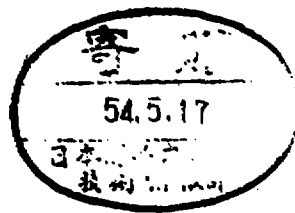


入力感度可変直流電圧測定用  
CAMACモジュールの試作

野田 信 明

IPPJ-DT-67

1979年3月



名古屋大学プラズマ研究所

124青

入力感度可変直流電圧測定用  
CAMACモジュールの試作

野 田 信 明

IPPJ-DT-67

1979年3月

## §1 はじめに

実験用のオンラインデータ処理システムにおいて、直流電圧をデータとして収集することがしばしば必要となる。フラスマ閉じ込め実験の場合には、光電子増倍管のように1kVを越える印加電圧のものから電離真空計のコントローラ出力のように10mVフルスケールのもに至るまで、その対象とする入力電圧の範囲は広い。そこで適当な減衰係もしくは増幅係によって入力レベルを調整することが必要となる。これらをA/D変換器と別に用意することも考えられるが、その場合には多くの増幅器を並べることになり、コストとスペースの面で必ずしも効率的でない。入力感度を切換えできるCAMAC規格のモジュールもいくつか市販されているが、外部にマルチプレクサを必要とするもの、高価なもの、手に入りにくいものが多い(例えば Schlumberger JCTF 10, Nuclear Enterprise 9068 など)。比較的廉価で手に入りやすい直流電圧計(例えば LeCroy 2232A)には入力感度可変のものがない。そこで、フラスマの実験で使いやすく、廉価な直流電圧計CAMACモジュールの製作を試みることにした。この報告では、モジュール製作にあたっての考え方と、製作されたモジュールの機能、特徴、使用法等について紹介する。

## §2 モジュールの構成と機能

モジュールの設計に際してポイントになるのは次の3点である。

- i) A/D変換器に何をを用いるか。
- ii) 信号入力部のコネクタ型式を何にするか。
- iii) チャンネル切換の素子として何をを用いるか。

これらについて答えをたせば、モジュールの主な仕様は決まってしまう。

A/D変換器の選定には、変換時間、精度、寸法、価格などを考慮する必要がある。高温フラスマの実験はパルス的に行なわれることが多く、放電と放電の間に過剰十分な時間があるので、変換時間は遅くても良い。精度については、10ビットバイナリ-出力のもので十分と考えられる。これらの条件を満たすA/D変換器の中から、安く比較的容易に入手しやすい DATEL ER-10B を使用することにした。これは2重積分方式のA/D変換器で、変換時間は最大70ms、入力フルスケールは±1V、出力は10ビットバイナリ-に符号とオーバーフローの2ビットを加わった12ビットのデータ信号である。精度については、出力で±1digit以内との保証がなされている。

入力部のコネクタをマルチピンタイプにするか、各チャンネル独立の2ピンタイプにするかかオスの問題である。マルチピンコネクタを使うと、入力チャンネル数を大きくできる利便があるが、その反面、入力信号をチャンネル単位で変更する場合には不便である。JIPP-T-II実験の現状では、必ずしも各チャンネルの入力信号を固定して使うことにならないので、ここでは2ピンコネクタ-LEMO Fe 2302を用いることにした。

チャンネル切換部分では、電磁リレーを使う方法とアナログマルチプレクサ基礎回路を使う方法がある。アナログマルチプレクサは、速い時間応答と高い集積度を必要とする場合には有利だが、劣動入力部の絶縁耐圧は低い。ここでは200Vの信号を直接入力できるDIPタイプのリレー NEC PRDB-3 を用いることとした。

これらを用いてモジュールを構成することとし、スペース効率を考慮して CAMAC 乙幅、16チャンネルという仕様を決めた。表1にモジュールの仕様を示す。

図1はモジュール構成のブロックダイヤグラムである。全体は、大きく分けると制御部、入力チャンネル選択部、利得チャンネル選択部、A/D変換部、データ出力部からなる。入力チャンネル選択部と利得チャンネル選択部はそれぞれレジスタ、ドライバ、リレーからなり、CAMAC W線のデータをレジスタに蓄積することによってチャンネルの選択と結合が行われる。A/D変換は、CAMAC のコマンド、もしくは外部トリガ-のいずれかによって

表 1 モジュールの仕様

Number of Channels	16
Input Range	+10 mV, +100 mV, +1 V, +10 V, +100 V, +200 V, (Programmable)
Input Impedance	200 kΩ - 1 MΩ
Output	Binary 10 Bits + Sign + Overflow
Power	+24 V 100 mA, +6 V 1.2 A
Size	CAMAC 2 Width

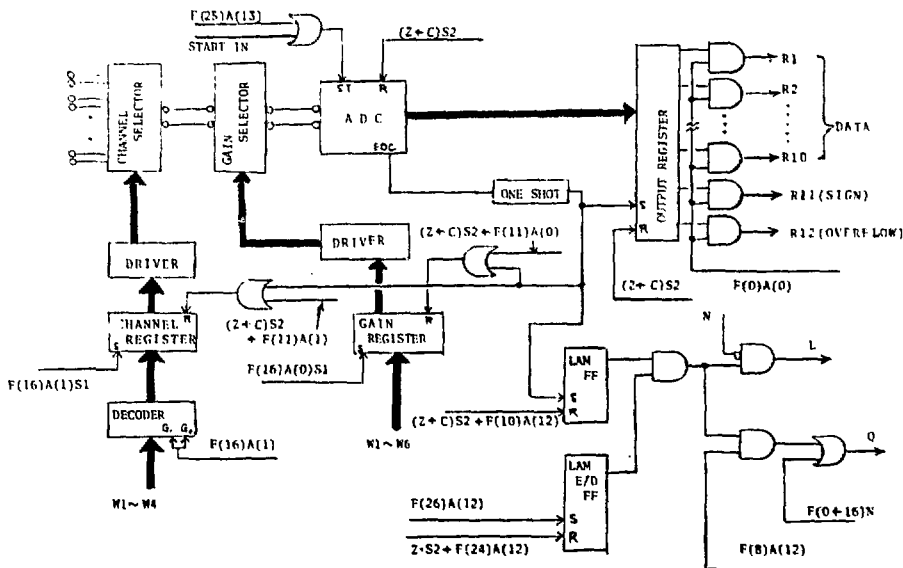


図 1. モジュール構成のブロック図

開始される。A/D 変換終了となり、出力は 16 ビットで発生し、そのデータを記憶する方法は、1 チャンネルの結合と A/D の状態はフロントパネル上の LED で表示される。

入力利得は 1/200, 1/100, 1/10, 1, 10, 100 の 6 段階に切換えられる。利得の設定は表 2 に示す 16 進 2 ケタの利得コードをモジュールの GAIN REGISTER にセットすることによって行なわれる。したがって、利得そのものをデータとして格納することも簡単にできる。尚、増幅部には Burr Brown 3660 J を用いている。

図 2 にモジュールの外観を示す。

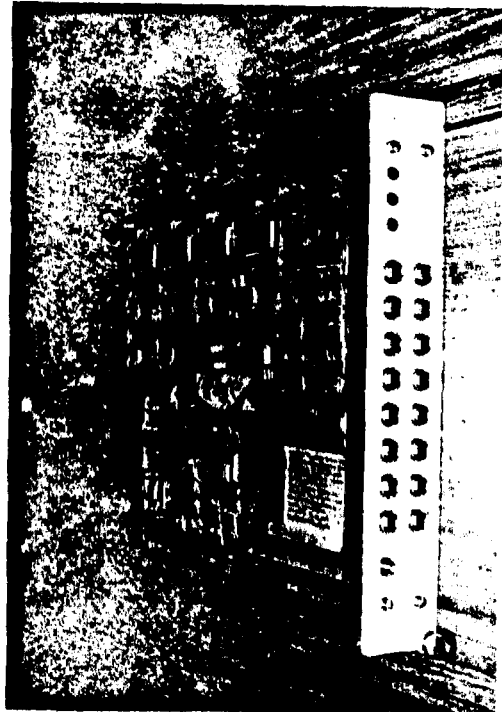


図 2 モジュールの外観

表 2 利得コード

GAIN CODE (HEX)	GAIN	INPUT RANGE
01	100	10 mV
02	10	100 mV
04	1	1 V
08	1/10	10 V
10	1/100	100 V
20	1/200	200 V

### §3 ソフトウェア

1 チャンネル分のデータをサンプリングする手順は以下のようになる。

- i) モジュールを "R" コマンドによって初期化した後、LAM E/D フリップフロップを ENABLE にセットする [F(10)A(12)]。
- ii) 入力と利得のチャンネル選択を行なう [F(16)A(1), F(16)A(0)]。このとき、パネル上の LED が点灯する。
- iii) コマンドもしくは外部トリガーにより、A/D 変換を開始させる [F(25)A(13)]。
- iv) LAM チェックを行なう [F(8)A(12)]。LAM 発生時に、パネル上の LED が点灯する。

v) LAM検出後、出力データ主記憶へ転送する[F(0)A(0)]。

vi) 入力、利得のレジスタをリセットする[F(11)A(0), F(11)A(1)]。このとき、パネル上のLEDは消える。

vii) LAMをクリアする[F(10)A(12)]。このとき、パネル上のLEDは消える。

手順iii)に移るときに注意がいる。すなわち、リレ-格納にはチャタリングが付随するので、確実にサンプリングするためには手順ii)のコマンド転送後数msほど待った後にF(25)のコマンドを出さなくてはならない。このモジュールで使用するコマンドの一覧を表3に示す。

モジュールの動作テストのために、表4に示す利得、入力を想定し、16チャネルのテ-タサンプリングを行なうプログラムを製作した。プログラム構成図を図3に、フローチャートを図4に示す。また、付録にプログラムリストを示す。CAMAC直流電圧計の制御とサンプリングされたデータの転送、格納は主プログラム

表 3 CAMAC COMMANDS

F(0)A(0)	READ REGISTER
F(8)A(12)	TEST LAM (Q=L)
F(10)A(12)	CLEAR LAM
F(11)A(0)	RESET GAIN REGISTER
F(11)A(1)	RESET CHANNEL REGISTER
F(16)A(0)	SET GAIN REGISTER
F(16)A(1)	SET CHANNEL REGISTER
F(74)A(12)	DISABLE LAM
F(25)A(13)	START CONVERSION
F(26)A(12)	ENABLE LAM
Z	CLEAR ALL REGISTERS, CLEAR LAM, DISABLE LAM
C	CLEAR ALL REGISTERS, CLEAR LAM
X	ALL ABOVE COMMANDS WITH CORRECT N
Q	ALL WRITE/READ COMMANDS WITH CORRECT N
Q * L	AT F(8)A(12)
L	L * J AT THE END OF CONVERSION

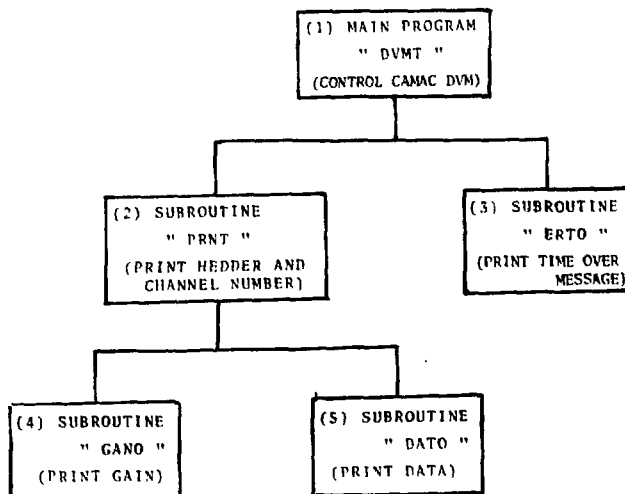


図3 テストプログラム構成図

中に行なわれている。それは前記の手順から10までを10回反復しつつどのチャンネルのデータを転送格納する形です。められる。入力チャンネルと利得チャンネルの設定完了待ち時間はHITAC 10-IIの内部タイマーを使用することにより決められている。この時間はここでは10msに設定されている。A/D変換開始後、再び内部タイマーを起動し、LAMのチェックと併行してタイムオーバーのチェックを行なっている。これは、モジュールの不調のためにプログラムの運行が永スルーになってしまうことを避けるための措置である。このテストプログラムでは、A/D変換開始のコマンドを出してから100ms経過してもLAMの発生がないときのタイムオーバーと判定される。タイムオーバー時には、

図3の“ERTO”ルーチンが動いて、エラーの起きたチャンネル番号を印刷する。データの印刷は図3の“PRNT”以下のルーチンによって行なわれる。ここではオーバーフロービットと符号ビットがチェックされ、結果に応じた印刷がなされる。一般には、次の処理に都合のよいデータ形式に変換してデータ・ファイルに格納しておくのが多い。メッセージとデータの印刷に関係する“PRNT”、“ERTO”、“GAIN”、“DATO”などのルーチンでは、既製の

表4 テスト用入力の例

CHANNEL	INPUT RANGE (CODE)	INPUT VOLTAGE
0	10 mV (01)	0 mV
1	10 mV (01)	0 mV
2	10 mV (01)	7.5 mV
3	100 mV (02)	-30.0 mV
4	100 mV (02)	0 mV
5	100 mV (02)	0 mV
6	1 V (04)	-0.5 V
7	1 V (04)	0 V
8	1 V (04)	3.3 V
9	10 V (08)	0 V
10	10 V (08)	3.3 V
11	10 V (08)	0 V
12	100 V (10)	-99 V
13	100 V (10)	0 V
14	200 V (20)	0 V
15	200 V (20)	120 V

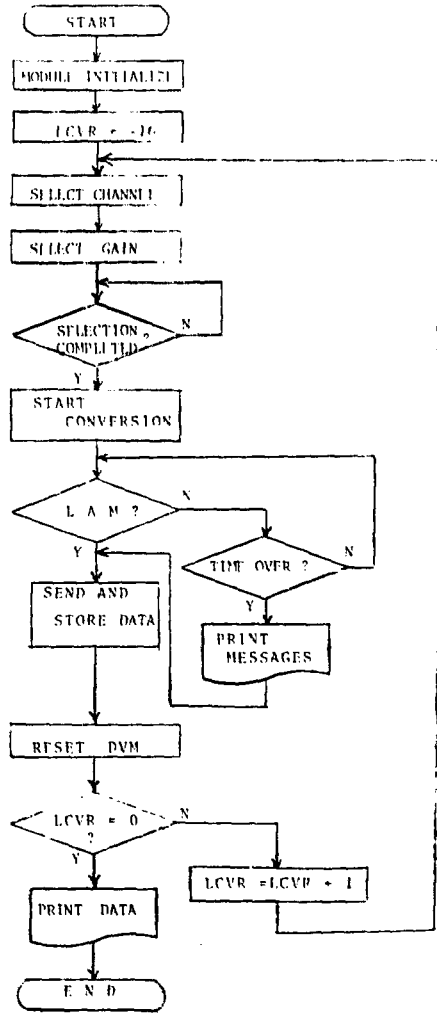


図4 テストプログラムのフローチャート

サブルーチン "BTDA" (バイナリデータ A/D 変換を解く), "DOT" (数値として  
 わたる ASCII データのプリント), "DOTI" (10進数 ASCII データのプリント), "SPACE"  
 (ASCII による "空白" の出力), "LINE" (ASCII による "CR/LF" の出力) が用いられて  
 いる。

表4に示す直流電圧信号を実際に各チャンネルに入力し、テストを行なった。そのときの出力例を  
 図5に示す。チャンネル8には故意にオーバーステールの信号を入力して  
 いるため、"OVERFLOW" のメッセージが出力されている。

入出力の正確性をすべての利用  
 チャンネルについて調べた。その結  
 果、直線からのずれはたかたか  
 土1 digit であった。これは  
 使用した A/D 変換器 DATEL  
 ER-10B 単体について検証され  
 た精度に相当する。入カチャン  
 ネルと利用チャンネルの設定に準ずる  
 範囲は、利用によって多少のバ  
 ラツキがあるが、数ms程度であ  
 った。このことからテストプログラム  
 では内部タイマーのリセット時間  
 を10msにとっている。

• • TEST FOR 16CH CAMAC DIGITAL VOLT METER • •

CHANNEL	GAIN	DATA
0	01	- 2
1	01	* 0
2	01	* 769
3	02	* 303
4	02	- 4
5	02	- 3
6	04	- 511
7	04	* 0
8	04	OVERFLOW
9	08	* 1
10	08	* 337
11	08	* 1
12	10	- 1011
13	10	* 0
14	20	* 0
15	20	* 686

• FVM TEST NORMAL END •

図5 ラストプログラムによる  
データ出力の例

## §4 おわりに

入力レンジ可変の CAMAC 直流電圧計の動作を行なった。入力チャンネル数は16、入力レン  
 ジは  $\pm 10mV$  から  $\pm 200V$  までの6段階であり、いずれも計算機からのコマンドによ  
 って設定される。モジュールの動作テスト用に簡単なプログラムをつくり、小型計算機  
 HITAC 10-II の制御のもとでテストを行なった。その結果、動作したモジュールが  
 当初に予定した性能仕様を満たしていることを確認することができた。

このモジュールは、 $\pm 200V$  という高い電圧信号を直接入力できること、チャンネル  
 単位での入力信号及び入力レンジの切換が容易にできること、サンプリングに要する  
 時間は長い。その分だけ廉価であることなどに特徴をもちている。データ収集シ  
 ステムの設計時に測定対象が明確な場合には、入力レンジ固定でマルチピンコ  
 ネクタの入カポートを各タイプの直流電圧計でジェー



ルを使用する方が集積度を高くできる分だけ有利であろう。しかし 測定対象が固定していない場合や、当初予期しなかった新しい測定対象の追加に備える必要があるときに ここに報告したタイプ  
の直流電圧計モジュールはその特徴を選択できるものと思われる。

このモジュールは、JIPP T-II 用オンラインデータ処理システムで実際に使用され、電極真空計の出力信号、レーザー散乱装置の位置検出信号などのサンプリングを受けもっている。

## 謝 辞

このモジュールのパネルレイアウト、細部の回路設計と組立てに関しては、メイツ-電子工業(株)の茶田幸雄氏、並りに大津光雄氏の全面的な協力をいただいた。ここに謹んで感謝の意を表する次第である。



```

00101 //
00102 // * ROUTINE FOR PRINTING DVM DATA *
00103 //
00104 203E 0001R PRINT DS 1
00105 //
00106 203F 7823H LI 3
00107 2040 4E40H BAL #1 LINE
00108 2041 0847H L MESS1 // PRINT TITLE
00109 2042 4F1E1H BAL #1 DTOT
00110 2043 7823H LI 3
00111 2044 4E40H BAL #1 LINE
00112 2045 0A00H L MESS2 // PRINT HEADINGS
00113 2046 4E9E1H BAL #1 DTOT
00114 2047 78C2H LI 2
00115 2048 4E40H BAL #1 LINE
00116 //
00117 2049 7800H LI 0 // SET OVER-COUNTING VARIABLE
00118 204A 3AA3H ST LCVH
00119 204B 0A99H L RG10
00120 204C 3AA4H ST LCVH+1
00121 204D 0A9CH L ACCT
00122 204E 3AA5H ST LCVH+2
00123 204F 78F0H LI -10
00124 2050 3AA6H ST LCVH+2
00125 2051 8800H R#4 NE
00126 2052 0AA3H L LCVH // PRINT CHANNEL NUMBER
00127 2053 4E9DH BAL #1 DTOT
00128 2054 4E9E1H BAL #1 DTOT+1 // PRINT GRAB CODE
00129 2055 0E74H L #1 LCVH+1
00130 2056 4E9E1H BAL #1 LCVH+1 // PRINT LVM DATA
00131 2057 0E75H L #1 LCVH+2
00132 2058 4E9E1H BAL #1 DTOT // COUNT OF OVER-COUNTING VARIABLES
00133 2059 52A3H RCT LCVH
00134 205A 52A4H RCT LCVH+1
00135 205B 52A5H RCT LCVH+2
00136 205C 52A6H RCT LCVH+3
00137 205D 4251H P EN4
00138 //
00139 205E 7802H LI 2
00140 205F 4E40H BAL #1 LINE
00141 2060 0A00H L MESS3 // PRINT END MESSAGE
00142 2061 4E9E1H BAL #1 DTOT
00143 2062 7805H LI 3
00144 2063 4E40H BAL #1 LINE
00145 //
00146 2064 4E9E1H B #1 EN4 // RETURN INTO MAIN PROGRAM
00147 //
00148 PAUS
00149 //
00150 //
00151 // * ROUTINE FOR PRINTING DVM DATA *
00152 //
00153 2065 0001R DATA DS 1
00154 //
00155 2066 3AA2H ST IDAT // STORE INPUT DATA
00156 2067 8805H SLL 5 // CHECK OVERFLOW BIT
00157 2068 6843H KNC
00158 2069 42E6H B BR5
00159 //
00160 206A 0A00H L MESS4 // PRINT OVERFLOW MESSAGE
00161 206B 4E9E1H BAL #1 DTOT
00162 206C 7801H LI 1
00163 206D 4E40H BAL #1 LINE
00164 206E 4E9E1H B #1 DATA
00165 //
00166 206F 6800H BR5 NE
00167 2070 0AA2H L IDAT
00168 2071 8806H SLL 6 // CHECK SIGN BIT
00169 2072 6E11H XZC
00170 2073 4277H P #+4
00171 //
00172 2074 7820H LI X"20" // PRINT '+'
00173 2075 4E9E1H BAL #1 DTOT
00174 2076 4270H B #+3
00175 2077 7820H LI X"20" // PRINT '+'
00176 2078 4E9E1H BAL #1 DTOT
00177 //
00178 2079 0A00H L IDAT
00179 207A 229AH N DIFF // PRINT NUMERICAL DATA
00180 207B 4E9DH BAL #1 DTOT
00181 207C 4E9E1H BAL #1 DTOT
00182 207D 78C1H LI 1
00183 207E 4E40H BAL #1 LINE
00184 207F 4E9E1H B #1 DATA
00185 //
00186 PAUS

```



