

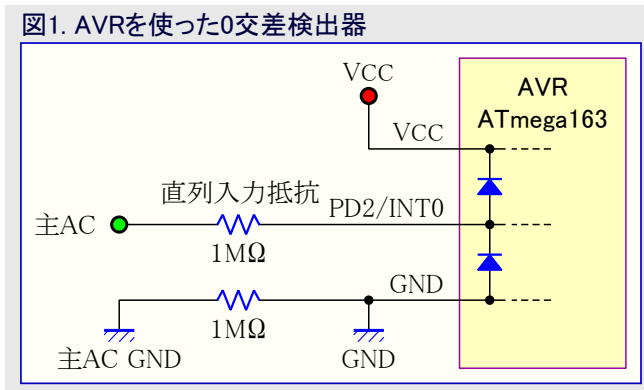
序説

変復調器応用開発での多くの問題の1つはEMIや尖頭雑音、特に主ACのON/OFF切り替え時にそれらを最小に保つことです。現在の新しい応用の殆どは1つまたはより多くのマイクロコントローラによって制御され、これは簡単且つ費用効率的な方法でこの雑音を防ぐ可能性を与えます。

切り替え中に生成される雑音は実際の切り替え点ACうねりの振幅に依存します。この雑音を可能な限り低くするための理想的な切り替え点は振幅が0Vの時です。うねり“0交差”での振幅は0Vです。0交差での主電源ON/OFF切り替えは、次の交差とその交差で切り替え動作を発動する時を検出する方法を必要とします。これが費用効率的な0交差検出法の必要性を高めます。この応用記述はこれを行う方法を説明します。

0交差検出は周波数計算や相対位相測定のような他の目的にも使うことができます。

図1. AVRを使った0交差検出器



特徴

- 割り込み駆動
- 基準単位部としてのCソースコード*
- 容量効率的なコード*
- 正確で高速な検出
- 最小の外部部品

目次

序説	1
特徴	1
1. 応用例	3
1.1. ハードウェア	3
1.2. ソフトウェア	4
2. 特別な考慮	5
2.1. エミュレータとクランプダイオード	5
2.2. RC濾波器と、VCC/2と実際の0交差間の遅延	5
2.3. 対称でなければならないGND	6
2.4. 低速切り替え(継電器)計算法	6
3. 改訂履歴	6

1. 応用例

この応用記述は使用者に最小の外部部品での0交差検出器実装法を示します。この解決策が主ACに対するマイクロコントローラのどんな電気的な絶縁も与えないことに注意すべきです。0交差検出抵抗は系内への電気的な雑音経路になり得ます。

これはこの応用記述で記述されません。これの詳細に関しては「AVR040:電磁適合性(EMC)設計の考察」をご覧ください。

この応用はATmega163を使いますが、コードはどのAVR®デバイスに対しても再コンパイルすることができます。

例のコードはAtmel® START(開始)用に書かれています。

これはAtmel Studio 7とIAR™ IDEの両方に対してAtmel STARTの”BROWSE EXAMPLES(例閲覧)”入り口からダウンロードすることができます。

ダウンロードした.atzipファイルをダブルクリックしてください。プロジェクトがAtmel Studio 7にインポートされます。

IARでプロジェクトをインポートするには、”Atmel START in IAR (IARでのAtmel開始)”を参照してください。”Atmel Start Output in External Tools(外部ツールでのAtmel開始出力)⇒IAR”を選んでください。

1.1. ハードウェア

VCC以上とGND以下の電圧からデバイスを保護するため、AVRはI/Oピンに内部クランプダイオードを持ちます(図1をご覧ください)。ダイオードはピンからVCCとGNDに接続され、入力信号をAVRの動作電圧内に保ちます(下図をご覧ください)。VCC+0.5Vよりも高いどんな電圧もVCC+0.5Vへの低下を強制され(0.5Vはダイオード上の降下電圧)、GND-0.5V以下のどんな電圧もGND-0.5Vへの上昇を強制されます。

直列に高抵抗を追加することにより、これらのダイオードは高電圧正弦波信号を、AVRの動作電圧±0.5V内の振幅を持つ低電圧方形波信号へ変換するのに使うことができます。従ってダイオードは高電圧信号をAVRの動作電圧に下げ留め置きます。

注: 直列抵抗とピンの入力容量(Cin)が主AC信号と方形波間に位相差を誘引するRC濾波器を形成することに注意してください。この位相差は現在の例では重要でなく、より多くの詳細については「RC濾波器と、VCC/2と実際の0交差間の遅延」項をご覧ください。

方形波信号が主ACの持つ位相なので、下降端の使用は非常に正確な0交差発生場所を知らせます。この信号の使用により、AVRは非常に小さな割り込み駆動コードで非常に正確な0交差検出器をプログラムすることができます。

この方形波は上下を切られた主信号で、VCC-0.5V~VCC+0.5Vで主信号と同じ電圧を持ちます(下図をご覧ください)。方形波がVCC/2周辺でAVRの下降端割り込みを起動する時に、主ACの振幅もVCC/2で、0交差の直前です。これが下降端で行われるなら、AVRは0交差直前で割り込みを得て、実際の0交差点で0交差活動を開始する時間を持つことができます。割り込みはVCC/2周辺で起動され、これはAVRの論理閾値電圧の中央だからです。

信号は割り込みルーチン内に0交差ルーチンを置くことを可能にする外部割り込み0ピンに接続され、完全な割り込み駆動検出にします。下の2つめの図は実際の入力信号のオシロスコープ画像を示します。主AC信号が縮小され、外部割り込み0ピンの上昇端が主ACと同じエッジですが、縮小のためにこの主ACが外部割り込み0端の後で現れるように見えることに注意してください。

図1-1. 外部割り込み0ピンでの方形波入力信号

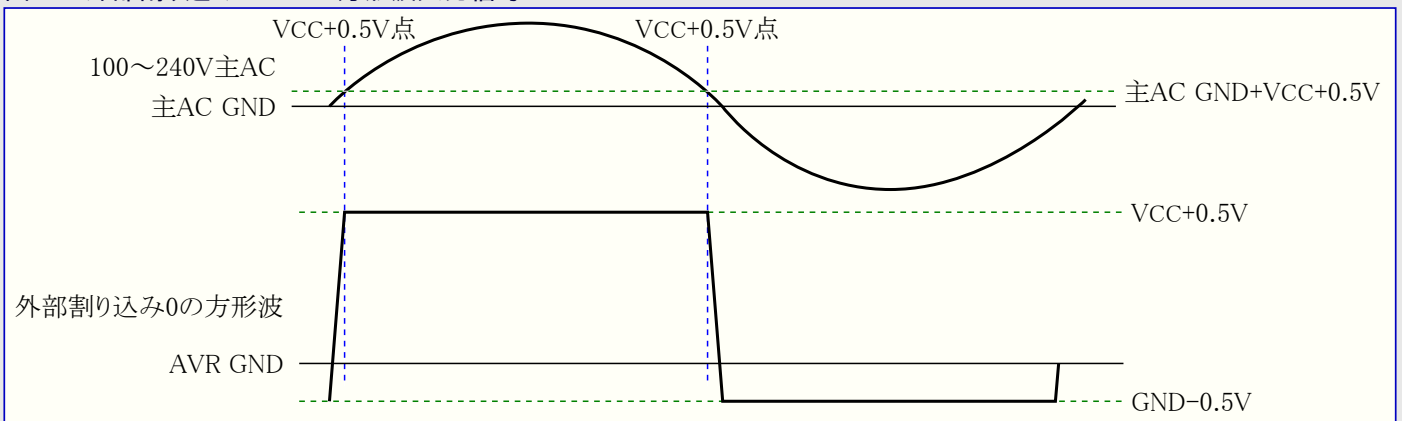
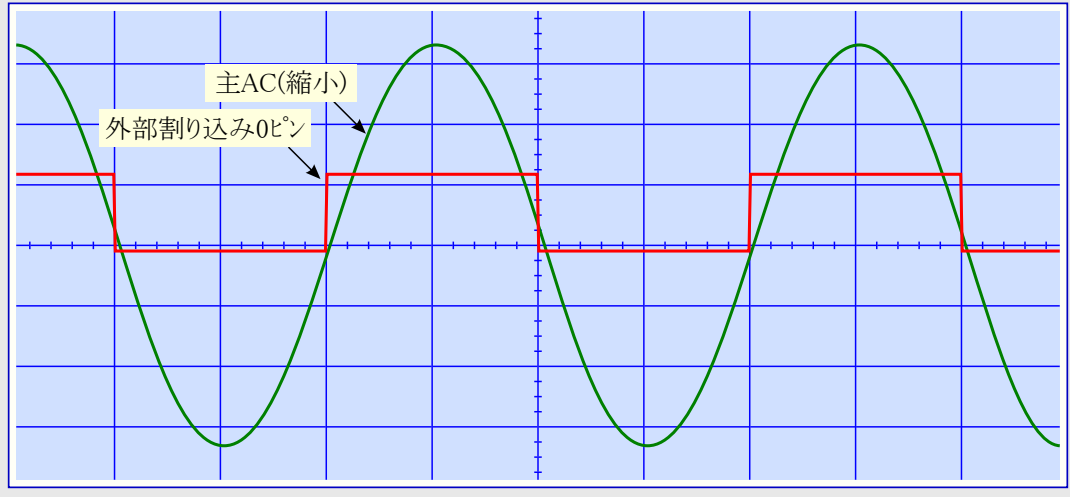


図1-2. 外部割り込み0ピンでの方形波入力信号のオシロスコープ画像



直列入力抵抗は1MΩです。最大1mAよりも大きなクランプダイオードの伝導は推奨されず、そこで1MΩは概ね最大1000Vを許します。1000Vよりも高いどの電圧も多分尖頭雑音かサージでしょう。クランプダイオードは短時間の尖頭を扱えますが、サージは扱えません。応用記述はサージに対する保護方法を説明せず、単に設計でサージに対する保護の実装を推奨します。

殆どの抵抗器には上限電圧があります。応用で使う抵抗器が高電圧の尖頭を含めた有り得る最高主AC電圧を扱えること確認してください。

より低い主電圧のシステムについては抵抗値を変更できますが、一般的に何の問題もなくAC 100~240V系の検知ができるべきです。主AC GND対する直列の1MΩ抵抗は応用に対する正しいGND電位を保証します。

1.2. ソフトウェア

外部ハードウェアと内部クランプダイオードがAVRの外部割り込み0ピンでの方形波信号を作ります。ハードウェア項で記述されるように、方形波は主ACと同じ周波数を持ちます。この信号のHigh区間は主ACの振幅がVCC/2以上の時です。これは方形波のエッジに非常に近い主ACの0交差を生じます。方形波の上昇端は交差の僅かに後で、下降端は交差の僅かに前です。

方形波の下降端が0交差の直前なので、直ちに0交差活動を開始できる実際の交差近くで下降端割り込みが起こるでしょう。

この応用例では0交差活動が短時間PB0をHighに設定するだけで、そして次の0交差下降端検出を直ちに開始します。これは0交差検出が正しいか否かの調査をかなり容易にします。単にオシロスコープのプロブを主ACと、別のプロブをPB0に接続してください。検出が正しいなら、これは各0交差負端に於いてPB0が短時間Highになるのが見えるでしょう(以下の最初の2つの図をご覧ください)。

図1-3. 主ACと入力とPB0出力のオシロスコープ画像

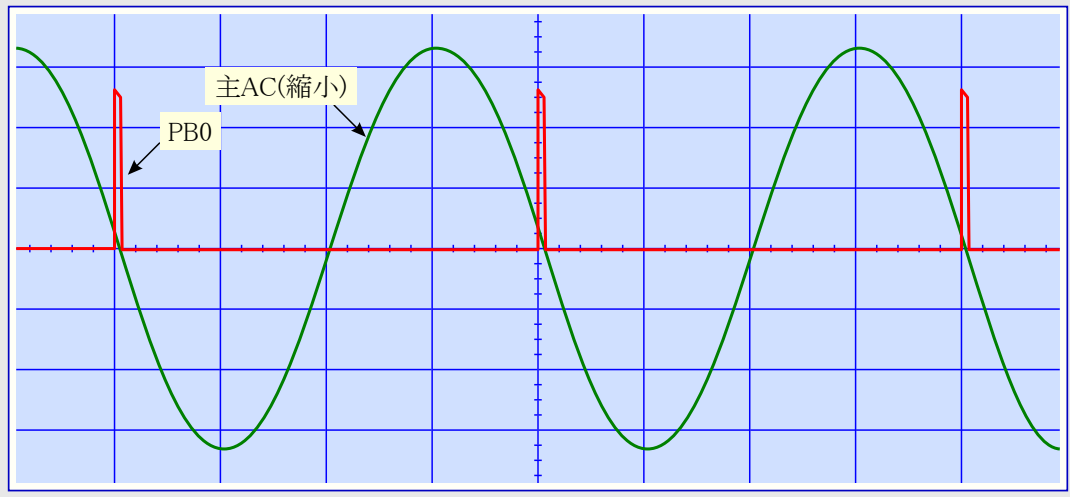
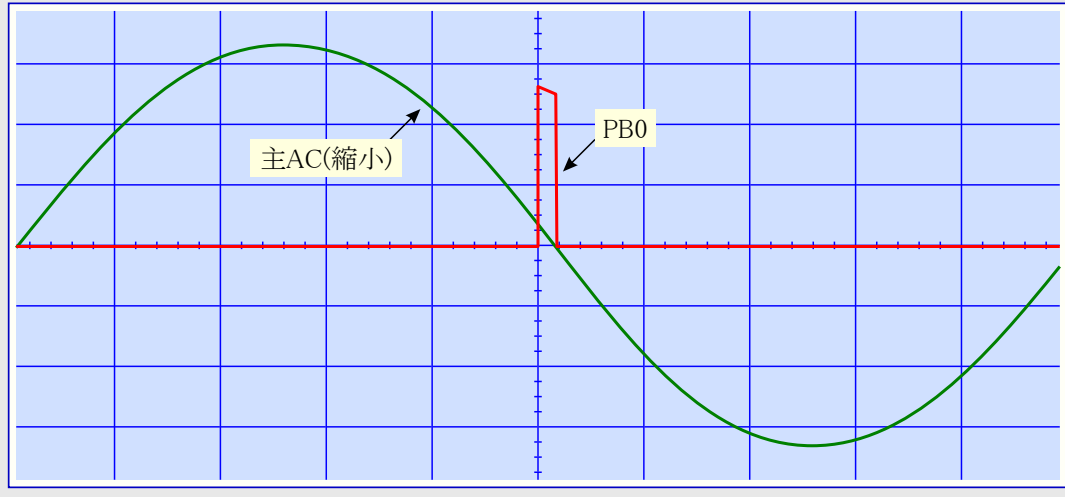


図1-4. 主ACと入力とPB0出力のオシロスコープ画像(時間軸拡大)

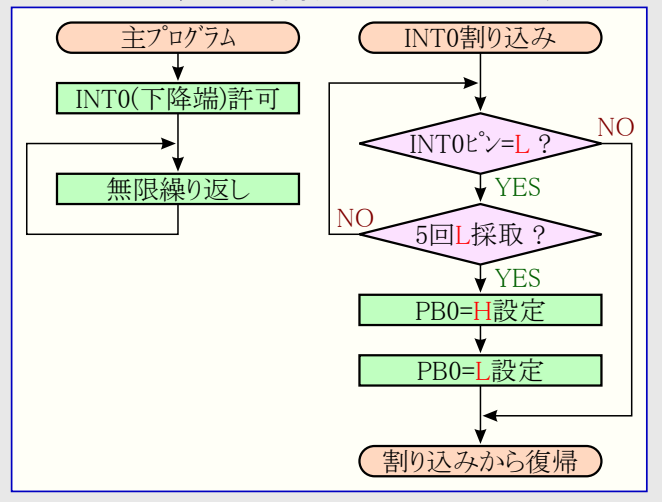


現実の応用では割り込みルーチンから戻る前の外部割り込み0の禁止が単一での検出にします。新しい0交差を検出するには、単に主プログラムで下降端割り込みを再び許可してください。

割り込みがピンでの尖頭雑音の生成物でなく有効なことを保証するため、割り込みルーチンに実装された濾波器があります。濾波器は割り込み線のレベルを5回採取し、値が安定かを見るためにその値を比較します。全ての採取に関して値が同じでなければその事象は破棄され、割り込みルーチンは新規割り込みを待つ主プログラムへ戻ります(右図をご覧ください)。

ソフトウェアについてのより多くの詳細に関してはコード内の注釈をご覧ください。

図1-5. 主プログラムと外部割り込み0処理ルーチンの流れ図



2. 特別な考慮

マイクロコントローラへの高電圧印加は故障や損傷の可能性を増加します。どんな誤りも部品、エミュレータまた感電に対して痛烈な損傷を引き起こし得るため、いくつかの特別な手順に従うのが賢明です。

2.1. エミュレータとクランプダイオード

AVRシステムは完全なエミュレータシステムとで構成されますが、エミュレータのいくつかのPODの本質特性のため、それらは内部クランプダイオード付きで出荷されません。(訳補:原書執筆時に於いて)ICE200とICE40/50だけがクランプダイオードを持つエミュレータです。ICE10とICE30はクランプダイオードを含みません。外部クランプダイオードを追加することにより、これらのエミュレータはデバイスと同じ入力を得ます。

エミュレータへ高電圧ACを印加することは装置に痛烈な損傷を引き起こし得、注意が払われるべきです。主ACでのトランス絶縁と電気的に絶縁されたパソコンへのRS-232通信の使用が推奨されます。

2.2. RC濾波器と、VCC/2と実際の0交差間の遅延

直列抵抗と入力ピン容量は、実際の0交差と比較して応答を遅らせるRC濾波器を形成します。

AVRの入力容量を伴う1MΩの抵抗は実際の交差の非常に近くへ検出を持ってくる遅延を生成します。他のAC電圧や直列抵抗に関しては検出が実際の交差にどの位近いかを見るためにオシロスコープで検査することが推奨されます。これは0交差検出が正しいか否か調べることをかなり簡単にします。単にオシロスコープのプロブを主ACと、別のプロブをPB0に接続してください。これは各0交差負端に於いてPB0が短時間Highになるのが見えるでしょう(図1-3と図1-4をご覧ください)。

検出が実際の交差後なら、遅延を追加することによって次の交差が活動のための目的対象とされるべきです。この遅延は次の交差までの残時間と等価であるべきです。

直列抵抗はより近い検出にするために変更することもできますが、AVRのクランプダイオードを通る最大電流が1mAよりも大きくなるべきでないことに注意してください。

2.3. 対称でなければならないGND

主ACのGNDは主網に於ける位相と対称でなければなりません。感知部が単相とGNDだけを使うので、主網での3相に対応する実際の0交差を検出するのにこれは必要です。GNDが非対称の場合、単相だけを使って交差する時を知ることは不可能です。これはデルタ配線の主網だけでの問題であり得ます。ルウェイトとアルバニアを除く殆どの国はスター配線主系統を使い、この問題がありません。

2.4. 低速切り替え(継電器)計算法

0交差検出器の代表的な使用は主継電器を制御することであり得ます。継電器が0交差感知から実際の交差までの遅延よりも大きな応答時間を持つので、処理のために1つの技法、換言すると、下降端で交差を感知して、上昇端で継電器を閉じることが追加され得ます。

これを行うには、継電器の応答時間と主ACの周波数を知らなければなりません。これらの値は製造業者から知るか、研究室でまたはAVR自身によって測定するかのどれかでできます。

この測定はAVRソフトウェアに実装することができます。0交差検出器を使うことにより、いくつかの少しの外部部品とで信号の周波数を簡単に採取することができ、継電器の応答時間を測定することもできます。これは殆どのどんな主AC周波数と継電器応答時間に対しても調整することができる万能システムを与えるでしょう。例え継電器応答時間や周波数が後で変更されたとしても、正しくあることを継続するでしょう。

3. 改訂履歴

文書改訂	日付	注釈
2508A	-	初版文書公開
2508B	2004年1月	
2508C	2016年9月	新雛形といくつかの微細な変更

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、Enabling Unlimited Possibilities®, AVR®とその他は米国及び他の国に於けるAtmel Corporationの登録商標または商標です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

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のウェブサイトに表示する販売の条件と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、または利益と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。

安全重視、軍用、車載応用のお断り: Atmel製品はAtmelが提供する特別に書かれた承諾を除き、そのような製品の機能不全が著しく人に危害を加えたり死に至らしめることがかなり予期されるどんな応用(“安全重視応用”)に対しても設計されず、またそれらとの接続にも使用されません。安全重視応用は限定なしで、生命維持装置とシステム、核施設と武器システムの操作の装置やシステムを含みます。Atmelによって軍用等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は軍用や航空宇宙の応用や環境のために設計も意図もされていません。Atmelによって車載等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は車載応用での使用のために設計も意図もされていません。

© HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR182応用記述(Rev.2508C-09/2016)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。