

AVR400 : 低費用A/D変換器

要点

- 割り込み駆動
- コード量:23語
- 少ない使用外部部品
- 分解能:6ビット
- 測定範囲:0~2V
- 8ビット タイマ/カウンタとアナログ比較器を持つどのAVRデバイスでも動作

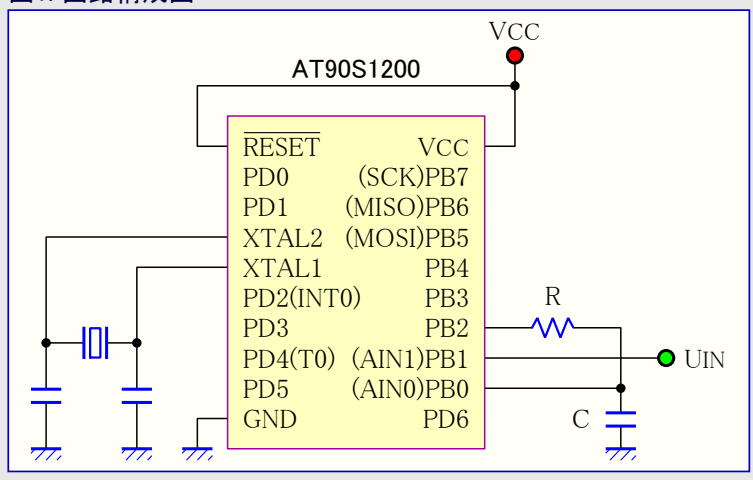
序説

この応用記述はA/D変換器(ADC)を必要とする、費用と空間が重要な応用を目的にします。これは抵抗器とコンデンサの2つの外部部品だけで簡単なADCを作る方法を記述します。この設計は非常に簡潔で費用がかからない応用を可能にします。

動作の理屈

殆ど全てのAVRマイクロコントローラはADCの実装を容易にするアナログ比較器が特徴です。測定されるべき信号は反転入力に接続され、基準信号は非反転入力に接続されます。基準信号は抵抗を通してコンデンサを充電することによって生成されます。コンデンサが充電されつつある時にそれ上の電圧は指数曲線に従います。測定されるべき電圧範囲が $2/5 \times VCC$ に制限されるなら、指数曲線は直線に対して十分な近似です。印加された信号の電圧(UIN)はコンデンサ上の電圧が印加された電圧以上に上昇するまでにかかる時間を測定することによって得られます。コンデンサの充放電を制御するのにポートBの1つのピンを使用することにより、3つのポートピンだけが使用されます。回路構成図は図1.で得られます。

図1. 回路構成図



RC網の時定数は故に次式を満足するように調整されなければなりません。

$$\frac{512}{f} = -RC \ln\left(1 - \frac{2}{5}\right) \Rightarrow RC = \frac{1002}{f}$$

(訳注) 原典に於いて資料(PDF)内容とプログラムが一致していません。本書では原書に従い、これに合わせたプログラムを添付しています。このプログラムは上記の図1.の回路と一致し、変換結果がポートD(PD5~0)が有効に正論理で出力されます。



8ビット AVR[®]
マイクロコントローラ

応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、ATMEL社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 0942B-05/02, 0942BJ2-11/13

いくつかの代表的な発振器周波数に対する部品値が表1で示されます。時定数がこれと変わる場合、それは結果に於いて誤差を引き起こすでしょう。これはRC網に於いて高精度の部品を使用することを必要にさせます。コンデンサに関する電圧曲線は直線と共に図2で示されます。供給電圧が基準として使用されるので、それは変換中に安定でなければなりません。

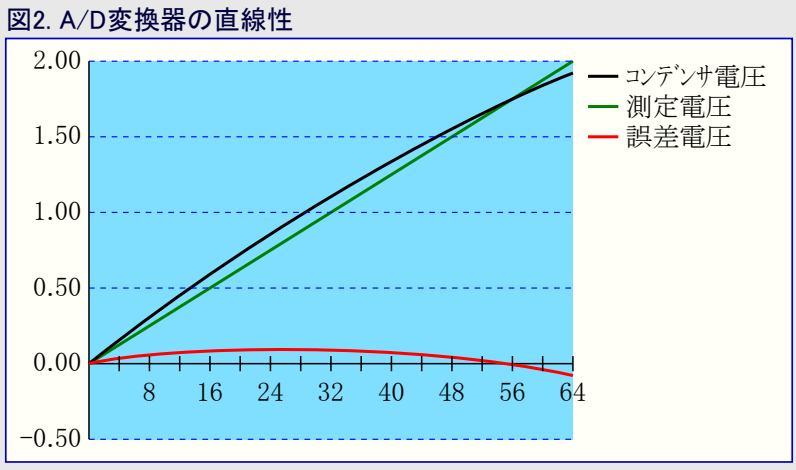


表1. RC網部品値

XTAL (MHz)	1	2	4	6	8	10	12	14	16
R (kΩ)	100	33	30	30	27	100	56	47	160
C	0.01 μF	0.015 μF	8200pF	5600pF	4700pF	1000pF	1500pF	1500pF	390pF

正しい動作を保証するためにコンデンサは変換間に最低200 μs間で放電されなければなりません。コンデンサが正しく放電されなければ、低い値の測定が不可能になるでしょう。入力電圧が2/5VCCよりも大きい場合、変換器は最大値を返します。これは変換開始前にタイマ/カウンタ(TCNT)レジスタ内に初期変位(差分)値を格納することによって達成されます。計時器(タイマ/カウンタ)は512周期(64×8)後に溢れ割り込みを生じます。これはコンデンサ上の電圧が2/5VCCに達するまでにかかる時間です。電圧が動作範囲内なら、アナログ比較器割り込みが起きます。初期変位(差分)は測定値から減算されます。

実装

ADCはタイマ/カウンタ0とアナログ比較器の割り込みを使用します。これは変換中のMCU資源を自由にします。

“convert_init”サブルーチン – ADC初期化

このサブルーチンはADCを初期化するのに呼び出しされます。これはADCが使用される前に行われなければなりません。このサブルーチンを呼び出すことにより、比較器とタイマ/カウンタの割り込みが許可され、制御ピンが出力として設定されます。そしてA/D変換器を許可するために、全体割り込みを許可する“SEI”命令が要請されるべきです。“CLI”の要請によってA/D変換器は禁止されます。

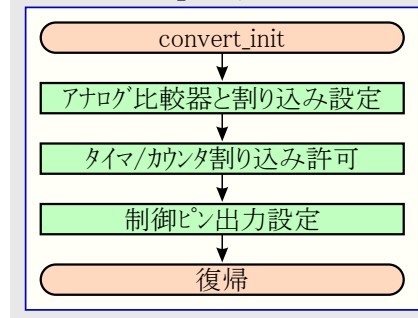
表2. “convert_init”サブルーチン性能表

項目	値
コード量(語)	6
実行周期数	RET命令を含み10
使用レジスタ	下位レジスタ=0 上位レジスタ=1 ポインタ=0

表3. “convert_init”使用レジスタ

レジスタ	入力	内部	出力
R16		result:雑用レジスタ	

図3. “convert_init”流れ図



“AD_convert”サブルーチン – A/D変換開始

このルーチンはA/D変換を開始するのに使用されます。計数器(タイマ/カウンタ)に256-64を予め格納し、XTAL/8の周波数で計数を開始します。変換完了フラグ(ステータスレジスタ(SREG)内の一時(T)フラグ)が解除(0)され、コンデンサの充電が開始されます。

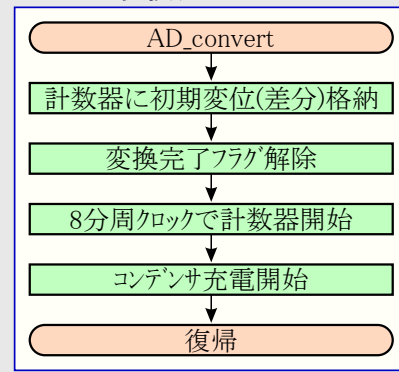
表4. “AD_convert”サブルーチン性能表

項目	値
コード量(語)	7
実行周期数	RET命令を含み10
使用レジスタ	下位レジスタ=0 上位レジスタ=1 ポインタ=0 ステータスフラグ=1

表5. “AD_convert”使用レジスタ

レジスタ	入力	内部	出力
R16		result:雑用レジスタ	
SREG			T: このフラグは変換が進行中であることを示すのに使用されます。

図4. ADC変換流れ図



“ANA_COMP”割り込み処理ルーチン

このルーチンは変換完了時に実行されます。タイマ/カウンタ値を取得し、タイマ/カウンタを停止して変換完了フラグ(SREGのTフラグ)を設定(1)します。そして初期変位が計時値から引かれます。割り込み処理が最小7周期かかるので、初期変位ともう1引かれることが必要です。

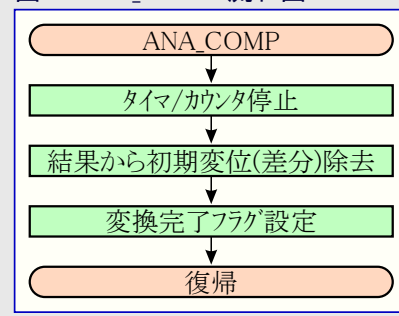
表6. “ANA_COMP”サブルーチン性能表

項目	値
コード量(語)	7
実行周期数	RETI命令を含み11
使用レジスタ	下位レジスタ=0 上位レジスタ=2 ポインタ=0 ステータスフラグ=1
使用割り込み	タイマ/カウンタ0溢れとアナログ比較器の割り込み

表7. “ANA_COMP”使用レジスタ

レジスタ	入力	内部	出力
R16		result:計時値格納	result:A/D変換の結果
R17		temp:雑用レジスタ	
SREG			T: このフラグは変換が終了されたことを示すのに使用されます。

図5. “ANA_COMP”流れ図



例プログラム

この応用記述に含まれる例のプログラムは連続的な変換を実行し、データをポートBに2進値として表示します。

表6. “ANA_COMP”サブルーチン性能表

項目	値
コード量(語)	23 : A/D変換器ルーチンのみ, 37 : 試験プログラム全体
使用レジスタ	下位レジスタ=0, 上位レジスタ=2, ポインタ=0, ステータスフラグ=1
使用割り込み	タイマ/カウンタ0溢れ割り込み, アナログ比較器割り込み
使用周辺機能	タイマ/カウンタ0, アナログ比較器(PB1,PB0), PB2, ポートD(例プログラムのみ)



本社

Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 487-2600

国外営業拠点

Atmel Asia

Unit 1-5 & 16, 19/F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2245-6100
FAX (852) 2722-1369

Atmel Europe

Le Krebs
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-Yvelines
Cedex
France
TEL (33) 1-30-60-70-00
FAX (33) 1-30-60-71-11

Atmel Japan

104-0033 東京都中央区
新川1-24-8
東熱新川ビル 9F
アトメル ジャパン株式会社
TEL (81) 03-3523-3551
FAX (81) 03-3523-7581

製造拠点

Memory

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 436-4314

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 436-4314

La Chantrerie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3
France
TEL (33) 2-40-18-18-18
FAX (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-42-53-60-00
FAX (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
TEL 1(719) 576-3300
FAX 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR
Scotland
TEL (44) 1355-803-000
FAX (44) 1355-242-743

RF/Automotive

Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn
Germany
TEL (49) 71-31-67-0
FAX (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
TEL 1(719) 576-3300
FAX 1(719) 540-1759

Biometrics

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex
France
TEL (33) 4-76-58-47-50
FAX (33) 4-76-58-47-60

文献請求

www.atmel.com/literature

© Atmel Corporation 2002.

ATMEL製品は、ウェブサイト上にあるATMELの定義、条件による標準保証で明示された内容以外の保証はありません。本製品は改良のため予告なく変更される場合があります。いかなる場合も、特許や知的技術のライセンスを与えるものではありません。ATMEL製品は、生命維持装置の重要部品などのような使用を認めておりません。

本書中の®、™はATMELの登録商標、商標です。

本書中の製品名などは、一般的に商標です。

© HERO 2013.

本応用記述はATMELのAVR400応用記述(doc0942.pdf Rev.0942B-05/02)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。