九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

A/D・D/A変換回路ボックスの製作

野田, 穣士朗
九州大学応用力学研究所技術室

https://doi.org/10.15017/1786638

出版情報：九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート. 16, pp.31-35, 2015-09. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University
バージョン：
権利関係：

A/D・D/A 変換回路ボックスの製作

野田　穣士朗

要旨

海洋工学分野では様々な水中ロボットの制御試験を行ってきたが、これまで使用していた制御システムは大型の PC や複数の装置を併用していたため、持ち運びに手間が掛かり試験時には多くのスペースを占有していた。そこで今回、持ち運びの手間削減と試験時の省スペース化を図るため、大型 PC が担っていた A/D・D/A 変換機能を備えた小型の装置を製作した。内部には、A/D・D/A 変換用の PC モジュールを一枚ずつ設置し、それらを統括する制御用 PC モジュールを 1 枚追加することで計 3 枚のモジュールを設置した。また、各種端子を表面に配置し、他の機器との接続が容易な構造とした。しかし、動作試験時にオフセット信号による不具合が発覚したため、遅延回路を製作し問題の解決を図った。本書は、制御用の A/D・D/A 変換装置の製作について記したものである。

キーワード

A/D 変換・D/A 変換・回路製作

1．はじめに

海洋工学分野では、水中ロボットの性能確認を目的として模型を使用した制御試験を数多く実施している。試験の際には制御用 PC から制御対象となる水中ロボット模型へ指令信号を送信することで制御を行い、模型の姿勢や運動のデータ信号を制御用 PC で受け取ることで性能確認を行っている。この際問題となるのが信号の種類である。制御用 PC から送信する指令信号はデジタル信号であるが、模型を制御するにはアナログ信号へ変換する必要がある。また、模型から受け取る信号はアナログ信号であるため PC では読み取ることが出来ずデジタル信号への変換が必要となる。そこで、大型 PC や接続用 BNC ターミナルボックス（図 1）を通してデジタル信号とアナログ信号の変換を行い双方に適した信号へと変換する制御システムを使用していたが、本システム（図 2）は巨大な PC を通して信号の変換を行っていたため、試験時に多くの場所を占有しており非常に不便であった。そこで今回、大型 PC が担っていた役割（A/D 変換・D/A 変換）を遂行可能な小型の装置を製作する事で、試験時の省スペース化を図ることとなった。また、接続用のターミナルボックスの機能も備えることで汎用性を高め、更なる実験時の省スペース化及び、持ち運びの手間削減を図ることとなった。よって、今回製作する装置が満たすべき要件は、スケールダウン（要件 1）、A/D 変換・D/A 変換機能の所持（要件 2）及び、接続用端子の所持（要件 3）である。

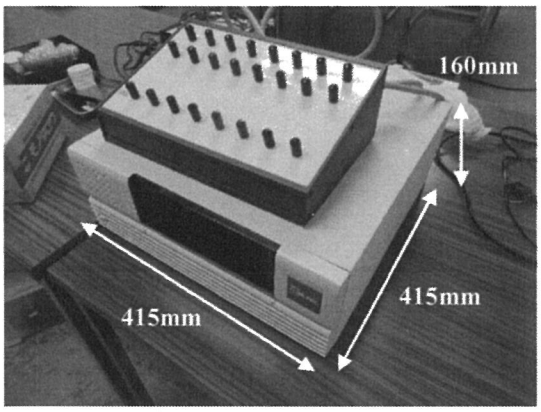

図 1　大型 PC と接続用ターミナルボックス

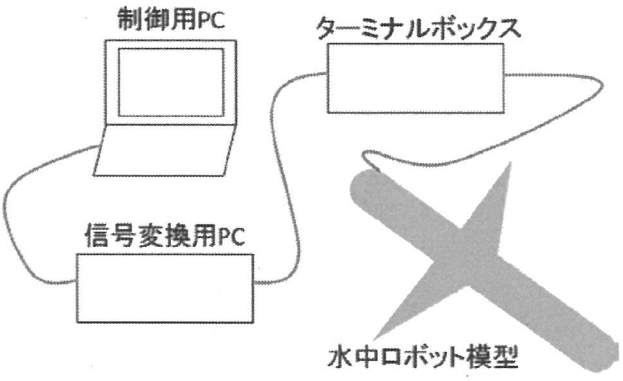

図 2　計測システム

2．製作

前述の要件を満たすよう製作した装置の外部を図 3 に、内部を図 4 に示す。回路は全て小型のアルミシャーシ内部に収まるよう設計した。シャーシの上面には水中ロボット模型と信号の送受信を行うための BNC 端子を設置した（要件 3）。模型からの信号を最大 16 チャンネル、模型への信号を最大 6 チャンネル一度に制御する事が可能である。制御用 PC との接続にはクロスケーブルを利用する。内部にはスイッチング電源と 3 枚の PC モジュールに加え、遅延回路（後述）を設置した。これらのモジュールを利用して A/D 変換・D/A 変換を行う（要件 2）。重量は 1.6kg と従来の約 1/10 であり、体積も約半分程度に抑える事が出来た（要件 1）。図 3、図 5 に寸法を記す。

2-1．シャーシ

以前のターミナルボックス同様斜面付きのシャーシを選択した。直方体のシャーシを選択した場合、端子の配置は側面又は平面に限られる。側面に端子を配置した場合、配線の際より多くのスペースが必要となるため好ましくない。また、側面に 22 本の端子を設置するためにはシャーシを大きくする必要がある。平面に端子を配置した場合、力を込め辛く端子の抜き差しが難しい。そこで、斜面に端子を配置することで前述の問題をクリアした。側面には制御用 PC と接続するためのクロスケーブル接続用端子やモニタ接続用の D-SUB9 ピン端子（図 5）に加え、PC モジュール冷却用の小型ファン（図 6）を設置した。配線がバラバラにならないよう外部の機器と接続するための端子二つは同じ面に配置した。

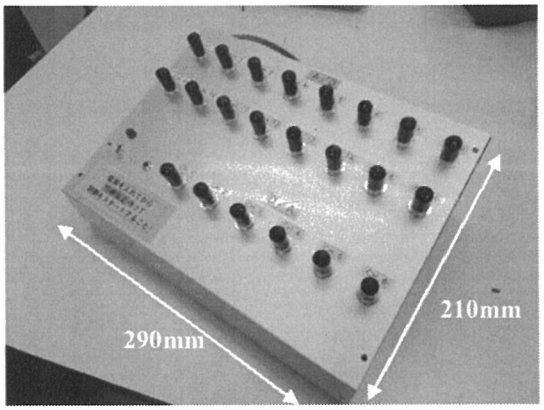

図 3　外部

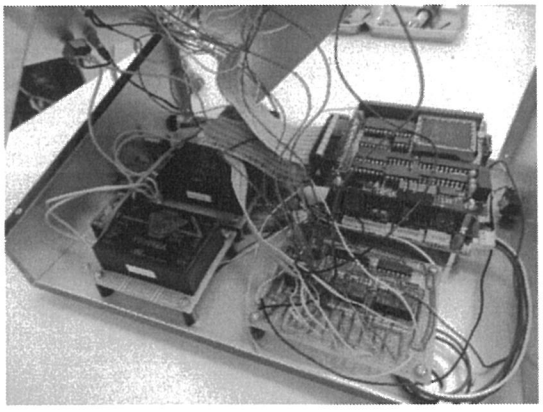

図 4　内部

図 5　左側面

図 6　右側面

2-2．PC モジュール

「A/D 変換・D/A 変換機能」を付加するため、内部に PC モジュール 3 枚を重ねて設置した（図 7）。このように重ねる事で、電源の共有や各モジュール間の相互通信が可能となる。三枚のモジュールにはそれぞれ「全体の統括」、「A/D 変換」、「D/A 変換」の役割を分散させた。全体統括用のモジュールは制御用 PC との通信や各信号のモニタリングを担う。A/D 変換用のモジュールは、制御対象から送られてくるアナログ信号をデジタル信号に変換する役割を担う（16 チャンネル可能）。本モジュールに入力されたアナログ信号を内部でデジタル信号に変換し、統括用モジュールを介して制御用 PC へと信号が送信される。なお、本モジュールは D/A 変換機能も備えているが 4 チャンネル分しか備えていないため今回制御には使用しない（6 チャンネル必要）。D/A 変換用のモジュールは、制御用 PC から送られてくるデジタル信号をアナログ信号に変換する役割を担う（6 チャンネル可能）。統括用モジュールを介して送られてきたデジタル信号をアナログ信号に変換し制御対象へと信号を送信する。

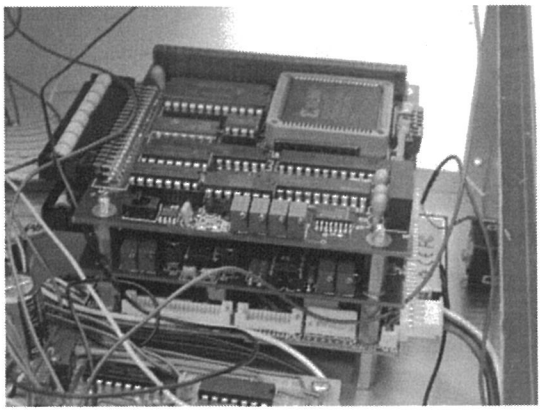

図 7　PC モジュール

2-3．電源

図 8　スイッチング電源

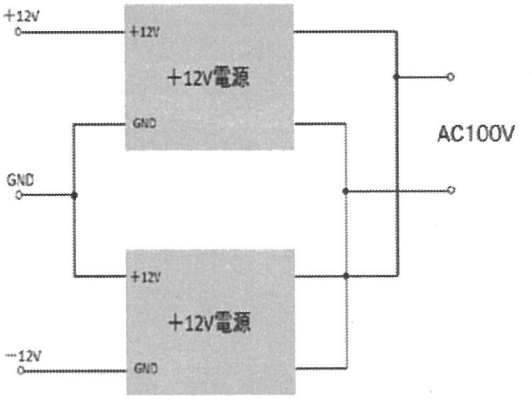

図 9　DC±12V 電源回路

これらの PC モジュールを動作させるため、内部で電源回路を構成した。全体の電源として＋5V、±12V が必要であったため、それぞれ AC100V から降圧可能なスイッチング電源を選定した（図 8）。しかし、AC100V を DC±12V に変換するスイッチング電源の入手が困難であったため、AC100V を DC12V に変換するスイッチング電源 2 つを組み合わせて±12V 電源回路を構築した（図 9）。＋12V 出力側の GND 端子と-12V 出力側の＋12V 出力端子を短絡させて同電位にすることで-12V 出力側の GND を疑似的に-12V 端子とした。

2-4．動作

全体図を図 10 に示す。アナログ入力 16 チャンネル、デジタル出力 6 チャンネルの制御が可能な回路ボックスとなった。なお、制御対象からのアナログ入力は A/D 変換用ボードでデジタル信号に変換された後統括用ボードからクロスケーブルを通して制御用 PC へと送信される。また、制御用 PC からのデジタル出力はク

ロスケーブルを通して統括用ボードに送信され、そこから D/A 変換用ボードでアナログ信号に変換され制御対象へと送信される。

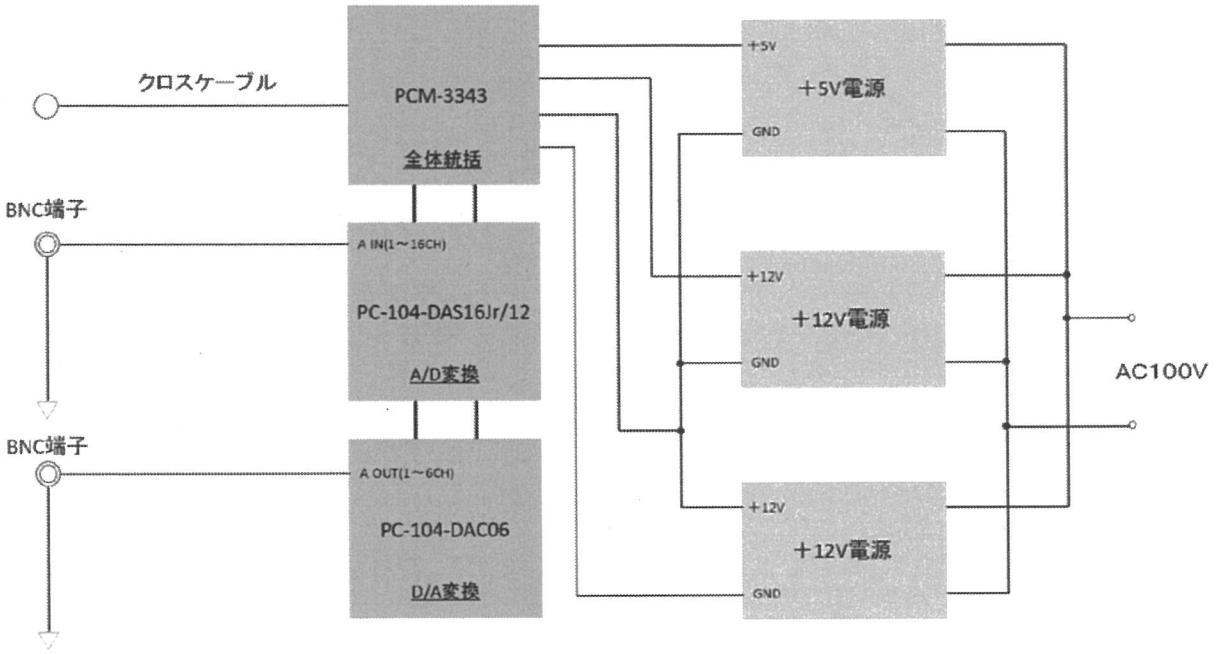

図 10　全体図

3．問題点

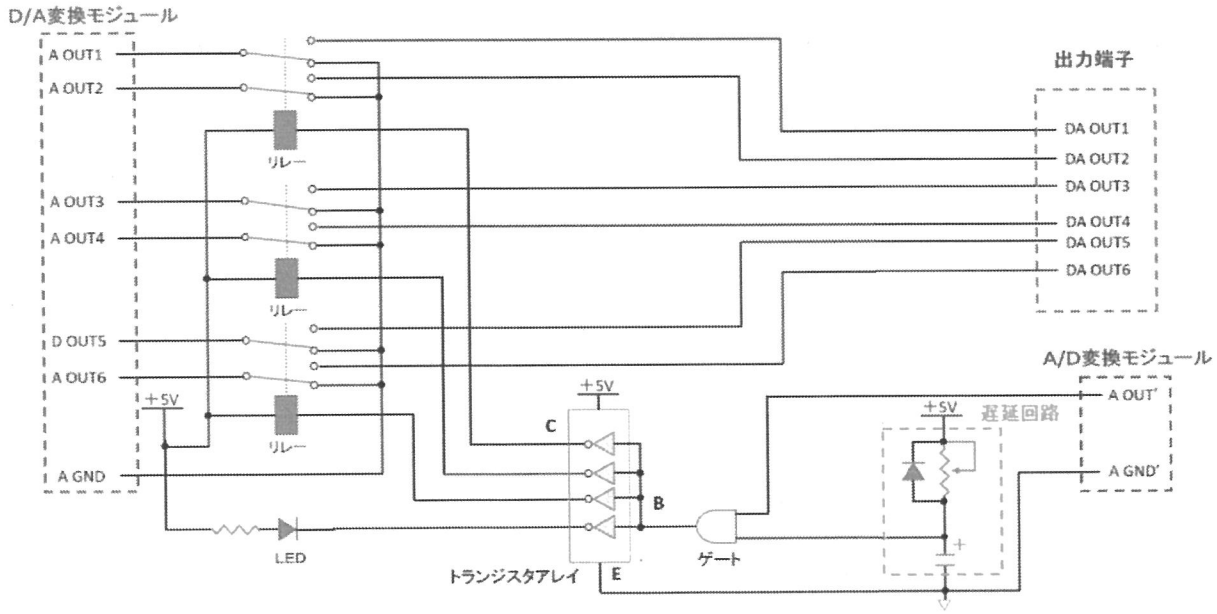

図 11　遅延回路図

製作過程で問題が発生した。それは、電源投入時に発生するオフセット信号による不具合である。電源投入直後、制御対象へのアナログ出力端子 6 チャンネル全てからオフセット信号が出力されており、制御対象に指定範囲外の信号が加わり負荷をかけている事が判明した。本現象は電源投入後 10 秒程度しか発生していなかったので、D/A 変換モジュールのアナログ出力端子とケースのアナログ出力端子の間に遅延回路（図 11）を組み込み、電源投入後しばらくの間、ケースのアナログ出力端子から信号を発しないよう工夫を施した。本回路はリレー素子とコンデンサを利用した回路である。以下に、動作を示す。なお、本回路の動作には、A/D 変換モジュールに付属するアナログ出力端子を使用する。

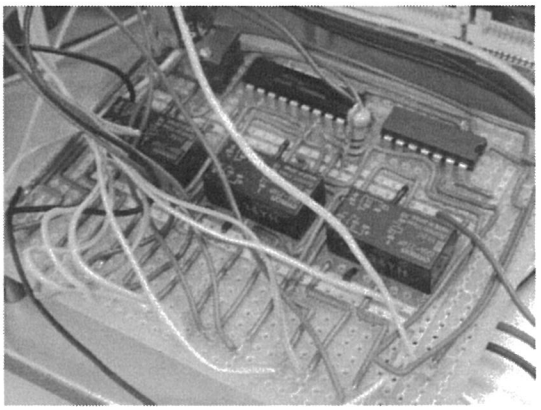

図 12　遅延回路

① 電源を投入すると D/A 変換モジュールの出力端子 6 チャンネルがオフセット信号を出力するが、リレーが起動していないため信号は全て「A GND」へ流れる。
② A/D 変換モジュールの「A OUT'」も電圧を出力するが、コンデンサに電荷が溜まるまで遅延回路からの信号がゲートに到達しないのでゲートは開かない。よってトランジスタアレイへのベース電流が流れずリレーは起動しない。
③ 時間が経つと遅延回路部のコンデンサに電荷が溜まり、左側のゲートに「D OUT'」からの信号と遅延回路部からの信号が加わりゲートが開く。
④ ゲートが開いたことでトランジスタアレイにベース電流が流れ、リレーに入力される 5V 電源の回路が導通しリレーが起動する。この時、目印として LED が点灯する。
⑤ リレーが起動し DA 変換モジュールからの信号が出力端子へと流れる。

実際の回路を図 12 に示す。後から見ても配線が解るよう基板上で配線を整えた。遅延時間は可変抵抗の値を調整することで 60 秒程度まで自由に設定する事が出来る。オフセット電圧が発生しているのは起動から 10 秒程度なので、今回は 20 秒程遅延させることにした。本回路を組み込むことで電源投入後 10 秒間に亘り発生するオフセット信号を制御対象に与える事無く制御可能とした。

4．終わりに

上記の通り、図 1 に示す大型 PC が担っていた A/D 変換・D/A 変換機能とターミナルボックスの機能を併せ持つ装置を製作する事が出来たが、内部配線が雑な点やそれに伴うボックスの構造など、製作後ではあるが改善点があるように感じる。次回このような装置を作成する際は、配線の位置等見えない所にも気を使い製作に取り組みたい。

謝辞

今回製作するにあたり、応用力学研究所　中村昌彦准教授、および技術補佐員の稲田勝氏両名にアドバイスやお力添えを頂きました。この場を借りて御礼申し上げます。