AVR430 : MC300ﾊｰﾄﾞｳｪｱ使用者の手引き

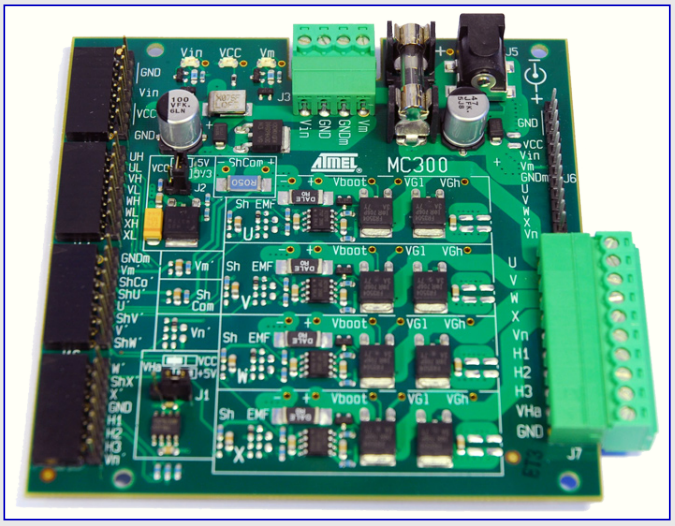
要点

- DCとｽﾃｯﾋﾟﾝｸﾞの電動機用の汎用電力段
- ﾃﾞﾊﾞｲｽ基板用の2.54mmﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞ ｺﾈｸﾀ付きの基準単位ｼｽﾃﾑ
- High側とLow側の独立制御を持つ4つの半ﾌﾞﾘｯｼﾞ
- ﾃﾞﾊﾞｲｽ基板(3.3/5V)とﾎｰﾙ感知器(5V)用の基板上電圧調整器
- ﾃﾞﾊﾞｲｽ基板へのﾎｰﾙ感知器、逆起電力、中心電圧の帰還
- ﾃﾞﾊﾞｲｽ基板への分圧抵抗帰還
- 電気的仕様：
  - ・駆動部回路：Vin 10～20V
  - ・電動機：Vmm 0～40V, Im_{max}=6A
- 寸法：100×100mm

1. 序説

MC300はﾌﾞﾗｼﾚｽDC、ﾌﾞﾗｼDC、それとｽﾃｯﾋﾟﾝｸﾞ電動機を駆動できる汎用電力段です。この基板は電動機(電動機)制御応用の開発に関する柔軟な基盤であるべく設計されています。制御器(AVR® CPU)に関して必要とされる電力と全ての信号は基板の左側で利用可能で、各種ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ付きの基板が容易に接続できる基準単位ｼｽﾃﾑを与えます。

図1-1. MC300電動機制御駆動部基板



2. ﾊｰﾄﾞｳｪｱ概要

http://www.atmel.comで入手可能な回路図、配置、部品表を参照してください。

MC300電動機制御駆動部基板はﾌﾞﾗｼﾚｽDC(BLDC)とｽﾃｯﾋﾟﾝｸﾞの電動機の駆動を意図した電力段基板です。これはHigh側とLow側の独立した制御付きの4つの半ﾌﾞﾘｯｼﾞを持ちます。各ﾌﾞﾘｯｼﾞはそれの出力(EMF:起電力)と分圧抵抗からの濾波され/平滑された帰還を持ちます。共通分圧抵抗、電動機電圧(Vm)、中点電圧(Vn:電動機巻き線中点引き出し)からの帰還もあります。

基板の左側の4つの2.54mm(100mil)8ﾋﾟﾝL型ﾒｽ ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞがﾃﾞﾊﾞｲｽ基板用のｼｽﾃﾑ ｺﾈｸﾀを形成します。

基板はVCC、3.3V、5Vに対して調整可能な電圧調整器を持ち、この電圧はｼｽﾃﾑ ｺﾈｸﾀで利用可能です。5V調整器はﾎｰﾙ感知器に給電します。Vm、Vin、VCCの各々は電力を示すためにそれら自身のLEDを持ちます。

8ﾋﾞｯﾄ 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. 8124C-10/08, 8124CJ2-03/21

2.1. 仕様

供給された時の部品でのMC300最大定格は以下のとおりです。

入力:

・Vin : DC 10～20V
・Vm : DC 0～40V, Im_{max}=6A

出力定格:

・VCC=3.3/5V, I_{max}=0.5A
・Vha=5V, I_{max}=0.1A

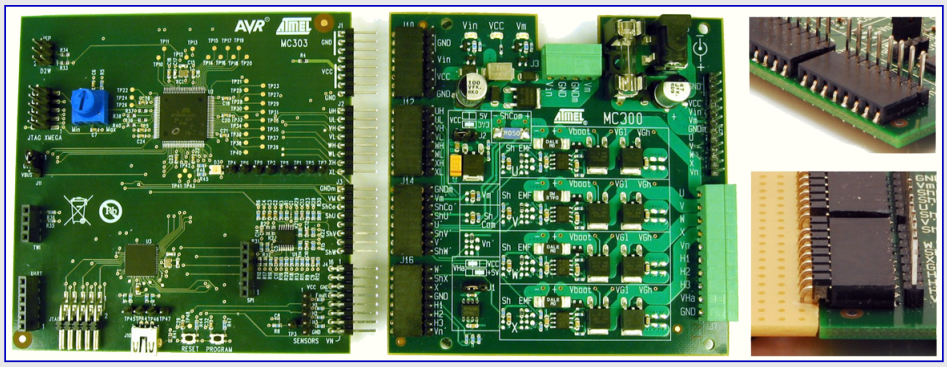
駆動部段は40V/30Aの能力がある4つの半ﾌﾞﾘｯｼﾞから成ります(警告!:分圧抵抗のような他の部品が最大電流を6Aに制限します)。

2.1.1. 必要な予防処置

High側MOS-FETへのｹﾞｰﾄ電圧はﾌﾞｰﾄｽﾄﾗｯﾌﾟ ｺﾝﾃﾞﾝｻによって給電されます。このｺﾝﾃﾞﾝｻ上の電圧を持続するために、High側は基本的に規則的に短時間OFFへ切り換えられなければならず、ﾀﾞｲｵｰﾄﾞ経由での再充電をｺﾝﾃﾞﾝｻに許します。例えば、High側で恒久的にONを維持することにより、High側MOS-FETのｹﾞｰﾄ電圧を低下させ、そして内部抵抗を増加させ、このようにして失敗します。この時点に於いてHigh側MOS-FETを通して高電流が流れた場合、ﾄﾗﾝｼﾞｽﾀは過熱して破壊されるでしょう。ﾋｭｰｽﾞはこの出来事を防がないでしょう。

2.2. 接続

図2-1. ﾃﾞﾊﾞｲｽ基板付きMC300、ｺﾈｸﾀ詳細、試作基板勘合



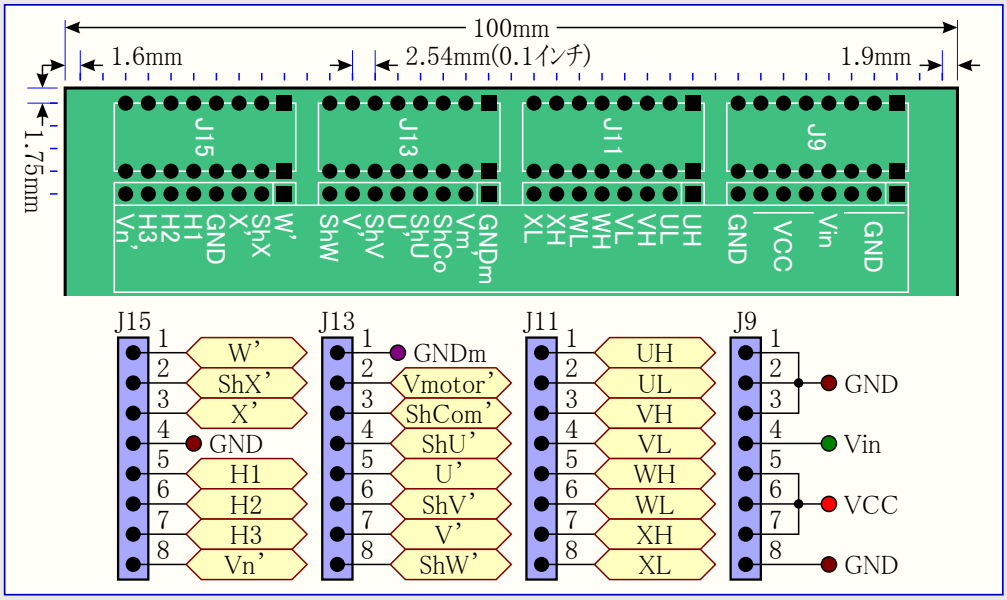
2.2.1. ﾃﾞﾊﾞｲｽ基板ｺﾈｸﾀ

MC300駆動部基板はAVRﾃﾞﾊﾞｲｽ基板に直接的に接続することができます。これは図2-1.で示されるように、基板の左側に配置された2.54mmのL型ﾒｽ ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞ ｺﾈｸﾀによって達成されます。

MC300上のﾃﾞﾊﾞｲｽ基板ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽは4つの8ﾋﾟﾝ ｺﾈｸﾀに分けられます。電気的な回路図と機械的な仕様は図2-2.と表2-2.内の信号説明で示されます。

ｺﾈｸﾀは同じ2.54mm格子で装着されます。格子は図2-1.で示される、試作Vero基板上のL型ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞに合うように位置付けされています。

図2-2. ﾃﾞﾊﾞｲｽ基板ｺﾈｸﾀ機械的仕様と回路図



2.2.2. 電源と電動機のｺﾈｸﾀ

基板は上部に配置された2つの電源ｺﾈｸﾀ、1つは3.81mmの4ﾋﾟﾝ ｺﾈｸﾀ(J3)、もう1つは2.0mm中心引き出しを持つDCｼﾞｬｯｸ(J5)を持ちます。J3はVinとVmへの独立した電源入力を許し、一方J5はﾀﾞｲｵｰﾄﾞ経由でVinとVmの両方に給電します。より多くの詳細については4.1.項を参照してください。

電動機ｺﾈｸﾀ(J7)、3.81mmの10ﾋﾟﾝ ｺﾈｸﾀは基板の右下側で見つかります。電動機に関連する信号と電圧が電動機ｺﾈｸﾀの上のﾋﾟﾝの列(J6)で容易にｱｸｾｽし易くなっています。J6とJ7の信号とﾋﾟﾝ配置については回路図を参照してください。

2.3. ｼﾞｬﾝﾊﾟ

ｼﾞｬﾝﾊﾟの位置については部品配置を参照してください。

表2-1. ｼﾞｬﾝﾊﾟとそれらの機能

指示名	使用と設定
J1(VHa)	ﾎｰﾙ感知器(VHa)への電圧供給元選択 – J1開放 : VHa未接続 J1の2と3番ﾋﾟﾝを接続 : VHa=VCC J1の1と2番ﾋﾟﾝを接続 : VHa=5V(独立した電圧調整器から)
J2(VCC)	基板上の安定化電源からの電圧(VCC)選択 – J2接続 : VCC=3.3V J2開放 : VCC=5V

表2-2. MC300ﾃﾞﾊﾞｲｽ基板ｺﾈｸﾀ信号説明

ﾋﾟﾝ番号	配置	信号名	方向	説明
1	J9-1	GND	–	ｼｽﾃﾑ接地(Vin/VCC)
2	J9-2	GND	–	
3	J9-3	GND	–	
4	J9-4	Vin	出力	入力電力Vin(10～20V)
5	J9-5	VCC	出力	安定化電力VCC(3.3V/5V)
6	J9-6	VCC	出力	
7	J9-7	VCC	出力	
8	J9-8	GND	–	ｼｽﾃﾑ接地(Vin/VCC)
9	J11-1	UH	入力	U相High側制御入力
10	J11-2	UL	入力	U相Low側制御入力
11	J11-3	VH	入力	V相High側制御入力
12	J11-4	VL	入力	V相Low側制御入力
13	J11-5	WH	入力	W相High側制御入力
14	J11-6	WL	入力	W相Low側制御入力
15	J11-7	XH	入力	X相High側制御入力
16	J11-8	XL	入力	X相Low側制御入力
17	J13-1	GNDm	–	電動機接地(Vmotor)
18	J13-2	Vmotor’	出力	濾波/分圧したVmotor
19	J13-3	ShCom’	出力	濾波/分圧したShCom上の電圧
20	J13-4	ShU’	出力	濾波/分圧したShU上の電圧
21	J13-5	U’	出力	濾波/分圧したU相の逆起電力
22	J13-6	ShV’	出力	濾波/分圧したShV上の電圧
23	J13-7	V’	出力	濾波/分圧したV相の逆起電力
24	J13-8	ShW’	出力	濾波/分圧したShW上の電圧
25	J15-1	W’	出力	濾波/分圧したW相の逆起電力
26	J15-2	ShX’	出力	濾波/分圧したShX上の電圧
27	J15-3	X’	出力	濾波/分圧したX相の逆起電力
28	J15-4	GND	–	ｼｽﾃﾑ接地(Vin/VCC)
29	J15-5	H1	出力	ﾎｰﾙ感知器1信号
30	J15-6	H2	出力	ﾎｰﾙ感知器2信号
31	J15-7	H3	出力	ﾎｰﾙ感知器3信号
32	J15-8	Vn’	出力	濾波/分圧したVn(中点)

3. 基板

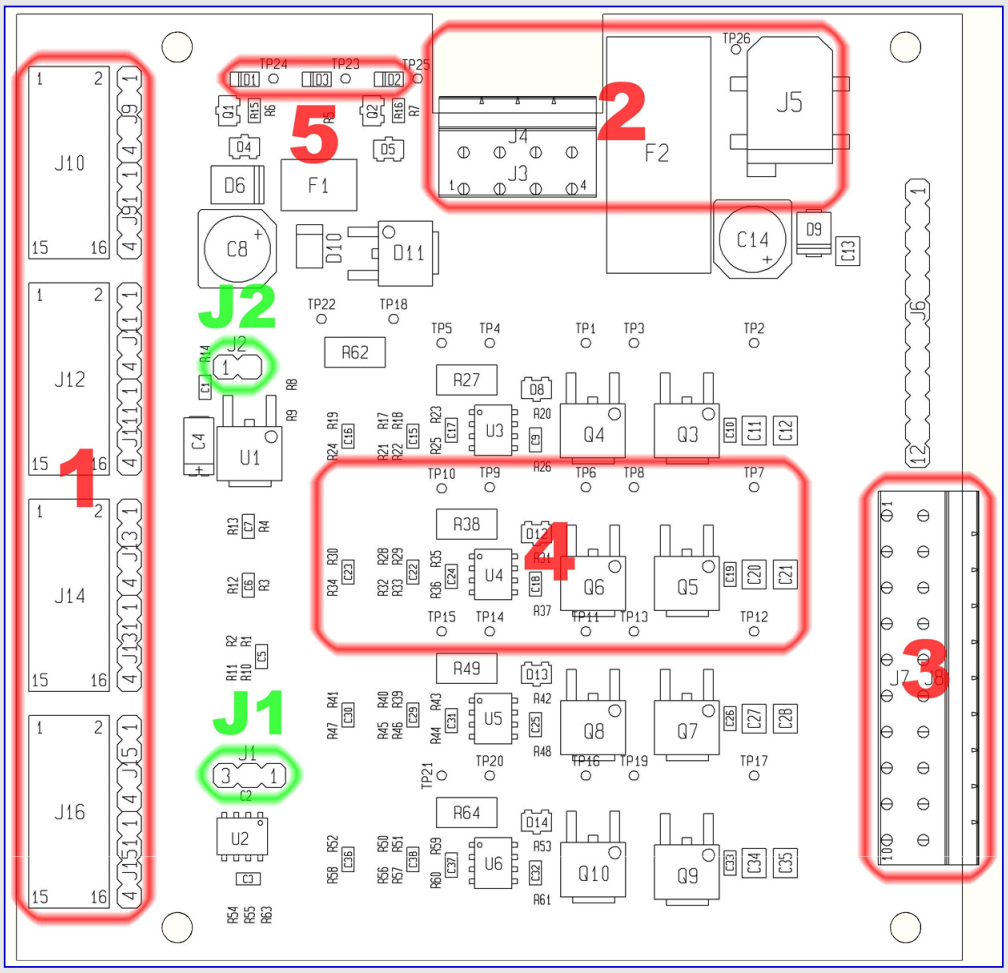
3.1. 基板配置

MC300は図3-1.で示されるように構成されます。殆どの信号、重要な部品、それとジャンパの情報がシルク スクリーンで書かれています。個別部品の配置については部品配置を参照してください。

図3-1.に於いて以下の領域が記されます。

1. デバイス基板コネクタ
2. 電源コネクタ
3. 電動機コネクタ
4. 相領域
5. 電力表示LED

図3-1. MC300基板配置



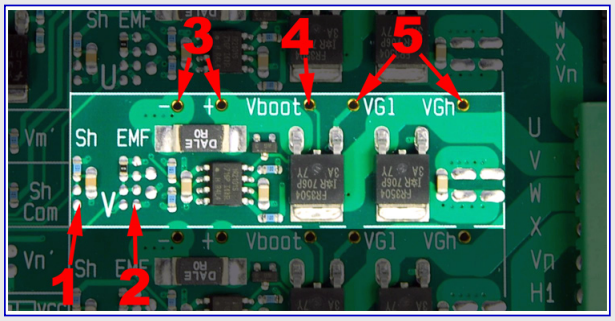
3.1.1. 相領域

各相はシルク スクリーンで描かれた枠と共にそれ自身の領域を持ちます。図3-2.では"V"相の領域が示され、この枠の内側の全てのものはこの相だけに関係します。

左側から以下が見えます。

1. 分圧の濾波/平滑部 – 'Sh'表記
2. 逆起電力の濾波/平滑部 – 'EMF'表記
3. 分圧抵抗検査点 – (分圧抵抗上の)'+'と'–'表記
4. ブートストラップ電圧検査点 – 'Vboot'表記
5. MOS-FETゲート電圧検査点 – 'VGl'(Low側)と'VGl' (High側)表記

図3-2. MC300基板上の'V'相領域



3.1.2. 共通分圧と濾波器/分圧器

検査点を持つ共通分圧抵抗(R62)は'U'相の上で見つかり、'ShCom'と記されます。Vm、ShCom、Vn用の濾波器/分圧器は相領域の左で見つかります。

3.2. 回路図、部品配置と部品表

MC300用の回路図、部品配置、部品表(BOM)はこの応用記述と共に配給される独立したPDFファイルとして得られ、それらはhttp://atmel.comからダウンロードすることができます。

4. 詳細説明

4.1. 電源

MC300は2つの電源回路、電力駆動部ICと電圧調整器用のVinと出力段(MOS-FET)に給電するためのVmoter(Vm)を持ちます。電動機(電動機)用の独立した電源(Vm)は駆動部ICの電圧範囲外の電動機電圧の使用を許します。これは出力段/電動機によって生成される雑音も絶縁します。

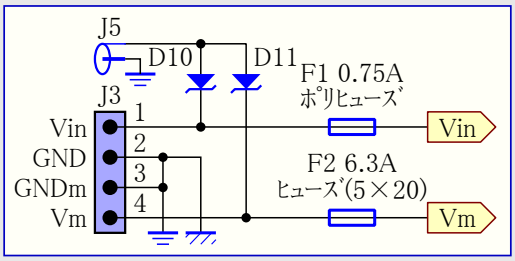
各電源回路には独立した接地面、Vin用のGNDとVm用のGNDmotor(GNDm)があります。これは電動機への高電流を残り部分から分離するために行われます。接地面は(図4-1.で示される)J3ｺﾈｸﾀ下の1点で共に接続されます。

VCC用に調整された電源が基板上に含まれます。VCC用の電圧はJ2によって選択可能で、開放ならばVCC=5V、設定ならばVCC=3.3Vです。

4.1.1. 入力

MC300は2つの方法で給電することができます。J3の3.81mmﾋﾟｯﾁ 4ﾋﾟﾝ ｺﾈｸﾀでVinとVmに独立した電源を接続することができます。しかし、単一DCｼﾞｬｯｸ ｺﾈｸﾀ(J5)からMC300に給電することも可能です。J5は図4-1.で示されるようにﾀﾞｲｵｰﾄﾞを経由してVinとVmに接続されています。電源入力としてJ5が使われると、供給電圧は20Vを越えてはならず、最大電流は5Aです。

図4-1. MC300電源入力



4.1.2. ﾋｭｰｽﾞ

Vinは0.75Aのﾘｾｯﾀﾌﾞﾙ ﾎﾟﾘﾋｭｰｽﾞ(F1)で保護されます。これを通る電流が0.75Aを越えた場合、ﾋｭｰｽﾞは熱くなって負荷が維持されている限り、高抵抗形態になり、冷めるのが許された時にﾘｾｯﾄします。

ｿｹｯﾄに装着された5×20mmの6.3Aﾋｭｰｽﾞ(F2)はVmを保護します。ｿｹｯﾄ実装ﾋｭｰｽﾞの使用は、使用者に容易な交換と変更を許します。また、ｿﾌﾄｳｪｱ開発時にｿﾌﾄｳｪｱの正しい動作が保証されるまで実質的に出力段に給電しないことで、それは単にﾋｭｰｽﾞを取り去ることによって行うことができます。

4.1.3. LED

VCC、Vin、Vmの各々は電圧が存在するかどうかを示すためにそれら自身の緑LEDを持ちます。VCC LED(D3)は抵抗器によってVCCに接続され、従ってVCCが3.3Vの時にそれは減光して発光します。VinとVmのLED(D1とD2)は定電流源を持ち、故にそれらは例えVinまたはVmが変化しても一定の明るさを持ちます。

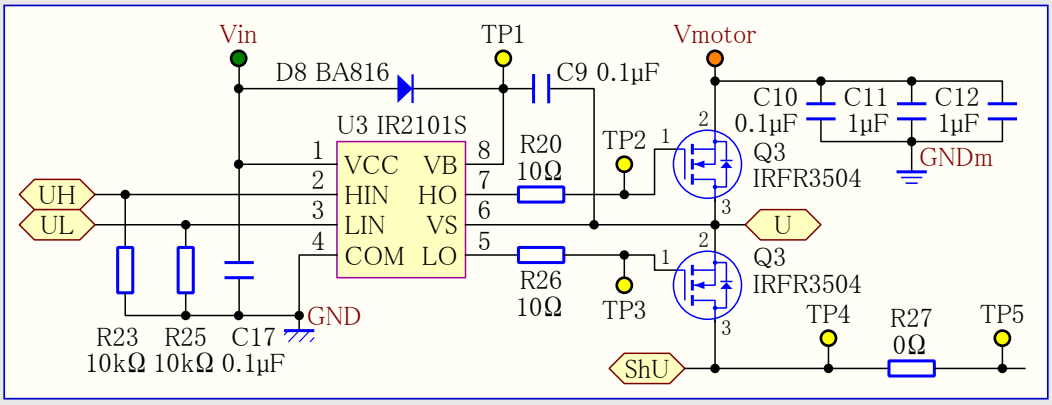
4.1.4. ホール感知器

VHaLL(VHa)は代表的にBLDC電動機で得られるホール感知器用の電源としてJ7で利用可能です。J1とでVHaはVCCまたは5V電圧調整器(U2)に接続することができます。殆どのホール感知器が3.3Vで動かないため、ホール感知器使用時にVCCを3.3Vにできるようにホール感知器用の独立した5V電圧調整器が含まれます。

4.2. 半ﾌﾞﾘｯｼﾞ

半ﾌﾞﾘｯｼﾞは統合されたHigh側とLow側の駆動部IC(IR2101S)によって駆動される、2つのN-ch MOS-FETから成ります。統合駆動部ICはVinから給電され、High側とLow側の電力MOS-FETへｹﾞｰﾄ電圧を提供します。U相用の半ﾌﾞﾘｯｼﾞの回路図が図4-2.で示されます。

図4-2. U相半ﾌﾞﾘｯｼﾞ



4.2.1. High側駆動の考慮

半ﾌﾞﾘｯｼﾞのHigh側はﾌﾞｰﾄｽﾄﾗｯﾌﾟ回路を用います。これはﾃﾞｭｰﾃｨ ｻｲｸﾙとON時間がﾌﾞｰﾄｽﾄﾗｯﾌﾟ ｺﾝﾃﾞﾝｻでの充電再活性のための必要条件によって制限されることを意味します。駆動論理回路がこれを行うことに失敗した場合、High側MOS-FETへのｹﾞｰﾄ電圧が減少してR_{DS}が増すでしょう。これはHigh側MOS-FETでの高い電力損失に帰着し、結果としてそれを破壊するかもしれません。

ﾌﾞｰﾄｽﾄﾗｯﾌﾟ回路についての詳細な情報に関してはIR2101Sのﾃﾞｰﾀｼｰﾄを参照してください。

4.2.2. 検査点

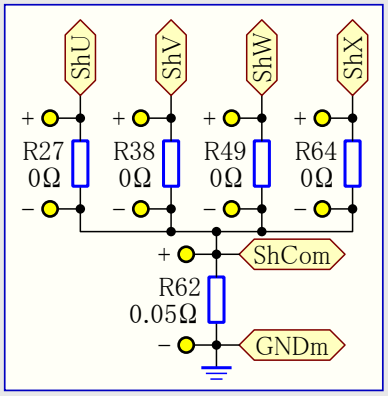
各半ﾌﾞﾘｯｼﾞは測定を許すための多数の検査点を持ちます。High側とLow側のMOS-FETｹﾞｰﾄ電圧(VGhとVGl)とﾌﾞｰﾄｽﾄﾗｯﾌﾟ電圧(Vboot)が利用可能です。分圧抵抗の両側(+と-)も測定することができます。

4.3. 分圧

基板は図4-3.で示される、4つの相が0Ω抵抗と0.050Ωの共通分圧抵抗(ShCom:R62)で出荷され、全ての半ﾌﾞﾘｯｼﾞを経由して接地へ行く合計電流の測定を許します。

独立した相の電流測定が必要とされるなら、共通分圧抵抗が0Ω抵抗に置換され、各相の0Ω抵抗(ShU:R27、ShV:R38、ShW:R49、ShX:R64))が適切な分圧抵抗で置き換えられるべきです。

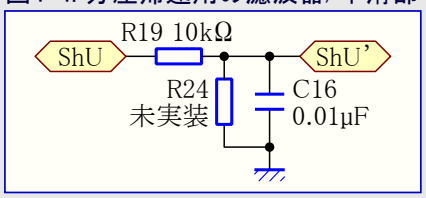
図4-3. 分圧抵抗網



4.3.1. 分圧帰還濾波器

分圧抵抗(ShCom、ShU/V/WX)上の電圧は図4-4.(ShU)で示されるように濾波器/平滑部へ供給されます。基板は0.01μFと直列の10kΩ抵抗から成り、1.6kHzの遮断周波数の低域通過濾波器に帰着します。濾波器からの信号(ShCom'、ShU'/V'/W'/X')はﾃﾞﾊﾞｲｽ基板ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽで利用可能です。

図4-4. 分圧帰還用の濾波器/平滑部



4.4. 逆起電力

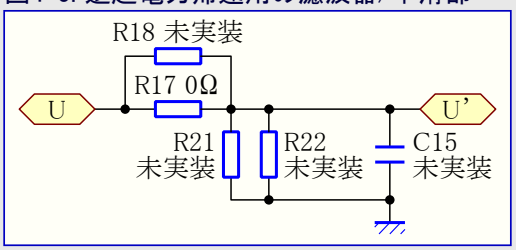
感知器なし応用のため、駆動論理回路は電動機位置の経緯を保つのに電動機の相からの逆起電力を使います。相からの逆起電力を監視するために相は浮き状態に置かれ、換言するとHigh側やLow側のMOS-FETが給電せず、そして相上の電圧が読まれます。中点付き電動機に関してはVn(Vneutral)がﾃﾞﾊﾞｲｽ基板へ帰還を提供します。

4.4.1. 逆起電力帰還濾波器

各相(U、V、W、X)と中点引き出し(Vn)は濾波器/平滑部を経由してﾃﾞﾊﾞｲｽ基板ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽへ供給されます。U相用の部分が図4-5.で示されます。基板は0Ω抵抗で出荷され、故に濾波/平滑の機能を全く持ちません。これらの信号は濾波器部を通った後でU'、V'、W'、X'と名付けられます。

Vmotor(Vm)も濾波器/平滑部を通して供給され、ﾃﾞﾊﾞｲｽ基板ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽでVm'として利用可能です。

図4-5. 逆起電力帰還用の濾波器/平滑部



4.5. MC300格上げ更新

基板が出荷される時に、それの制限はVm_{max}=40VとIm_{max}=6Aです。これらの制限は関連部品を置換することによって増すことができます(置換用の部品は含まれていません)。

4.5.1. 電圧の制限

40Vよりも高いVm_{max}が必要とされる場合、基板上でいくつかの部品が変更されなければなりません。Vmを制限する部品は表4-1.で示され、最低電圧定格先行で一覧にされます。

統合ﾌﾞﾘｯｼﾞ駆動部(IR2101S)は600Vまで扱えますが、高電圧での動作前に基板の配置(線間の空隙)が考慮されるべきです。

Vm、U、V、W、またはX用の濾波器/分圧器が実装された場合、それらがVmを扱えることを確かめてください。

表4-1. Vmによって影響を及ぼされる部品

部品指示名	部品名	制限項目
Q3,Q4,Q5,Q6,Q7,Q8,Q9,Q10	IRFR3504	VDSS=40V
C10,C19,C26,C33	0.1µF	Vmax=50V
Q2	2N7002	VDSmax=60V
C14	47µF/63V	Vmax=63V
D8,D12,D13,D14	BAS16	VRRM=85V
D9	10MQ100N	VRRM=100V
D11	12CWQ10FN	VRRM=100V
C7	0.01µF	Vmax=100V
R7	100kΩ	Pmax=0.1W(Vin=108V)

4.5.2. 電流の制限

Im>5AについてはDCｼﾞｬｯｸ(J5)ではなく、J3ｺﾈｸﾀを使ってください。6Aよりも大きなIm_{max}が必要とされる場合、表4-2.で一覧にされる部品が影響を及ぼされます。

表4-2. Imを導電する部品

部品指示名	部品名	制限項目
R62	50mΩ/2W	Imax=$\sqrt{P/R}$=6.0A (注)
J3,J7	MC1.5/x-G-3.81	Imax=8A
Q3,Q4,Q5,Q6,Q7,Q8,Q9,Q10	IRFR3504	Io=30A

注: R62のﾊﾟｯﾄﾞ/配線周辺領域は2Wを処理するためにﾃﾞｰﾀｼｰﾄによって必要とされるような300mm²ではありません。1.8Wに低減したPはImax=$\sqrt{P/R}$=6.0Aを与えます。

4.5.3. Vm上の追加ﾃﾞｶｯﾌﾟ ｺﾝﾃﾞﾝｻ

基板はVm上の追加ﾃﾞｶｯﾌﾟ ｺﾝﾃﾞﾝｻの備えを持ちます。それら(C11、C12、C20、C21、C27、C28、C34、C35)はMOS-FETﾌﾞﾘｯｼﾞ近く、そして1つ(C13)は電源入力の近くで見つかります。

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

製品窓口

ｳｪﾌﾞｻｲﾄ
www.atmel.com

技術支援
avr@atmel.com

販売窓口
www.atmel.com/contacts

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 2008. **不許複製** Atmel®、ﾛｺﾞとそれらの組み合わせ、AVR®、STK®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AVR430応用記述(doc8124.pdf Rev.8124C-10/08)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。