



第2章 回路と制御と温度… システムまるごとシミュレーションが今どき!

新型QSPICEによる アナログ回路×マイコン制御の 同時解析&設計入門

田口 海詩 Uta Taguchi

この記事では、QSPICEの特徴の1つでもあるアナログ回路とマイコン制御を含むミックスド・シグナル回路の解析を行います。PID(Proportional-Integral-Differential)温度制御回路を設計します。

やること… 温度制御回路&システムの設計

● 制御回路の全体構成

デジタルPID温度制御システムの構成を図1に示します。加熱ブロックにヒータと温度センサを取り付け、可変電源からヒータに電力を供給して加熱します。加熱ブロックの温度センサで温度を測定し、温度制御回路にフィードバックします。

温度制御回路はマイコンを使用し、温度設定値と温度センサからのフィードバック値からヒータに加える電力操作量を算出します。

● 制御はマイコンによるPID

加熱対象の熱容量が大きい場合、ヒータと温度センサとの間にタイムラグ(むだ時間)が発生します。むだ時間を含む温度制御を行う場合、温度設定値と測定値の誤差成分をそのままフィードバックするだけではうまく制御できません。そこで、PID制御を採用します。

PID温度制御はアナログ回路を用いて実現できますが、現在ではマイコンを用い制御量をプログラムで算出するデジタルPID制御方式が一般的です。マイコ

ンを使用すればPID定数をデジタル値で扱えるので、柔軟で再現性の高い制御を実現できます。

シミュレータによる効率設計のポイント

● 温度制御と熱回路をまるごとQSPICE解析

QSPICEでは、C++で記述したプログラム(演算アルゴリズム)をデバイス・モデルとして扱えます。また、図2のように、発熱物を電気回路に置き換えてシミュレーションすることもできます。

本稿では、デジタルPID温度制御と熱回路を一括でシミュレーションします。温度制御にPID制御を用いますので、加熱ブロックの温度特性に合ったPID定数を探ります。

● 効率的な温度制御パラメータ調整

実際の温度制御では、加熱ブロックの熱容量が非常に大きい場合、制御温度が目標値に到達するまでに時間を要する場合があります。最適なPID定数を決定するには、何度かのトライアル&エラー(試行錯誤)を必要とするため、1回の実験に時間がかかると非常に苦労します。

SPICEシミュレーションを活用すれば、最適なPID定数を短時間で見つけ出せます。また、熱容量が大きな場合でも短時間で結果が得られます。時間のかかる温度制御システムを設計する場合には、シミュレータ

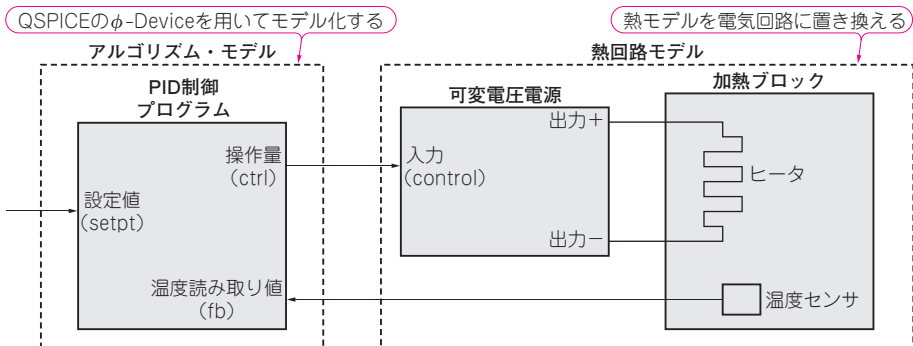


図1 PID温度制御システムの構成
熱モデルは、等価の電気回路に置き換えて熱回路そしてシミュレーションする。QSPICEではプログラムをアルゴリズム・モデルとして扱える