AVR493：ATAVRMC100とAT90PWM3を用いた ブラシレスDC電動機の感知器なし整流

8ビット AVR® マイクロ コントローラ

応用記述

1. 序説

この応用記述はATAVRMC100開発キットとでBLDC電動機の感知器なし整流(転流)を実装する方法を記述します。BLDC電動機の簡単な模式で始め、感知器なし整流(転流)の基礎が説明されます。技術的な制限と実装に関する成り行きの必要条件が記述されます。この応用記述の目的はAT90PWM3を用いる感知器なし整流(転流)の実装に関する全ての情報を与えることです。AT90PWM3はBLDC応用に於いて外部部品数を減らす、統合された周辺機能が搭載されています。

感知器なし整流(転流)はホール感知器を用いる感知器形態で駆動するBLDC電動機に比べて位置感知器、配線、コネクタの費用を節約します。ホール感知器なしで、電動機の組み立ては簡単化されます。これは電動機とシステムの費用を減らします。

物理的な制限のため、感知器なし整流(転流)は動くための最小速度が必要です。感知器なし整流(転流)は電動機がこの限度を超える速度で回るそれらの応用に適合します。AT90PWM3は感知器なし整流(転流)だけでなくホール感知器との整流(転流)にも適合します。

この応用記述は感知器なし整流(転流)に集中します。それにも拘らず、明白にするために位置感知器の場所でホール感知器が参照されます。感知器なし整流(転流)は機械的な負荷が不意に変化しない送風機やポンプのように、電動機がこの限度を超える速度で回るそれらの応用に適合します。これらの応用は感知器なし整流(転流)に上手く合います。

2. BLDC電動機理論

ブラシレスDC(BLDC)電動機は(機械的整流(転流)される)標準的なDC電動機よりもずっと信頼できます。BLDC電動機は制御と調整に関してずっと向いています。DC電動機は供給電圧が印加された時に回り始めますが、BLDC電動機は整流(転流)用の電気回路が必要です。BLDC電動機の速度制御または遠隔制御はDC電動機の機械的な整流(転流)のような電気回路が必要です。BLDC電動機は制御と調整に関してもっと適合します。代表的な速度制限を越えて感知器なしでBLDC電動機を操作することはホール感知器を搭載するBLDC電動機と同様にします。

2.1. BLDC電動機の簡単化した模式

BLDC電動機の簡単化した模式はA,B,Cの3つの方向に整列した3つの巻線から成ります(図2-1.)。永久磁石が回転子を形成します。ここで回転子はA,B,Cの3軸の面に垂直でそれらの軸の交点でそれの回転軸を持つ棒磁石として概説されます。永久磁石の向き/位置は3つの巻線を通る電流の形態を駆動することによって制御することができます。棒磁石は電流がCからBに駆動される時に扇状角位置1に来て、そして電流がBからCに駆動される時に次の向き(扇状角4)に来ます。ホール感知器を装備したBLDC電動機については、それらの感知器が実際の回転子位置を与えます。

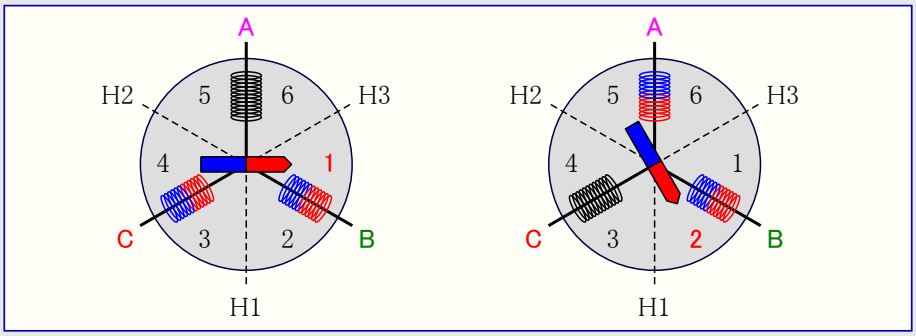
回転子の動きは巻線内での逆起電力(BEMF:Back Electro Motive Force)と呼ばれる切り替え電圧を誘導します。BEMFの振幅は回転子の角速度に比例します。ホール感知器は対応する巻線と連携するホール感知器信号の0交差に可能な限り近くでBEMFの0交差が起こるような方法で配置されます。

H1はAと、H2はBと、H3はCと連携します。また、BLDC電動機のA,B,C接続は各々U,V,Wとしても記されます。BEMFは回転子の速度に比例する電圧振幅を持つ各巻線と直列の電圧源として模式化することができます。BEMF電圧は巻線軸と回転子の角度間の角度で変わります。以下に於いて、BEMFの形状は正弦波と仮定されます。また、この形状は三角または台形、またはそれらの形状間の何かで有り得ます。

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. 7658B-12/06, 7658BJ2-04/21

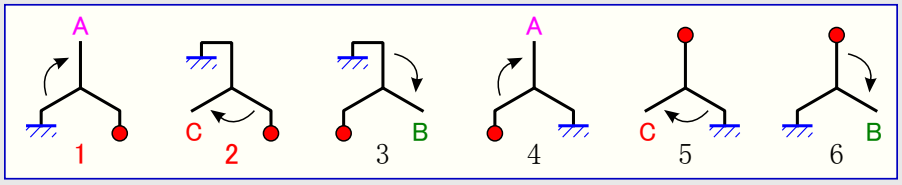
図2-1. (2つの連続する回転子位置1,2を持つ)2極BLDC電動機の簡単化した模式



2.2. 塊整流(転流)

未接続にされたままの1つの巻線と2つの巻線電流の極性は回転子に関して異なる6つの位置を定義します。電流が現在の位置に対して次の位置へ回転子を引くように電流を切り換えると、回転子は回ります。回転子の各位置は回転子を次の位置に引く連続する切り替え構造の構成設定による巻線電流の構成設定と連携します。巻線電流は3つの電圧源によって駆動されます。電圧源は実効電圧の調整用にPWM制御された高速スイッチ(電力MOS-FET)で実現されます。塊整流(転流)の仕組みは図2-2.によって概説されます。各整流(転流)段階に対して、GND(GNDシンボル)に接続された1つの端子があり、1つの端子は電源(円)に接続され、そして1つの端子は開放のままにされます(端子名はA,B,Cです)。GNDと電源への恒久的な接続は電動機の巻線を通して最大電流を駆動し、与えられた供給電圧で電動機に与えられた可能な最大速度で回ります。

図2-2. 塊整流(転流)の仕組みの概要 (位置1と2は図2-1.に対応)



塊整流(転流)に関しては、回転子の各扇状角が電流切り替えに関して連続する扇状角に割り当てられます。故に、ホール感知器信号の各変更が割り込みを強制するなら、割り込み経由の整流(転流)は簡単になります。そして3つの実際のホール感知器信号は整流(転流)扇状角を定義します。換言すると、塊整流(転流)は0がGNDへの接続、Zが開放端子を表し、そして1が供給電圧源への接続での0Z11Z0の周期的巡回として記述することができます。この手順は連続する各端子間で2段階遅らされます。123456の整流段階の手順は、A=Z00Z11、B=11Z00Z、C=0Z11Z0です。逆方向の654321回転については、A=11Z00Z、B=Z00Z11、C=0Z11Z0です。

電動機の巻線は星型(Y結線)または三角型(⊿結線)で接続することができます。どの接続形式であっても、考えはBEMFを測定できるように中立点へのアクセスを得ることで、いくつかの電動機は追加の線経由でこのアクセスを許します。中立点Nへの直接アクセスはBEMFの直接測定を許します。中立点Nの電圧は与えられるPWMの仕組みと共に供給電圧によって影響を及ぼされます。必要とされるなら、GNDに対する中立点Nの電圧は電気的に再構成することができ、また異なるPWMの仕組みに関してはそれを計算することが可能です。ATAVRMC100と感知器なし整流(転流)用の拡張基板(図4-2.)で中立点の電圧は必要ありません。

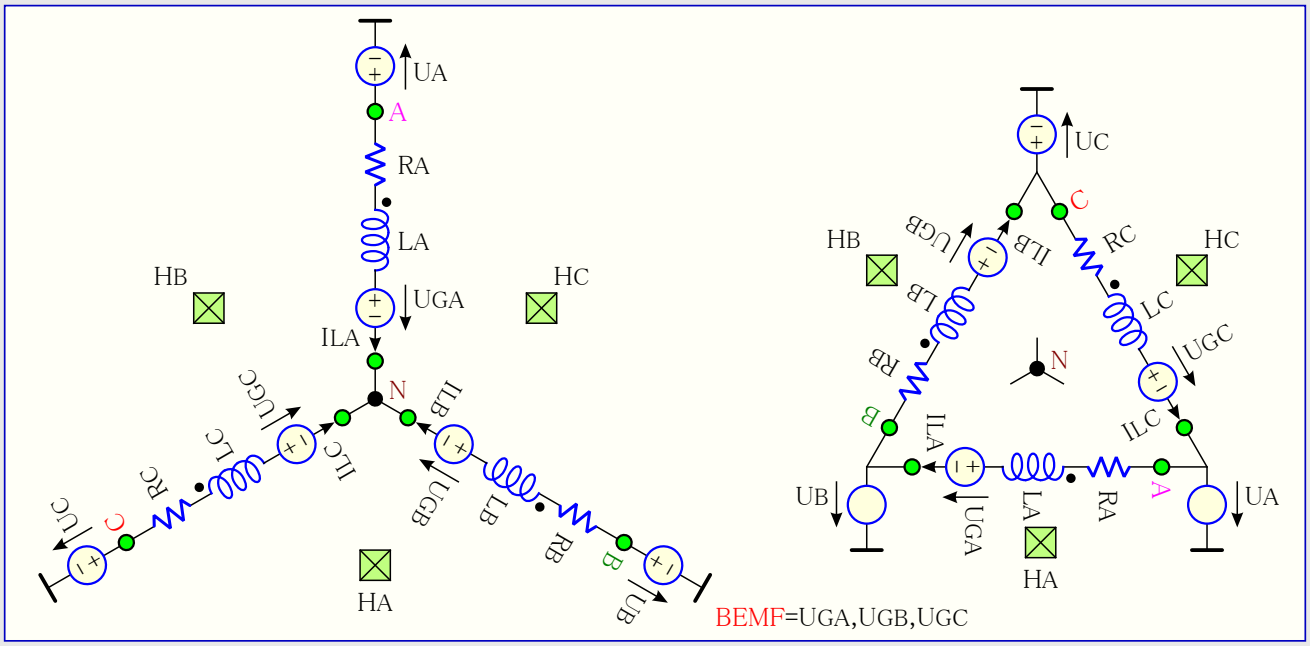
2.3. BEMF

各巻線内で回転する永久磁石は角速度に比例した振幅を持つ交流電圧を誘導します。以下で、この電圧の形状は正弦波形状を持つものと仮定されます。正弦波形状は多くの電動機に対して有効で、それは与えられた電動機に関してBEMF形状が異なる場合の良好な近似です。

(ここで棒磁石として模式化された)永久磁石回転子が巻線の軸に対して垂直に向いた時に巻線内で誘導された電圧の0交差が起きます。2つの連続する磁石位置は図2-1.によって概説されます。巻線Aについては(図2-1.の左側で描かれることによって概説される)棒磁石が位置1の時に電圧の0交差が起きます。巻線Cについては(図2-1.の右側で描かれることによって概説される)棒磁石が位置2の時に電圧の0交差が起きます。

与えられた供給電圧に於いて、BEMFは電動機の速度を制限します。BLDC電動機用のBEMF定数は一般的に[RPM/V]または逆の[V/RPM]の単位で与えられます。それがそのように明白に記されている場合を除き、この値がBEMFの振幅を直接表さないとは言え、与えられた供給電圧がBEMFの振幅だけでなくその形状にも依存すると言う事実のため、それはBEMFの振幅の範囲を表します。

図2-3. Y結線(左側)と⊿結線(右側)でのBLDC電動機



[RPM/V]これに対応する[V/RPM]の単位で与えられるBEMF定数は応用の視点に関する情報を与えます。例えば、4100[RPM/V]のBEMF定数は12V供給電圧で動くBLDCの速度が12V×4100[RPM/V]=49200[RPM]までになり得ることを意味します。電動機物理学の文脈ではBEMF定数が[Vs/rad]の単位で与えられます。

2.3.1. BEMF 対 ホール感知器

BEMF経由またはホール感知器使用での回転子位置の決定に関する物理的な重要な違いは、BEMFについては巻線での時間に於ける磁束の変化がBEMFを与え、ホール感知器については磁束が感知されることです。このため、BEMFの測定に基づく感知器なし整流(転流)に対しては、その位置を決め得るのに先立って回転子が移動しなければなりません。それと対照的に、ホール感知器は位置を表す有効な信号を常に与えます。回転子の位置は電気的周期内の60°の分解能を持つ3ビットの方向量によって表されます。殆どの電動機については、BEMFと直接一致する120°構造でホール感知器が配置されています。それにも拘らず、異なるホール信号様式に帰着する60°構造で配置されるホール感知器を持つBLDC電動機があります。これらの60°ホール感知器BLDC電動機はここでは考慮されません。

2.3.2. 0交差検出

塊整流(転流)については回転子に対して垂直の向きの巻線内でBEMFの極性が変わります。ホール感知器は巻線と連携するBEMFの位相で極性が変わる、それらの位置に配置されます。換言すると、ホール感知器信号はそれらの連携する巻線のBEMFの極性を表します。ホール感知器信号、それに対応するBEMF極性は共に回転子の実際の位置を表します。通常動作については次の整流(転流)位置への切り替えは各0交差で行われます。BLDC電動機の中立端子Nへの直接アクセスがあれば、BEMFの直接測定が可能です。いくつかのY結線BLDC電動機でN端子が利用可能でも、それは⊿結線の電動機に利用できません。故に柔軟な実装のために、N端子なしで0交差検出が実現されなければなりません。他の解決策はN端子電圧の再構成です。加えて、他の解決策はPWM切り替えと巻線の自己誘導のために雑音が多い信号の後処理に強く集中します。正しい信号調整で、感知器なし整流(転流)はホール感知器に基づく整流(転流)と同じくらい簡単になります。

2.3.3. 雑音

回転子位置の決定に使われる雑音の多い信号は整流(転流)誤りを引き起こします。故に、雑音は整流(転流)を行うソフトウェアによる適切な信号調整または濾波によって避けられなければなりません。デジタル濾波は強力な方法ですが、信号が整流(転流)を妨げる得る雑音なしに上手く調整されるなら、それは必要とされない大きな処理力を消費します。

2.4. PWM

高効率なBLDC電動機は非常に低い抵抗と非常に低いインダクタンスを持つかもしれません。BLDC電動機の最終速度は印加される供給電圧と電動機のBEMF定数によって決められます。速度は印加する供給電圧を調整することによって調整することができます。通常、それは固定電圧源、例えば定電圧を持つ、電池、2次電池、または電源部を持ちます。パルス幅変調(PWM)によって実効供給電圧の調整を行うことは速度制御のための実効電圧を印加する方法です。PWMの利点は直線状調整器による電圧調整に比べてそれが低電力浪費であることです。電流調整は測定した電流に依存してPWMデューティ サイクルを変えることで実効電圧を調整することによって達成することができます。

2.5. 感知器なし形態でのBLDC電動機の原則

感知器なし整流(転流)の挑戦は切り替えﾊﾟﾙｽ(PWM)がBEMF信号上に被さるそれらの信号が回転子の位置を充分に表すようにBEMF信号を再構成することです。塊整流(転流)についてはA,B,Cの1つの端子が常に切断され、BEMF信号を測定することができます。BEMF信号の0交差は端子が切断されている窓内で起きます。0交差は次の整流(転流)段階を決めます。低域通過濾波によって予め調整した良好な信号はﾌﾟﾛｾｯｻによって行われる処理を簡単化します。最良の場合、BEMF信号はﾎｰﾙ感知器信号のように変換されます。BEMF信号上のどの雑音も整流(転流)に影響し、ﾌｧｰﾑｳｪｱで考慮されるかもしれませんが、応用に応じた安価な解決策のためにこれは受け入れられるかもしれません。

2.6. 感知器なし形態の理屈

各巻線内で回転子によって誘導されるBEMFはY結線(図2-3.の左側)と⊿結線(図2-3.の右側)でのBLDC電動機に従ってUGA(t), UGB(t), UGC(t)の3つの電圧源によって模式化することができます。これらの電圧源の振幅は速度に比例するBLDC電動機のBEMF定数k_eによって与えられます。正弦波と仮定されたBEMF形状で交流電圧を得ます。

UGA(t)=k_e[V/rpm]×sin(360°×v[rpm]/60×t[s])
UGB(t)=k_e[V/rpm]×sin(360°×v[rpm]/60×t[s]+120°)
UGC(t)=k_e[V/rpm]×sin(360°×v[rpm]/60×t[s]−120°)

xが負またはsign(x)=0の場合にsign(x)=1、xが正または0に等しい場合にsign(x)=0の関数で、2進信号(ﾎｰﾙ感知器のような信号)は正弦波形状BEMF信号から生成することができます。

HA=sign(UGA(t))
HB=sign(UGB(t))
HC=sign(UGC(t))

感知器なし形態の技術的挑戦は全ての形式の実際のBLDC電動機に対してBEMF電圧の簡単な直接測定が可能でないことの事実から来ます。

2.6.1. 開路立ち上げ

先に述べたように、感知器なし整流(転流)は動くために最低量の速度が必要です。これはBEMFの振幅が回転子の角速度に比例するからです。速度限度以下で、PWM信号によって重なられたBEMF信号の信号雑音比は低すぎます。速度限度はBLDC電動機と供給電圧に依存します。例えば数百mVのBEMF振幅は数Vの電圧振幅を持つPWM切り替えのための雑音と大きく違いません。故に、感知器なし整流(転流)について、BLDC電動機はこの速度限度を超えて立ち上がらなければなりません。

感知器によって還元された位置に基づく整流(転流)時、BLDC電動機は高電流で始まり、与えられた供給電圧に対するBEMF限界速度までできる限り早く加速します。電流は立ち上げ中に制限されなければなりません。これは回転子が停止した場合にそれらが短絡同様になるため、非常に低い抵抗と低ｲﾝﾀﾞｸﾀﾝｽを持つBLDC電動機に関して現実的に重要です。

電流は開路PWM制御経由、または閉路電流制御経由で制限することができます。それにも拘らず、定義された角加速で開路速度立ち上げが行われなければなりません。これは電流制限が利用可能なﾄﾙｸを制限し、ﾆｭｰﾄﾝの法則が力、質量、そして加速とそれに対応するﾄﾙｸ、慣性ﾓｰﾒﾝﾄ、そして角加速間の関連を定義するからです。

2.6.2. 電流制限での立ち上げ

1つの可能性は電流の測定とそれを制限するための電流の閉路調整です。PWMﾃﾞｭｰﾃｨ ｻｲｸﾙは測定した電流に依存して調節されます。それらのBLDC電動機が短絡のようになるため、非常に低い抵抗と非常に低いｲﾝﾀﾞｸﾀﾝｽを持つBLDC電動機に関して、この調整繰り返しは非常に速くなければなりません。

2.6.3. 開路速度上昇

別の可能性は加速中に実際の速度の関数としてPWMﾃﾞｭｰﾃｨ ｻｲｸﾙ開路を制御することです。この開路調整はBLDC電動機の既知のﾊﾟﾗﾒｰﾀに基づいて行うことができます。

開路速度上昇が実現されています(図2-4.参照)。開路立ち上げの目的はBEMF 0交差検出に使われる比較器信号に基づく感知器なし整流(転流)に対して充分なBEMF振幅の範囲にBLDC電動機を引き上げることです。これを達成するため、開路立ち上げ中にﾄﾙｸは殆ど一定でなければなりません。

現在の整流(転流)状態は電流が流れる方向を定義することによって回転子に対する目標位置を表し、PWMﾃﾞｭｰﾃｨ ｻｲｸﾙ調整は電動機供給電圧の実効電圧調整を表します。故に、PWMﾃﾞｭｰﾃｨ ｻｲｸﾙ変更は電動機の巻線を通る電流の流量を変え、そしてそれは電動機のﾄﾙｸを変えます。

立ち上げ中に殆ど一定のﾄﾙｸを達成するため、図2-4.によって概説されるように実際の整流(転流)速度の関数として、PWMは開路速度上昇中に調節されなければなりません。

pwm(v)=c0+c1×v

定数のc0とc1は供給電圧VBATで調整し、ここでのc0とc1は結果のPWMが次のように選ぶことができます。

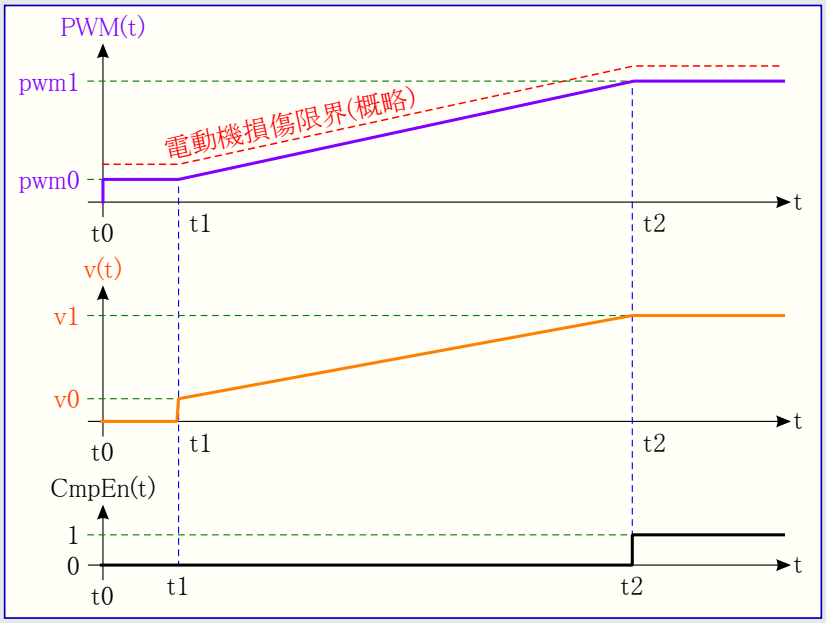
pwm(v)=(c0+c1×v)/VBAT

a=dv/dtの定加速で加速するのに先立って、最初にPWM変位pwm0が印加されます。そして与えられた初期整流(転流)位置に移動するのに充分な時間を回転子に与えるために待ち段階が挿入されます。回転子が初期目標整流(転流)位置に達した後、それは調和減衰発振と同様に、減衰振動しながら止まります。発振周波数は回転子の慣性ﾓｰﾒﾝﾄと、電動機のﾄﾙｸ定数によって定義されます。電動機の摩擦によって決められる減衰定数は発振周波数に僅かに影響します。応用の視点からは、減衰定数が発振の持続時間を決めます。発振の持続時間は速度上昇開始前の待ち時間に関して重要です。

BEMF 0交差比較器は目標速度に達するまで開路速度上昇中に禁止されます。目標速度に達すると、開路速度上昇ｻﾌﾞﾙｰﾁﾝを抜ける前にBEMF 0交差比較器が許可されます。

正しいpwm0とpwm1とで回転子が磁界に従うことができるのに充分な緩やかさで加速することができます。定数c0は抵抗の損失によって引き起こされる電圧低下を補償します。定数c1は電動機のBEMFのための実効供給電圧の低減を補償します。電動機電流限界以下の電流を駆動するPWM変位はBLDC電動機が損傷を受けないことを保証します。

図2-4. 開路立ち上げ中のPWM 対 速度(v) 対 比較器許可(CmpEn)



2.6.4. 定数c0とc1それに対応するpwm0とpwm1

与えられた電動機供給電圧に関して変位定数pwm0はU=R×I(ここのRは、巻線とMOS-FETの抵抗成分、それと与えられたﾃﾞｭｰﾃｨｻｲｸﾙのPWMによって調整される与えられた供給電圧に関して巻線電流に影響する全ての抵抗成分)に従って巻線を通る電流を駆動する電圧変位を表します。これは電流の絶対値に比例するﾄﾙｸに帰着します。ﾄﾙｸは電流と負荷角に依存します。与えられた電流は以下で利用可能な最大ﾄﾙｸtauを定義します。

VBAT×pwm0=R×I　　と　　tau=k_tau×I

定数k_tauは与えられた電動機用のﾄﾙｸ定数です。結果の電流が与えられた電動機の公称最大電流を超えないようにpwm0を選ぶことにより、立ち上げ中に望まれるようにゆっくりと加速することできます。巻線の温度と電動機の温度が与えられた限度を超えない限り、公称最大電流よりも大きな電流は短時間許されるかもしれません。

2.6.5. 電動機特性からの定数c0とc1の計算

定数c0とc1は電動機特性から計算することができます。違うBLDC電動機製造業者が異なる単位を用いるため、電動機ﾊﾟﾗﾒｰﾀの単位に注意しなければなりません。pwm0は有効な電流I設定に関して0～100%の範囲でなければなりません。変位定数PWM調整定数は次のとおりです。

pwm0=R×I/VBAT

AT90PWM3の現在の実装について、変位定数はpwm0が0～100%の範囲とc_pwm=255で、c0=c_pwm×pwm0です。PWM調整定数に依存する整流(転流)周波数は次のとおりです。

pwm1=(v_rpm+k_e×R×I)/(k_e×VBAT)

ここでv_rpmは[rpm]単位での速度、k_eは[rpm/V]単位での電動機のBEMF定数です。巻線ｲﾝﾀﾞｸﾀﾝｽLの影響はこの計算に関して無視されます。加えて、RPM単位で与えられた速度は電気的1周期が機械的1周期に等しい2極電動機に対してです。歯車なしで機械的1周期は1回転と等価です。定数c0とc1は供給電圧に依存します。故に、供給電圧が一定なら、これらは一定です。可変供給電圧を持つ応用に関して、これらの定数はVBATの供給の直線依存性を考慮して計算されなければなりません。

2.6.6. 定数?c0とc1の相互調整

加えて、PWM調整定数の相互調整は開路立ち上げに関して可能です。最初に、パラメータpwm0が決められなければなりません。これに関しては最初にBLDC電動機が静止している時にpwm0=0とpwm1=0を設定します。そして目標電流に達するまでpwm0を1つ増やします。電流測定がpwm0パラメータの自動調整を許します。

2.6.7. 立ち上げ速度v0とv1の定義

開始速度v0は0に設定されるかもしれません。より短い立ち上げ段階のために、0よりも大きな速度に設定されるかもしれません。BEMFの振幅が速度に比例し、より高い振幅が比較器に対してより良い信号雑音比を与えるため、速度v1は可能な限り高くあるべきです。前で記述されるようにその種の立ち上げではトルクがその速度まで殆ど一定に留まります。

$$v_rpm=(VBAT-R\times I)\times k_e$$

より高い速度に対しては巻線を通る電流を駆動する電圧が指定される電流Iを駆動するのに充分でありません。BEMF定数k_eを持つBLDC電動機の自由走行は最終的に次の速度で回ります。

$$v_rpm=VBAT\times k_e$$

故に、v_rpm_max=(VBAT-R×I)×k_eの範囲内での選択は最終速度v1として申し分ありません。電動機に依存して、v_rpm_maxの10～100%で足ります。

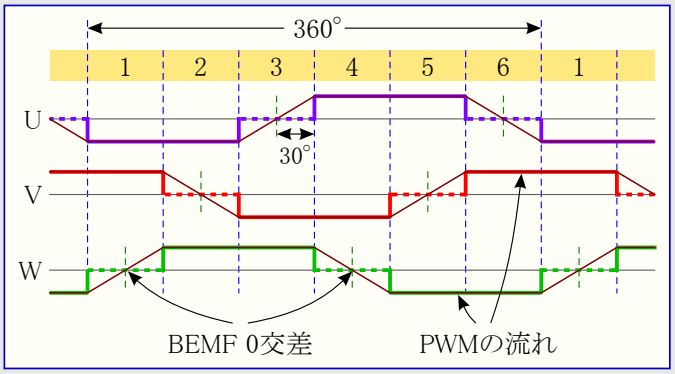
2.6.8. 加えられるべき加速の設定方法

理論的な観点から、摩擦なしでの最大加速はニュートンの方程式F=m×aとa=tau/J、ここでtauはトルク、Jは慣性モーメント、そしてaは角加速度によって定義されます。1秒の立ち上がりで十分なら、速度v_rpm_maxへ来る、結果の加速a_rpm_per_sはv_rpm_max/1sで充分でしょう。角加速度[rad/s^2]の物理(SI)単位に対立するものとして、角加速用の単位として[rpm/s]が選ばれます。これは2つの主な利点を持ちます。1つ目は[rpm/s]の単位が[rpm]の単位で与えられた速度に対してずっと直感的です。2つ目は代表的な速度と加速度に対する数値範囲がSI単位の[rad/s^2]に比べて[rpm/s]単位を用いる整数表現とより合います。

3. 30°位相角

最適な駆動手順は右図で示されるように回転子位置との位相に於いて0交差後30°でPWMを駆動することです。この30°速いまたは遅い駆動は電動機の電流消費を増します。

図3-1. 駆動手順



4. 0交差検出

0交差検出は次の回路を用いて行われます。これは外部アナログ比較器と安価な部品を使います。部品の値はATAVRMC100キットの電動機のBEMFレベルに調整されています。

図4-1. 1つの相と対応する比較器出力 (30°未実装)

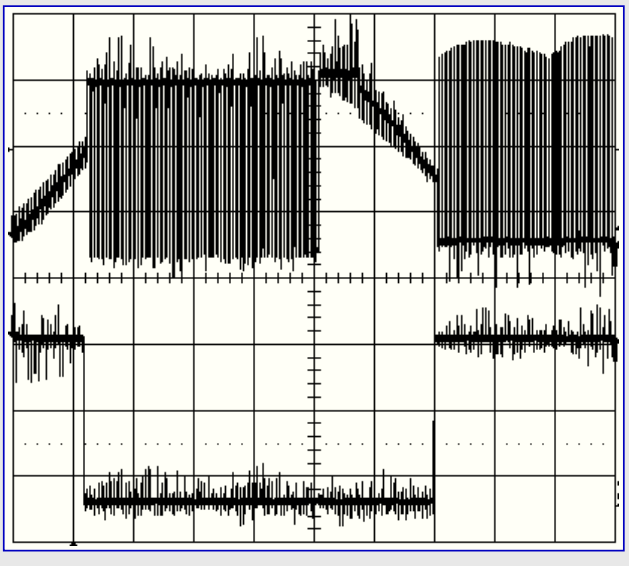
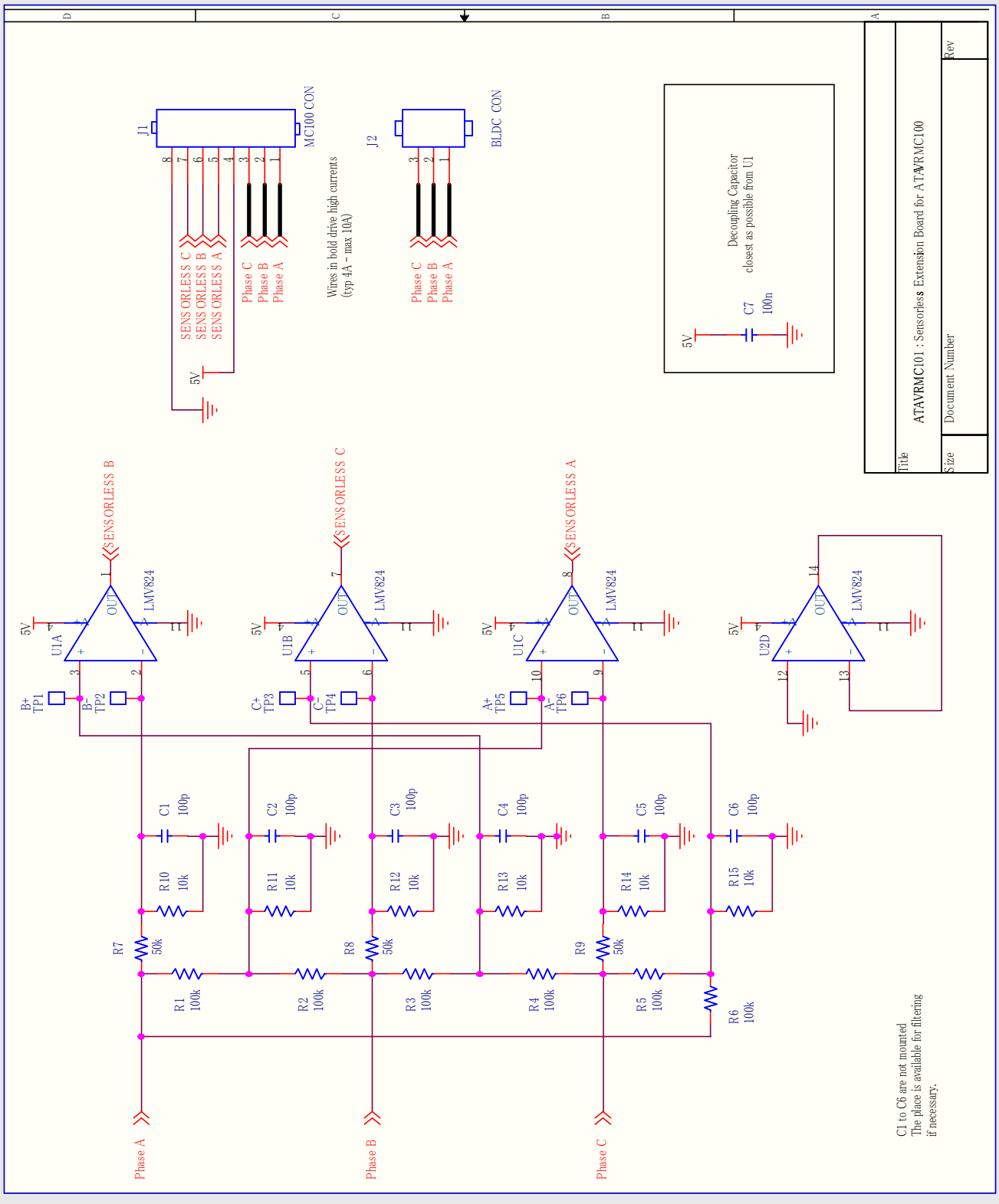


図4-2. ARAVRMC100を用いる感知器なし検出用拡張基板



4.1. 信号調整

信号調整は(電動機特性と速度に依存する)BEMFレベルをアナログ比較器の入力範囲へ調整を行います。BEMF信号上のPWM周波数を濾波するのに低域通過濾波器が用いられます。

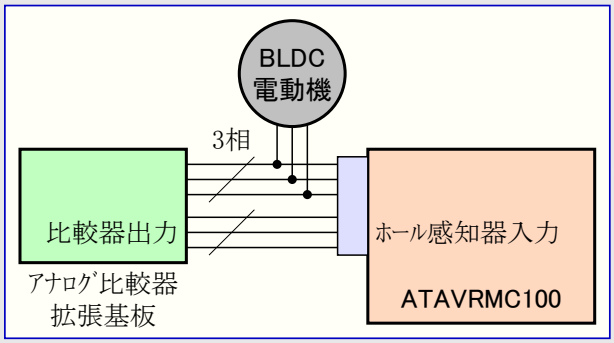
低域通過濾波器は0交差時間とアナログ比較器出力切り替わり間に遅延を導入します。この時間は30°計算に関して考慮されなければなりません。上の回路図で低域通過濾波器によって生成される遅延は125µs近辺です。

5. ハードウェア

使われるハードウェアはアナログ比較器外部基板を持つATAVRMC100基板です。ATAVRMC100の詳細についてはATAVRMC100ハードウェア使用者の手引きを参照してください。

右図は両基板間の接続を示します。

図5-1. ハードウェア



5.1. 技術的な助言

5.1.1. BLDC電動機の切断

BLDC電動機はそれが走行中の間、またはそれの巻線が電流を運んでいる間に切断されてはなりません。PWMのデューティ サイクルが0%で巻線を通して電流が全く駆動されないように回転子が留まっている場合にBLDC電動機の切断が許されます。高い慣性モーメントを持つBLDC電動機はPWMデューティ サイクルを0%に設定した後で相対的に長い時間走行し得ます。

5.1.2. GNDと電力の配線

GND配線と電力配線に注意しなければなりません。プロセッサの電源と追加の信号調整部品(例えば、追加の高速比較器、演算増幅器など)は電動機電源と分離されなければなりません。GND接続は高電流のために低抵抗且つ低インダクタンスでなければなりません。正しい機能のために多層基板内のGND面が推奨されます。

6. ファームウェア

提案されたファームウェアは立ち上げ手順と30°実装を含むいつかの変更付きのATAVRMC100基板(AVR492応用記述)を用いた感知器に基づく実演に基づきます。これは前節で記述される外部比較器基板を用いた感知器なし形態で動きます。BLDC電動機のホール感知器線は未接続に留まらなければなりません。

この実演はSTK500を用いてRS232に接続されることが必要です。

6.1. RS232インターフェース使用のためのATAVRMC100へのSTK500接続

- 両基板のGNDは単線を用いて共に接続されなければなりません(GNDは両基板上でISPコネクタ ケーブルを用いて接続することができます)。
- 下で記述されるようにUART制御のためにSTK500をATAVRMC100に接続してください。

STK500のRS232 SPAREのRXDとTXDのピンをATAVRMC100のI/Oコネクタの7番と8番のピンに接続してください(下の接続表と図をご覧ください)。

表6-1. UART接続表

STK500	ATAVRMC100
RS232 SPARE – TXD	I/Oコネクタ – 7 (TXD)
RS232 SPARE – RXD	I/Oコネクタ – 8 (RXD)
GND	GND

図6-1. STK500側からのUART接続

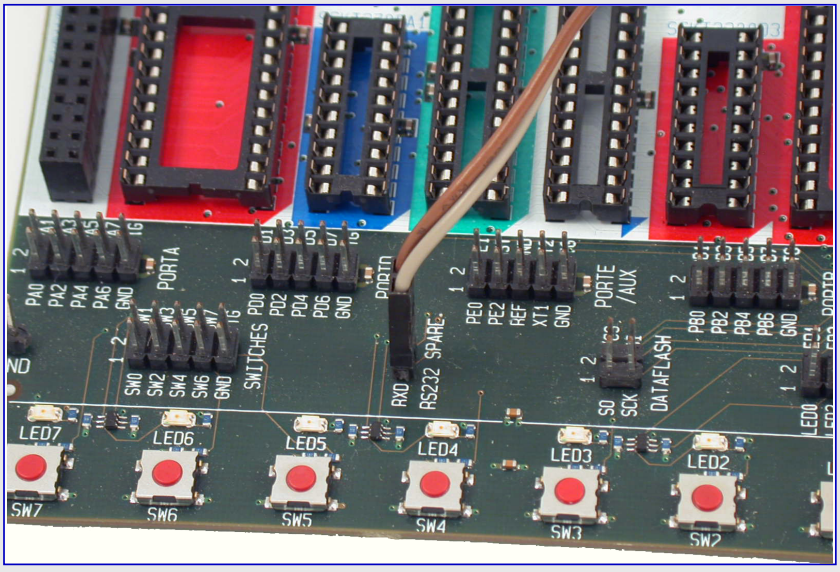
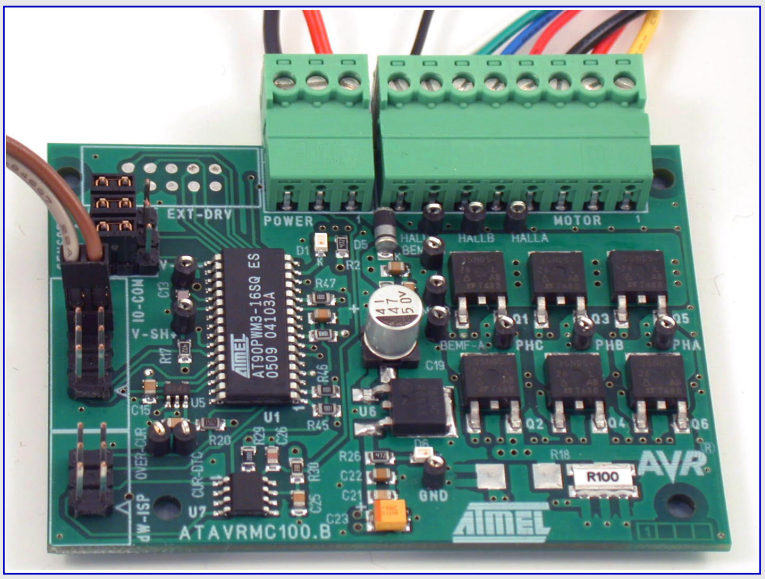
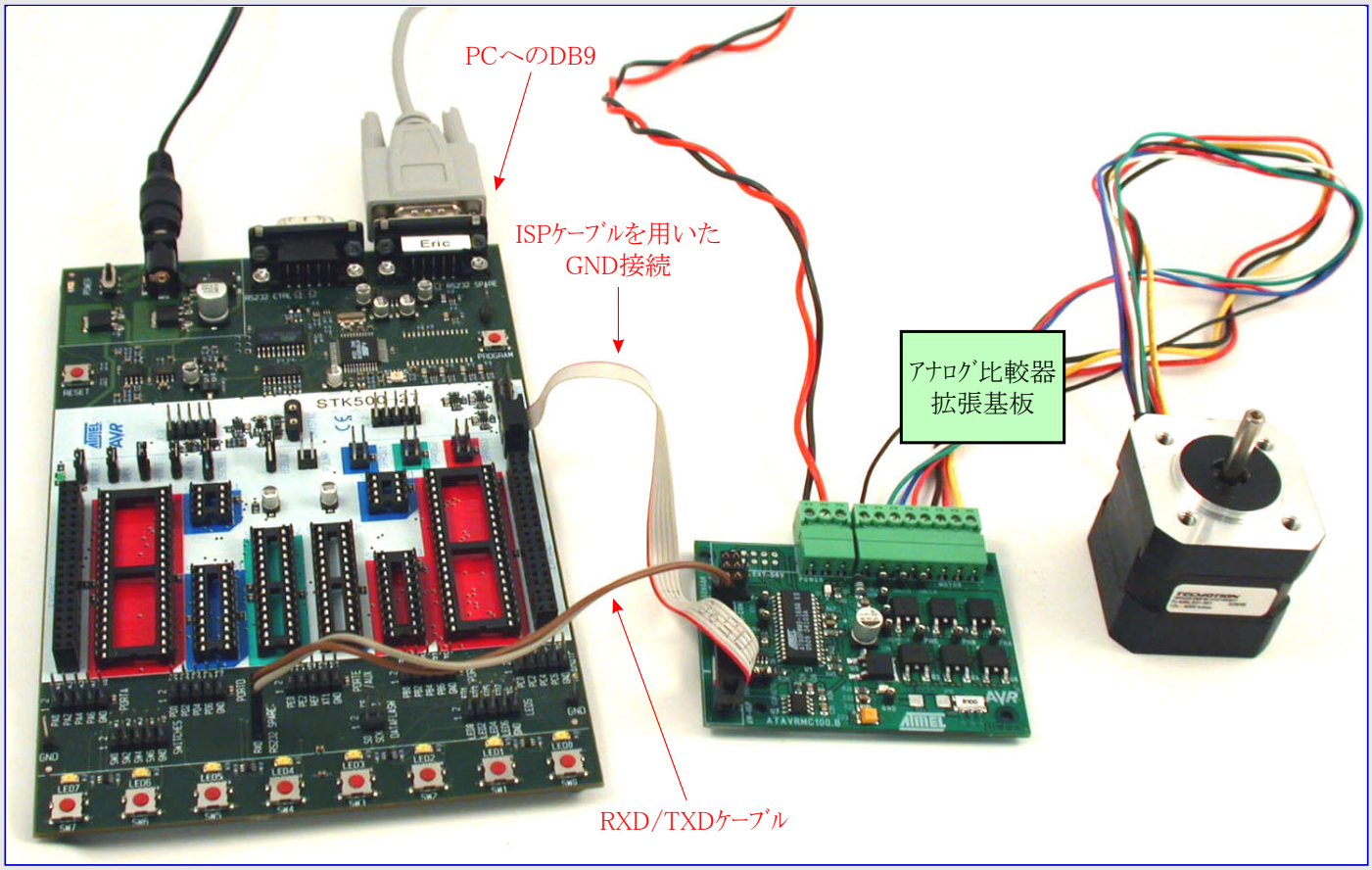


図6-2. ATAVRMC100側からのUART接続



STK500のRS232 SPAREのDB9にPCのCOMポートまたはPC用USB-RS232変換器を接続してください(下図をご覧ください)。

図6-3. 完全な実演接続



6.2. ATAVRMC100構成設定

ｼﾞｬﾝﾊﾟは感知器(sensor)に設定されなければなりません。

6.3. AT90PWM3構成設定

AT90PWM3はPLLを用いた16MHzでの走行に設定されなければなりません(対応するﾋｭｰｽﾞ ﾋﾞｯﾄを設定してください)。

6.4. ハイパーターミナル構成設定

ハイパーターミナルは次のように構成設定されなければなりません、38400bps、8ﾃﾞｰﾀ ﾋﾞｯﾄ、1停止ﾋﾞｯﾄ、ﾊﾝﾄﾞｼｪｰｸとﾊﾟﾘﾃｨなし。

6.5. 支援される命令

ｿﾌﾄｳｪｱによって以下の命令が支援されます。

表6-2. 支援命令

命令	活動
ru	電動機走行
st	電動機停止
help	ﾍﾙﾌﾟ提供
fw	正転方向設定
bw	逆転方向設定
ss	速度設定
gi	識別子取得
g0	状態0取得
g1	状態1取得

6.6. ようこそﾒｯｾｰｼﾞ

電源投入で基板によって以下のようこそﾒｯｾｰｼﾞがﾊｰﾊﾟｰﾀｰﾐﾅﾙへ送られます。

″ATMEL Motor Control Interface″

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
東熱新川ﾋﾞﾙ 9F
ｱﾄﾒﾙ ｼﾞｬﾊﾟﾝ株式会社
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

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。**Atmelのｳｪﾌﾞｻｲﾄに位置する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益の損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。**Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© Atmel Corporation 2006. **不許複製** Atmel®、ﾛｺﾞとそれらの組み合わせ、AVR®とその他はAtmel Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

© *HERO* 2021.
本応用記述はAtmelのAVR493応用記述(doc7658.pdf Rev.7658B-12/06)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訳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。