

第1章 アナログ回路理論 I

群馬大学
アナログナレッジ養成拠点
保谷和男



目次

第1章 アナログ回路理論 I

- 1.1 アナログとデジタル
- 1.2 アナログ回路の主要部品
- 1.3 オームの法則とキルヒホフの法則
- 1.4 複素インピーダンス
- 1.5 ボード(Bode)線図
- 1.6 LCR回路の特性
- 1.7 半導体デバイスの概要
- 1.8 半導体を用いた簡単な増幅回路
- 1.9 参考図書



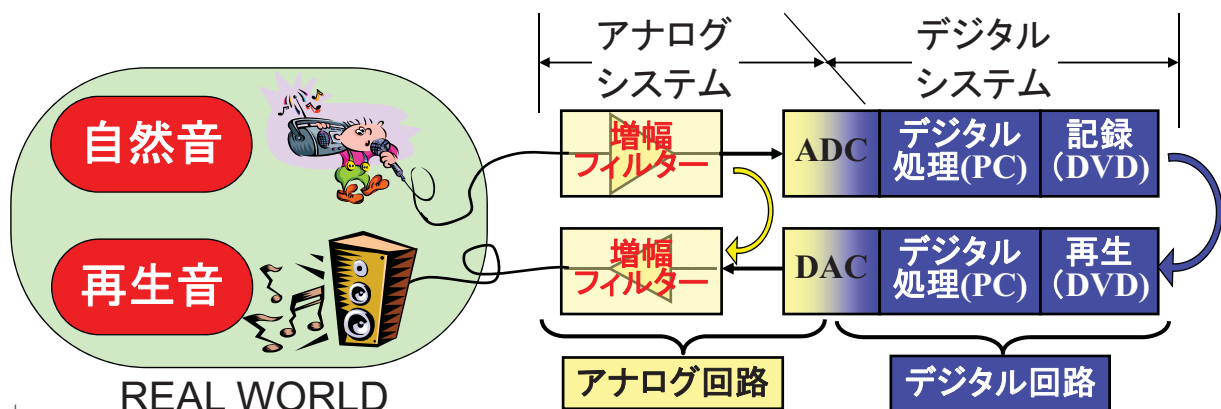
1.1 アナログとデジタル

- アナログの世界とデジタルの世界
- アナログ(連続)からデジタル(離散)へ
- デジタル設計の特徴
- アナログ設計の特徴



アナログ世界とデジタル世界

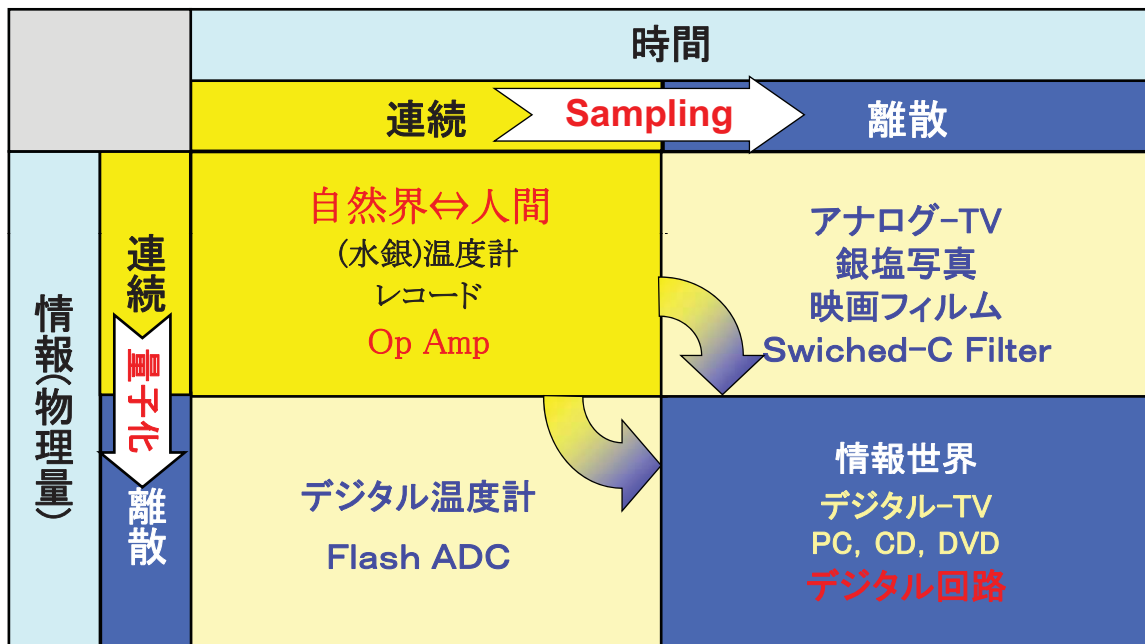
- 自然界と仮想世界
 - 連続量: 音・音楽, 光・映像, 温度, 圧力...
 - 離散量: 計算, 記録, パソコン, CD, DVD...
- 自然界の現象はアナログ
 - 自然界と電子機器のInterfaceはアナログ信号
 - 入力: マイク, 撮像素子, センサー
 - 出力: スピーカ, 表示装置, モータ, アクチュエータ, etc



連続と離散

●物理量(情報)と時間 デジタル化の2つの道

- Real World = 連続量
- Virtual World = 離散値(0, 1, 2, 3, ...)



アナログ信号からデジタル信号へ

音, 風, 光, 映像, 気温 →人間の感覚はアナログである
 自然界の現象の取得 →センサー出力はアナログ微小信号である

☆物理量を連続した電気信号に変換し, そのまま(Real Time) 処理する回路がアナログ(信号処理)回路である。

☆物理量と時間が離散化されたデータを処理する回路がデジタル回路である。基本的には各種論理回路とメモリで構成する。

☆離散化のためにはある程度大きくて純粋なアナログ信号が必要である。

→高精度高性能なアナログ信号処理回路が必要になる



デジタル回路設計の特徴

配慮すべき設計パラメータ

- デジタル論理設計で考慮すべき設計パラメータは多くない
 - ▶ 主要な設計はすべて論理の世界で行われる
 - ▶ 情報処理で信号(情報)の劣化がなく、多段の論理回路が構成できる
→LSIの進歩とともに、大規模なCPUや高集積メモリが開発された
- 設計で配慮される物理パラメータは多くない
 - ▶ 遅延(Gate遅延等)・ジッタ・閾(しきい)電圧(V_{th})
 - ▶ ドライブ能力(論理回路出力)・消費電力(電源電圧、電流)
- 但し、高速動作or低電力動作になると(0 \leftrightarrow 1)の過渡特性が問題になる
 - ▶ 過渡状態では情報(電圧)、時間ともに連続なアナログ量
アナログ回路設計の知恵とノウハウが必要になる

今後、ますますデジタル回路の高速化・高性能化が要求され

デジタル技術者といえどもアナログ回路設計技術が必要不可欠である。

▶[デジタルを活かすアナログ技術]



アナログ電子回路設計の特徴

1. アナログ回路で考慮すべき主要設計パラメータは多い。

たとえば1個のOp-Ampの設計を考えても

- ◎ **入出力関係** ・利得 ・位相(フェイズ) ・周波数特性 ・オフセット ・安定性(発振)
- ◎ **入力関係** ・入力インピーダンス ・バイアス電流 ・同相モードリップル
- ◎ **出力関係** ・駆動能力 ・信号振幅 ・出力インピーダンス ・スルーレイト
・安定性(発振) ・ノイズ ・歪
- ◎ **デバイス** ・クロストーク ・バラツキ ・多様な素子 ・寄生素子
- ◎ **電源, GND** ・電源リップル ・外来ノイズ ・消費電力 ・温度による特性変動

2. これら多数のパラメータは、しばしば互いに矛盾する

ベテランのアナログ設計技術者は

これらのパラメータ間の矛盾を上手に調整し、所期の特性に仕上げる

➡ 匠の技

アナログ設計者の心得

- ・「MUST」と「WANT」を区別する (Userは無限の“WANT”を口にする)
- ・システムの最適化 (目標特性に優先順位をつける:性能、コスト、時間、量産性)
- ・組合せの極意 (目標を実現するための回路はひとつではない)

