幅回路のバリエーション



増幅回路:補足

○弱い/微弱な信号を扱うときの留意点

◇入出力のインピーダンスの配慮

- ・回路を繋ぐことによる動作不良の可能性

◇ノイズに注意

- ・回路のノイズへの耐性(拾いやすさ)
- ・回路自身の出すノイズ
- ・電源から入るノイズ

◇温度特性

- ・抵抗値の温度による変化→増幅率変化等