

アナログデジタル変換

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

○アナログデジタル変換の動作と選定

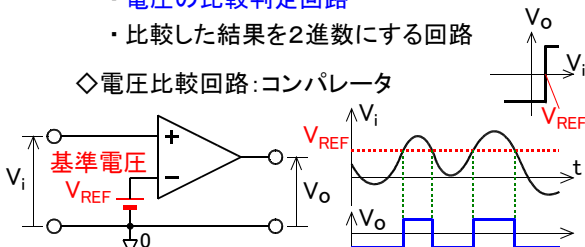
- ◇AD変換の方法を一つは説明できる。
 - ・コンパレータ ヒステリシスコンパレータ
 - ・逐次比較型 フラッシュ $\Delta \Sigma$ 二重積分
- ◇変換時間、サンプルホールドについて説明できる。
 - ・変換を補助する回路と動作タイミング
- ◇AD変換の大まかな選定に目安をつけられる。
 - ・目的に応じた性能の決定と選定

アナログ電圧のデジタル化

○基準との大小比較

- ◇ある電圧の範囲 → あるデジタル値
 - ・電圧の比較判定回路
 - ・比較した結果を2進数にする回路

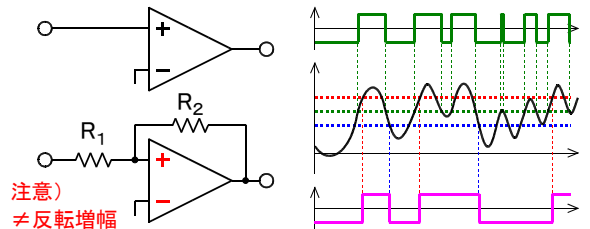
◇電圧比較回路:コンパレータ



電圧比較回路:コンパレータ

○コンパレータとヒステリシスコンパレータ

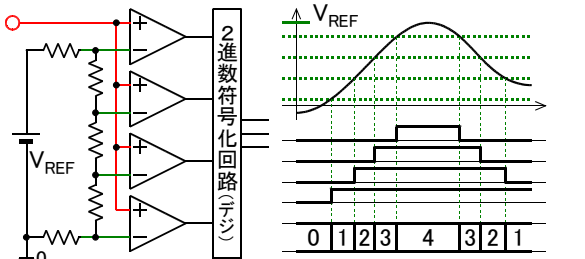
- ◇コンパレータ: 一つの基準(しきい値)と比較
- ◇ヒステリシス~: 上下二つの基準



アナログデジタル変換:フラッシュ型

○一発で変換する高速型

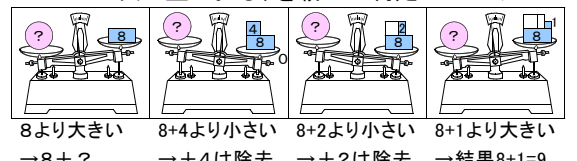
- ◇抵抗による分圧+多数の比較器+符号化



アナログデジタル変換:逐次比較型

○上皿天秤的にデジタル値を決めていく

- ◇上皿天秤の方法(ただし2進数的)
 - ・一番大きなおもりを載せ、対象がより重ければそのまま、対象が軽ければ除去
 - ・次に重いおもりを載せて判定→つづく

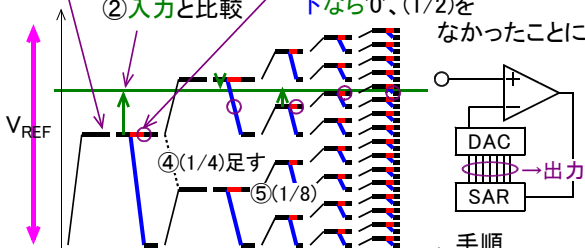


アナログデジタル変換:逐次比較型

○動作の経過イメージ

上下上下下
=10110

- ① V_{REF} の(1/2)を出す
- ② 入力と比較
- ③ 上なら'1'、電圧そのまま
下なら'0'、(1/2)を
なかったことに
- ④ (1/4)出す
- ⑤ (1/8)出す

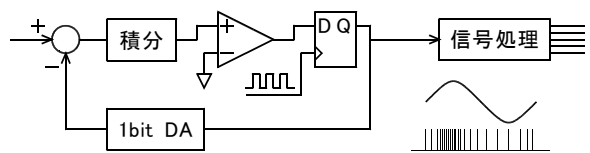


アナログデジタル変換: $\Delta \Sigma$ 型 ($\Sigma \Delta$)

でるた-しぐま

○1ビット出力+信号処理

- ◇変換結果は0/1の時間方向の密度に
 - ・シンプル → 高分解能 高精度にしやすい
 - ・0/1列から一般的な変換値(多ビット)にするためにデジタル信号処理が必要。

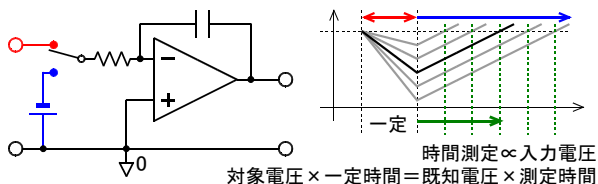


アナログデジタル変換：二重積分

○積分回路→時間→時間カウント

◇動作の概要

- ・対象の電圧を一定時間積分する
- ・基準電圧(逆符号)で積分する → 時間測定



アナログデジタル変換：方式比較

○方式ごとの利点欠点→用途

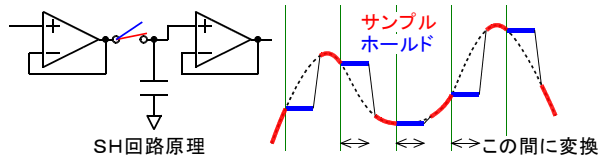
- ◇逐次比較 → 汎用; 多くの用途、マイコン内蔵
 - 回路小=コスト低
 - △ 変換時間(\propto ビット数)
- ◇フラッシュ → 高速用途; 映像、計測器
 - 超高速
 - × 回路規模($\propto 2^N$)
- ◇ $\Delta \Sigma$ → 計測、オーディオ等
 - 高分解能高精度
 - × 遅め、信号処理多
- ◇二重積分 → テスタ、メータ類
 - 積分の耐ノイズ性、高精度
 - × 遅い

サンプルホールド回路(トラックホールド)

○変換中の電圧維持

◇AD変換には時間がかかる

- ・逐次比較は変換中に電圧が変わるとNG
→ 変換中は電圧を一定に保つ仕掛け必要
- ・サンプル: 入力追従 ホールド: 保持

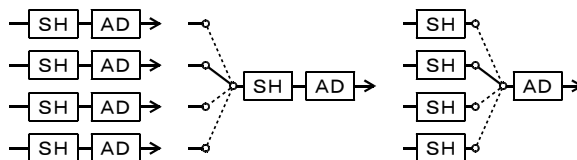


マルチプレクサ(入力切替回路)

○複数のアナログ電圧を変換したい

◇二つの方針

- ・AD変換をたくさん並べる → 高い
 - ・スイッチで切替ながら順次変換する → 遅く
- ※SW→SH or SHで同時ホールド→SW

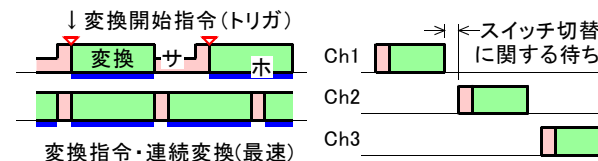


アナログデジタル変換のタイミング

○サンプル+変換(+切り替え)

◇それぞれに最低限の時間が必要

- ・変換時間: ADそのものの所要時間
- ・サンプル時間: ホールド解除→追従
- ・スイッチ切り替えの時間(含むサンプル追従)



アナログデジタル変換の選定

○変換したいものの仕様の確認

- ◇電圧範囲 → ADの選定(+回路の設計)
 - ・何[V]~何[V]を変換したいか
- ◇分解能=どのくらい細かく変換したいか → AD
 - ・電圧範囲[V] ÷ 細かさ[V] < 2のビット数乗
 - ・精度も要チェック 分解能 ≠ 精度
 - ※有効桁数、一般に速度を上げると低下
- ◇変換の速度 → ADの選定
 - ・変換の周期、1秒あたりの変換数[Hz,sps]

アナログデジタル変換の選定

○変換速度

◇サンプリング周波数 f_s の決定

- ・目安: 測定したい信号の最高周波数の10倍
- ※含む: ある程度の波形 ; 正弦波なら4倍

◇チャンネル数の考慮

- ・AD並列式: Ch数の影響無し
- ・切替式: ADの性能 ÷ (Ch数 $\times \alpha$)
 α : 1.1~1.5くらい; 切替にかかる時間

◇同時性の必要性の有無

アナログデジタル変換の選定

○ものとしてのAD変換の種類

- ◇単独の装置(データロガー、デジタルオシロ)
 - ・装置の仕様を確認、記憶容量も確認
- ◇パソコン接続型(USB接続・拡張ボード型)
 - ・パソコン本体との絶縁の確認(一般に非絶縁)
 - ・いずれも入力特性は要注意
- ◇マイコン内蔵AD変換器
- ◇単独のAD変換器(IC)
 - ・回路設計の必要性、要電氣的配慮