

Umbau zur Systempumpe

Einführung

Moderne Heizungssysteme in Einfamilienhäusern und thermische Solaranlagen benötigen Pumpen, deren Pumpleistung über eine Mikrokontroller-Steuerung schrittweise eingestellt werden kann. Solche Pumpen können als „Systempumpen“ bezeichnet werden. In solchen Systemen und Anlagen können Ventile, die normalerweise nur Pumpleistung vernichten, eliminiert werden. Dieser Bericht beschreibt wie eine ECM-Pumpe (ALPHA2 25-60 180 von Fa. Grundfos) umgebaut und mit einer Ez.Slo Bus Schnittstelle versehen werden kann.

Inhaltsverzeichnis:

1. Die ECM Pumpe
2. Hardware
 - 2.1 Das Blockdiagramm
 - 2.2 Galvanisch Trennung
 - 2.3 Schirmung
 - 2.4 FBG: ECM-Treiber
 - 2.4.1 Stromlauf
 - 2.4.2 Board
 - 2.5 FBG: Ez.Slo/IrDA Interface
 - 2.5.1 IrDA
 - 2.5.2 Ez.Slo Bus
 - 2.5.3 Stromlauf
 - 2.5.4 Board
3. Software
 - 3.1 Der Cypress PSoC
 - 3.2 ECM-Treiber
 - 3.2.1 Programmteil in Assembler
 - 3.2.2 Programmteil in „C“
 - 3.3 Ez.Slo/IrDA Interface
 - 3.3.1 Programmteil in Assembler
 - 3.3.2 Programmteil in „C“
 - 3.4 Ez.Slo Bus Kommunikation
4. Die Umbau-Schritte
5. Eine Empfehlung
6. Zwei dringende Hinweise

1. Die ECM Pumpe

ECM steht für Electronic Commutated Motor. Basis ist ein Synchronmotor mit Dauermagnet-Rotor. Das einzigartige Kunststoffspaltrohr aus Kohlefaserverbundwerkstoff vermeidet, im Gegensatz zu metallischen Spaltrohren, Wirbelstromverluste und bewirkt so eine maßgebliche Erhöhung des Gesamtwirkungsgrads.¹ Weiterführende Informationen finden Sie in den Büchern:

„Elektrische Linear-Kleinmotoren ; Arbeitsweise, Bauformen, Einsatzgebiete“
von Dr. Jürgen Draeger / Dr. Helmut Moczala (Autor); Herausgeber: Franzis-Verlag GmbH, München und

„Motor Control Electronics Handbook“
Von Richard Valentine; Herausgeber: McGraw Hill

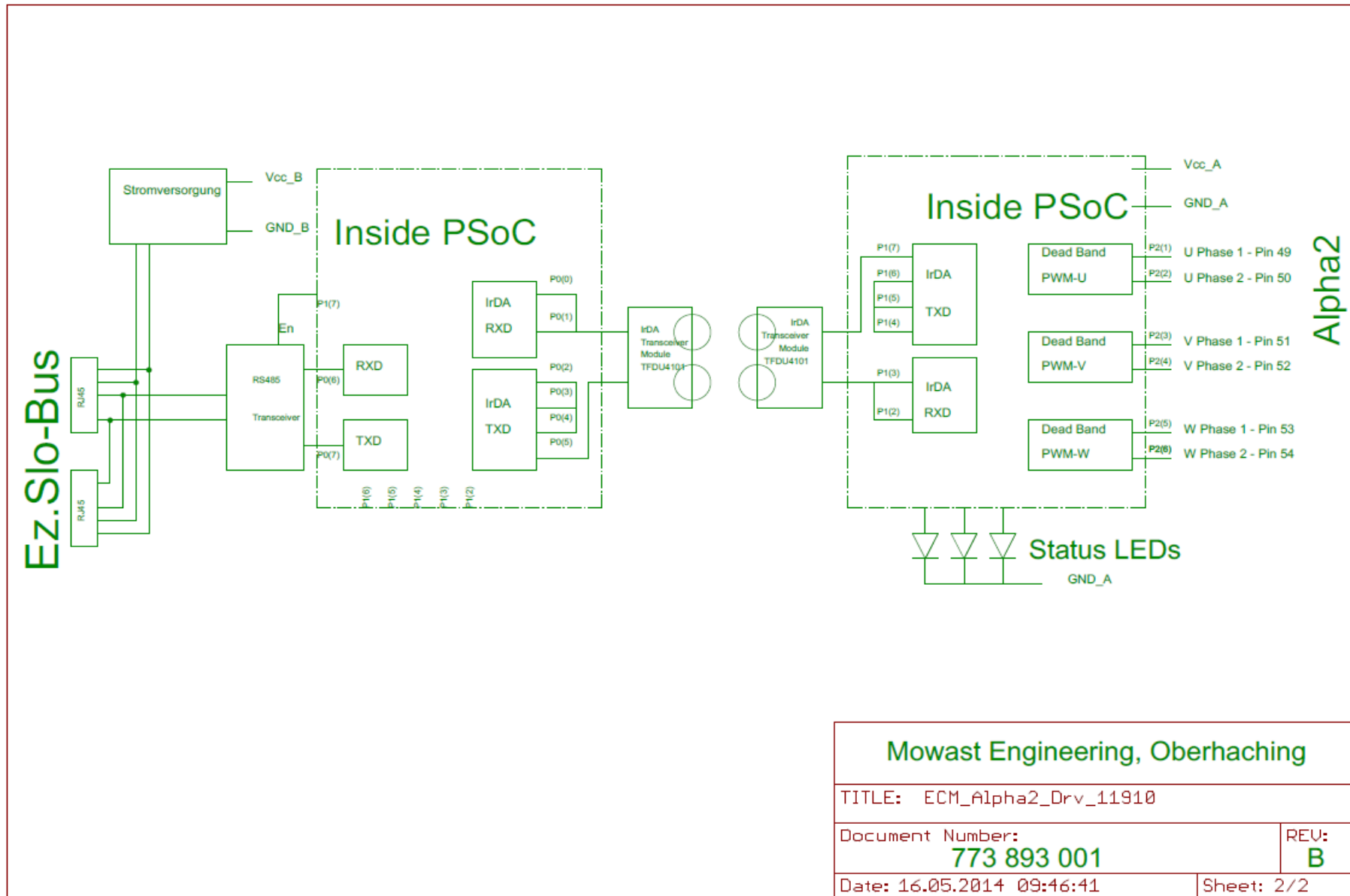
Die elektronische Ansteuerung dazu ist gut beschrieben in dem Fairchild Applikationsbericht
„AN-9042-PowerSwitch_FSB50450S.pdf“

2. Hardware

2.1 Das Blockdiagramm

In der Ansteuerung der Systempumpe sind zwei Mikrokontroller enthalten, die aus Sicherheitsgründen über eine IrDA Schnittstelle galvanisch getrennt sind. Der erste Mikrokontroller – aus einer externen Quelle mit Strom versorgt - wandelt die auf dem Ez.Slo-Bus empfangenen ASCII Befehle in IrDA TXD-Signale um und bereitet die empfangenen IrDA RXD-Signale in Ez.Slo-Bus kompatible Signale auf. Der zweite Mikrokontroller – aus einer Pumpen-internen Quelle mit Strom versorgt - steuert die ECM-Treiber an; er empfängt die Befehle über die IrDA RXD-Signale und sendet den Motor-Status über die IrDA TXD Schnittstelle an den ersten Mikrokontroller.

¹ - „Geregelte Nassläuferpumpen der A-Klasse...“ Fa. Wilo - EMB PUMPEN AG



16.05.2014 09:47:43 F:\Baugruppen\ECM_Alpha2\ECM_Alpha2_Drv_11910.sch (Sheet: 2/2)

2.2 Galvanisch Trennung

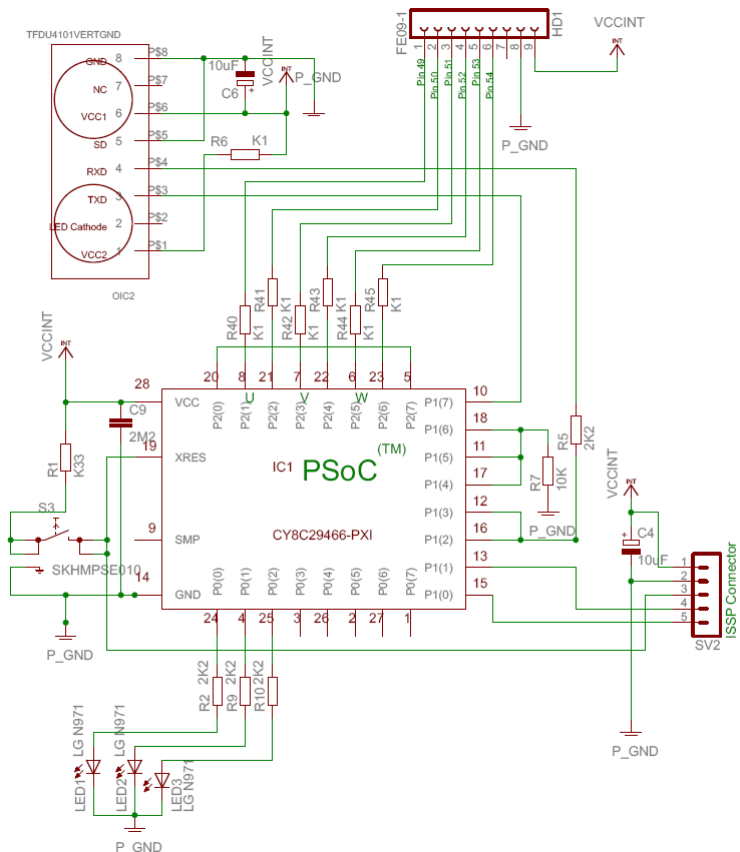
Der Treiber der ECM-Pumpe wird direkt mit Strom von dem 230 VAC Netz versorgt und ist somit entweder mit der Neutral-Leitung oder der Phase des Stromnetzes verbunden, je nachdem, wie die Pumpe angeschlossen wird. Deswegen muss aus Gründen der persönlichen Sicherheit die Kommunikation zwischen Treiber und Interface galvanisch getrennt sein und zwar in einem Maß, das der Bürogerätenorm (IEC 380 VDE 0806) und der Norm für Geräte der Informationstechnik (EN 60950 VDE 0805) entspricht, weil es geplant ist, das Ez.Slo Bus Interface über einen handelsüblichen PC zu betreiben. Diese galvanische Trennung wird über eine Infrarot Übertragung nach der IrDA Norm (<http://www.irda.org>) bewerkstelligt. (Siehe auch Abschnitt 2.5.1) Der Luftabstand zwischen den leitenden Teilen beider Komponenten ist größer als 8 mm. (Die Durchschlagfestigkeit von trockener Luft liegt bei etwa 2 kV/mm.) Ein Vorteil dieses Aufbaus ist die mechanische Trennbarkeit des ECM-Treibers und des Ez.Slo/IrDA Interfaces: in Systemen, die nur eine bestimmte Pumpenleistung benötigen, kann diese durch Programmierung (Siehe Abschnitt 3.4 Pos. 2) eingestellt und das Interface entfernt werden.

2.3 Schirmung

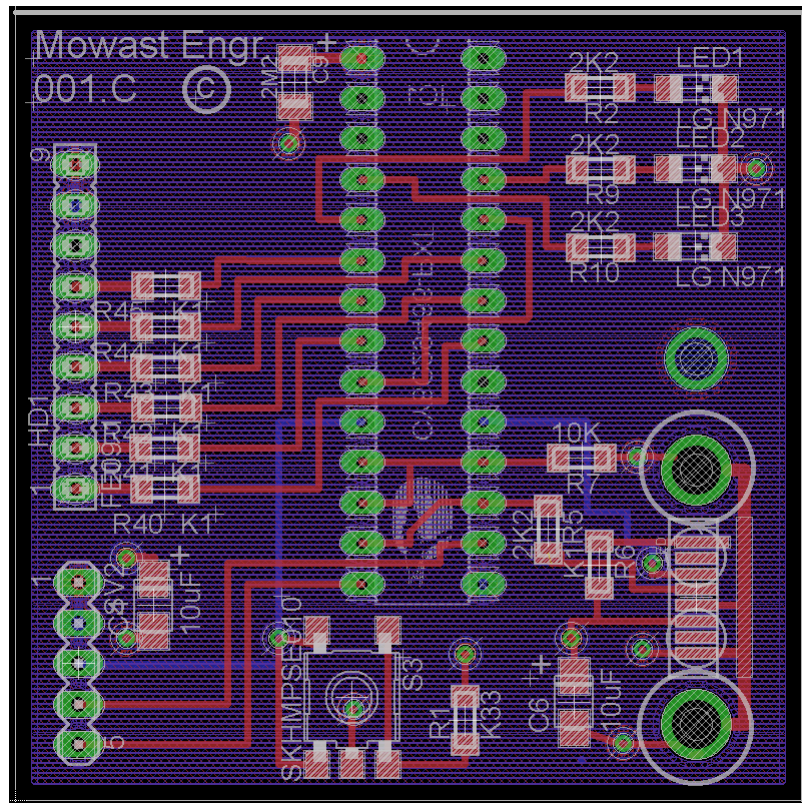
Die Wicklungen des EC-Motors werden im Betrieb mit Hochspannungsimpulsen (ca. 300 V) angesteuert mit Breiten im Bereich von 1 bis 100 μ sek und mit ähnlichen Impulsfolgen. Diese elektrostatischen Felder müssen abgeschirmt werden, um den Betrieb der IrDA Bausteine – die mit Impulsen in ähnlicher Länge arbeiten – zu gewährleisten.

2.4 FBG: ECM-Treiber

2.4.1 Stromlauf



2.4.2 Board



2.5 FBG: Ez.Slo/IrDA Interface

2.5.1 IrDA

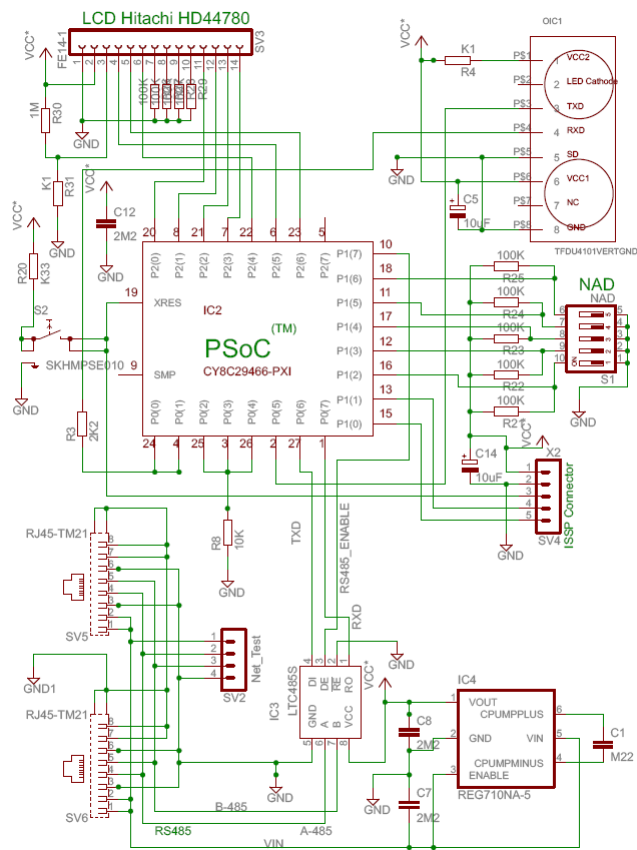
Mit der Infrarot Schnittstelle nach der IrDA Norm werden üblicherweise Daten drahtlos und seriell über eine Strecke bis zu einem Meter unsichtbar, mittels infrarotem Licht übertragen. Da in dieser Anwendung die zu überbrückende Strecke kleiner als 20 mm beträgt, ist der Strom, der die LED ansteuert, sehr gering. Die Übertragungsrate beträgt 57,6 kBaud.

2.5.2 Ez.Slo Bus

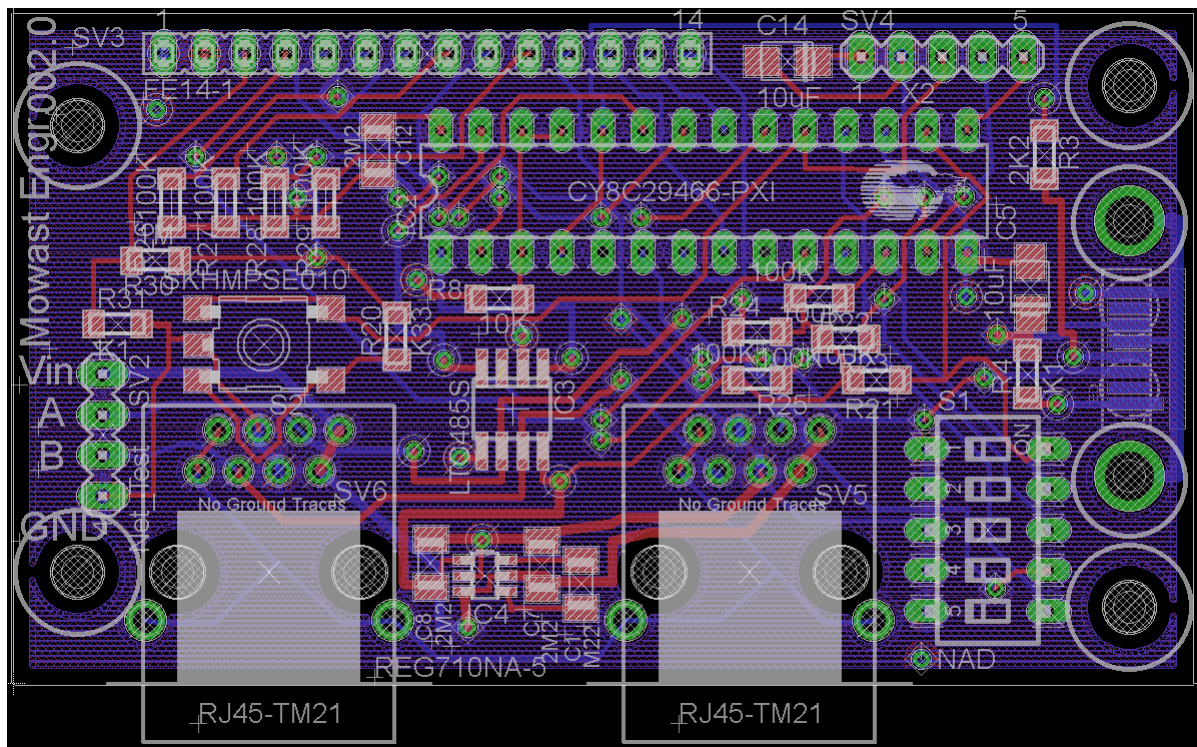
Das Dokument >Ez.Slo_Bus_12c16.pdf< beschreibt den Bus.

Das Protokoll des Ez.Slo Busses ist identisch mit der RS232 Schnittstelle; die Bus Verbindung besteht allerdings aus zwei Drähten ($Z(0) = 120 \Omega$), die über RS485 Transceiver Bausteine angesteuert werden. Somit können Stecken über 100 m leicht überbrückt werden.

2.5.3 Stromlauf



2.5.4 Board



3. Software

3.1 Der Cypress PSoC

Die „Programmable-System-on-Chip“ (PSoC™) sind von Fa. Cypress MicroSystems (<http://www.cypress.com>) entwickelte integrierter Schaltkreise, die im Jahr 2001 erstmals vorgestellt wurde. Ein PSoC™ besteht aus einem Microcontroller mit Flash ROM und RAM und mit digitalen und analogen User Modules, die Anwender-spezifisch in die verschiedensten Funktionen konfiguriert (programmiert) werden. Die analogen User Modules beruhen zum Teil auf der „Switched Capacitor“ Technologie. Die PSoC™s werden in den unterschiedlichsten Größen angeboten und unterscheiden sich in der Anzahl der I/O Pins, der Größe des Flash ROM's und des RAM's und der Anzahl der digitalen und analogen User Modules. Zum Beispiel ist der PSoC™ CY8C29466-24PXI ausgestattet mit 32 kByte Flash ROM, mit 2 kByte RAM, mit 16 digitalen und 12 analogen User Modules, und mit 24 I/O Pins (davon wahlweise 12 Pins als analoger Eingang und davon wahlweise 4 Pins als analoger Ausgang).

Fa. Cypress MicroSystems bietet kostenlos die Entwicklungsumgebung „PSoC™ Designer“ (Version 5.0) an, mit dem in einem ersten Modus (Device Editor) die digitalen und analogen User Modules, die anwendungsspezifisch konfiguriert (programmiert) werden, und in einem zweiten Modus (Application Editor) die Applications-Software in M8C Assembler (und „C“ gegen Lizenzgebühr) entwickelt werden, wobei die Application Programming Interfaces (API's) zu den User Modules mitgeliefert werden. Die Spezifikationen aller User Modules können in beiden der Modi begutachtet werden.

3.2 ECM-Treiber

Als Hauptaufgabe generiert ECM-Treibers die nicht-überlappenden Impulse der Phase U, V und W; daneben muss noch die IrDA Schnittstelle bedient werden. Drei Gruppen der User Modules werden in dem ECM-Treiber benötigt: eine Gruppe um den IrDA Transceiver, die zweite Gruppe besteht aus Pulse Width Modulators mit Dead Band (PWMDB), und die dritte Gruppe wird benötigt um den Motor-Startparameter zu speichern.

3.2.1 Programmteil in Assembler

Die Application Programming Interfaces (API's) der User Modules werden vom „PSoC™ Designer“ generiert. Lediglich die Interrupt Routine der PWMDBs muss modifiziert werden.

3.2.2 Programmteil in „C“

```
BOOL IrDA_Receiver(void);
void Send_IrDA_Data(char c_IrDA_Data );
void Send_IrDA_Const_Text(const char *Text_Ptr);

void Init_ECM_Parameters(void);
void Set_New_ECM_Parameters(char C_Index);
void Fill_Parameter(void);
void Delay_250uS(void);

char Store_Start_Value(char C_Value);
char Fetch_Start_Value(void);
```

3.3 Ez.Slo/IrDA Interface

Das Ez.Slo/IrDA Interface empfängt die Ez.Slo-Bus Befehle und sendet sie über die IrDA Schnittstelle an den ECM-Treiber weiter; das Interface empfängt auch die IrDA Reaktionen des ECM-Treiber's, wandelt sie um und stellt sie „zur Abholung“ für den Ez.Slo-Bus bereit.

3.3.1 Programmteil in Assembler

Die meisten Ez.Slo-Bus APIs sind in Assembler geschrieben und sind weitgehend von Fa. Cypress MicroSystems (siehe Evaluation Board CY3220LINBUS-RD) übernommen, wobei zwei Dateien an die RS485 Hardware-Umgebung angepasst werden mussten.

3.3.2 Programmteil in „C“

3.3.2.1 Ez.Slo-Bus Prototypen:

```
void GoToSleep(void);  
  
void ProcessFrame1(void);  
void UpdateFrame2(void);
```

3.3.2.2 IrDA Transceiver Prototypen:

```
BOOL IrDA_Receiver(void);  
  
void Send_IrDA_Data(char c_IrDA_Data );  
void Send_IrDA_Text_String(char *Text_Ptr);  
void Send_IrDA_Const_Text(const char *Text_Ptr_Const);
```

3.4 Ez.Slo Bus Kommunikation

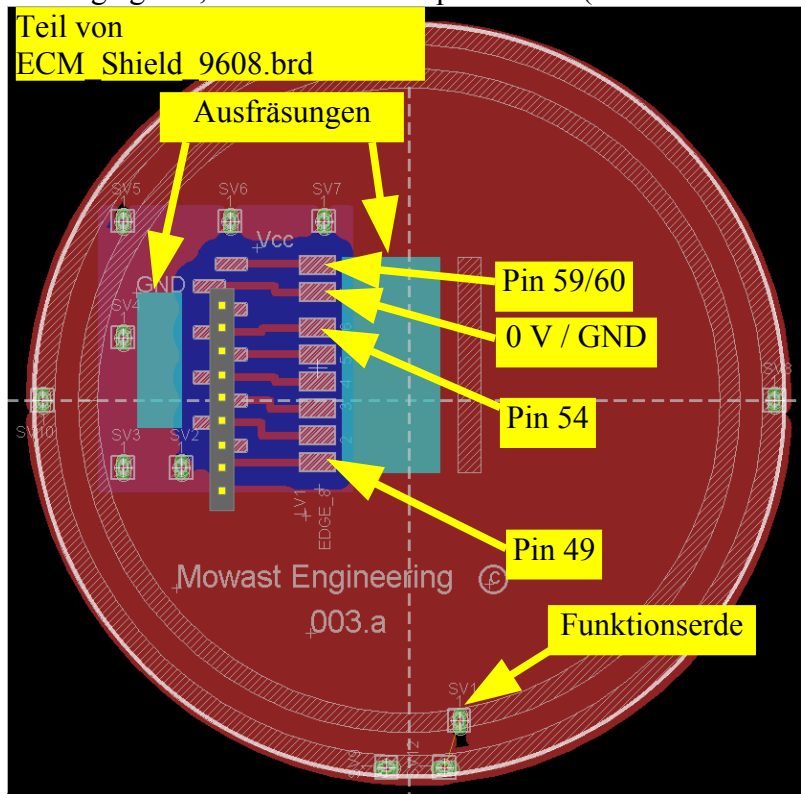
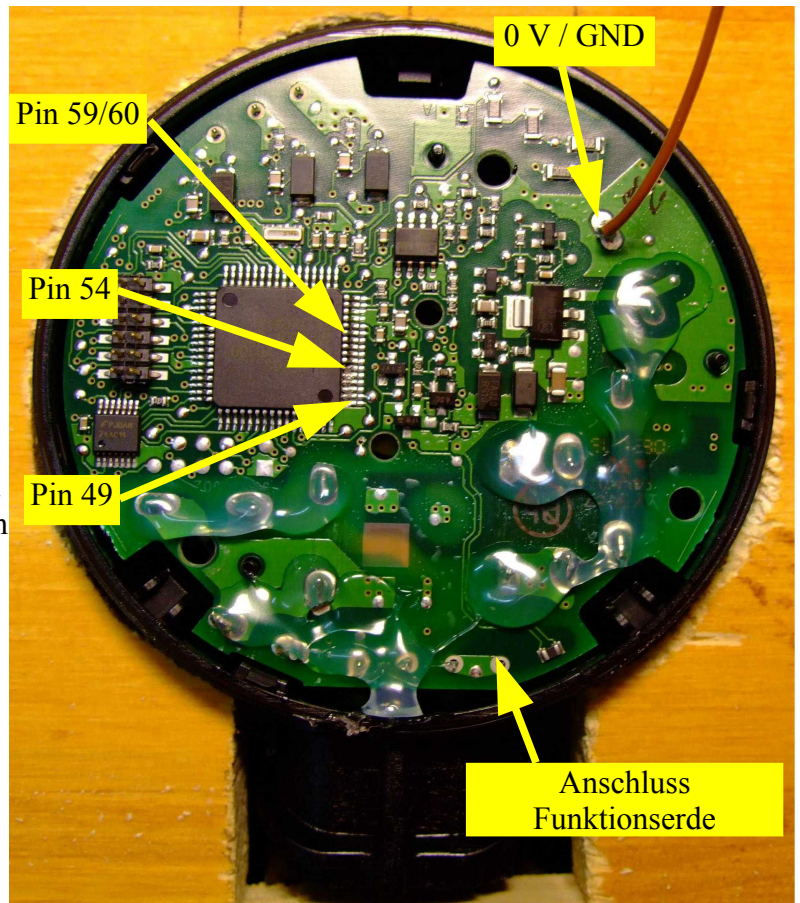
Pos	Befehl (ASCII)	Bedeutung		IrDA	Ez.Slo-Bus	Bemerkung
1	„i“	Identifiziert Programm Version	Motor läuft:	„e“ = 0x65	„Er“ = Error	
			Motor stopp:	„u“ bis „}“ 0x75 bis 0x7D	„VA“ bis „VI“	Version A bis Version I des ECM Treibers
2	„Pxx“ wo 0 <= xx <= 45	Programmiert Motorstartparameter	Motor läuft:	„e“ = 0x65	„Er“ = Error	Parameter nicht eingestellt
			Motor stopp:	„r“ = 0x72	„Rd“ = Ready	Parameter eingestellt
3	„Sxx“ wo 1 <= xx <= 45	Started Motor bis zum eingegebenen Index	Motor be-/entschleunigt	„b“ = 0x62	„Bu“ = Busy	
			Motor läuft:	„“ bis „O“ 0x22 bis 0x4F	„1“ bis „46“	
4	„Sxx“ wo xx = 0	Stopped Motor				
			Motor stopp:	„s“ = 0x73	„Sp“ = Stopp	
5	„T0“	Tested Motorstatus	Motor läuft:	„“ bis „O“ 0x22 bis 0x4F	„1“ bis „46“	Abhängig von der jeweiligen Drehzahl
			Motor stopp:	„e“ = 0x65	„Er“ = Error	
6	Default		Motor läuft:	„e“ = 0x65	„Er“ = Error	
			Motor stopp:	„e“ = 0x65	„Er“ = Error	
7	Nach Power ON		Motor beschleunigt	„b“ = 0x62	„Bu“ = Busy	
			Nachdem der Motorstartparameter erreicht wurde	„“ bis „N“ 0x22 bis 0x4E	„1“ bis „45“	Je nach in Pos. 2 programmierten Parameter

Die Pumpleistung kann programmgesteuert auf 45 Stufen eingestellt werden.

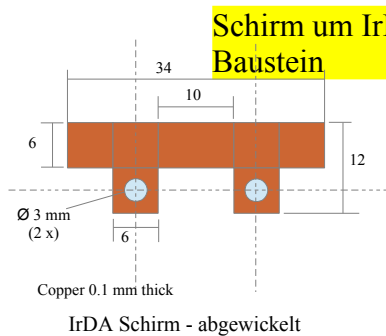
Nach Power ON läuft der Motor bis zu der Stufe, die unter dem Befehl von Position 2 vorher programmiert wurde.

4. Die Umbauschritte

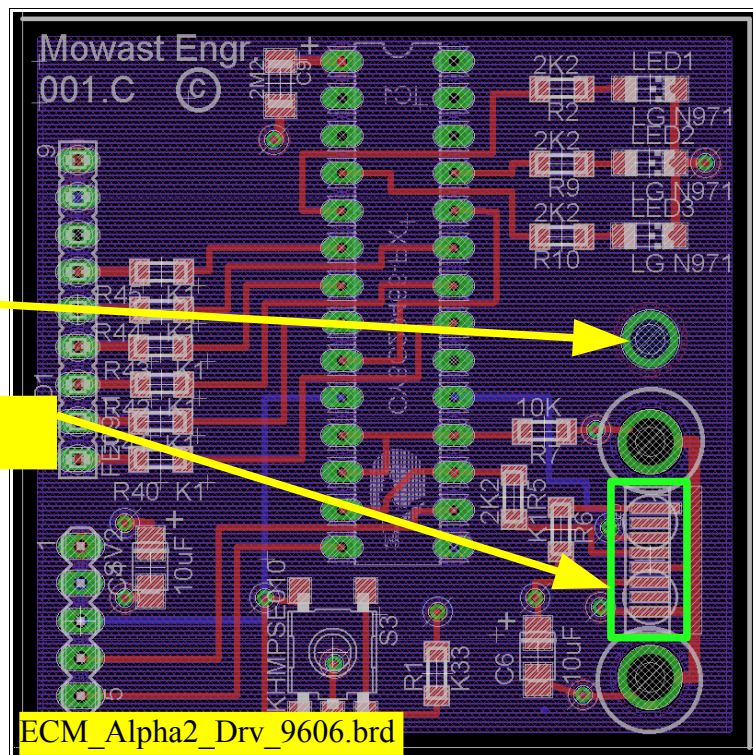
1. Oberste Abdeckung des Pumpenmotors vorsichtig abziehen / ab hebeln.
2. Die Anschlüsse Pin 49, 50, 51, 52, 53, 54 am großen IC Gehäuse abräsen.
3. Die Enden von sechs 15 mm und einem 20 mm lange, dünne und isolierte Kupferlackdrähte bzw. einer 40 mm langen braunen und einer 40 mm langen gelben Litzen ab isolieren und verzinnen.
4. An die Anschlüsse von Pin 49, 50, 51, 52, 53, 54 sechs der 15 mm langen Drähte anlöten.
5. An Anschluss Pin 59 bzw. 60 einen kurzen, 20 mm langen, Draht anlöten.
6. Lötstellen von 4. und 5. mit Zweikomponenten-Kleber stabilisieren.
7. An Anschluss 0 V / GND die 40 mm lange braune, dünne Litze stumpf anlöten.
8. An Anschluss Funktionserde 40 mm lange gelbe, dünne Litze stumpf anlöten. (nicht abgebildet!)
9. Große Schirmplatine (Nr. 003.a) mit Steckverbinder Samtec TSM-109-01-T-SV (o.ä.) bestücken.
10. Gelbe Litze durch Loch **Funktionserde** stecken und anlöten.
11. Schirmplatine auf den Rand des Gehäuses zentriert mit Epoxy Kleber aufkleben, dabei die anderen Drähte und die Litze durch die große Ausfräße legen.
12. Nach dem Aushärten die Drähte und die Litze an die entsprechenden Pads anlöten. Siehe Diagramm – rechts
13. Mit Ohmmeter prüfen, ob der Widerstand zwischen GND und den Pins jeweils 10 kOhm (+/- 10%) beträgt. Ggf. Fehler beseitigen.
14. Kupferabschirmung (0,1mm dick) 235 mm lang und 35 mm breit um Schirmplatine legen; einen 1 mm breiten Rand umbörteln und punktuell an den Schirmplatinenrand anlöten.



15. ECM_Alpha2_Drv_9606.brd auf die Stiftleiste der große Schirmplatine stecken.
16. 14 mm x 12 mm x 7 mm Holzklötzchen unterhalb des Befestigungslochs auf großen Schirmdeckel festkleben
17. Aufgestecktes Board festschrauben

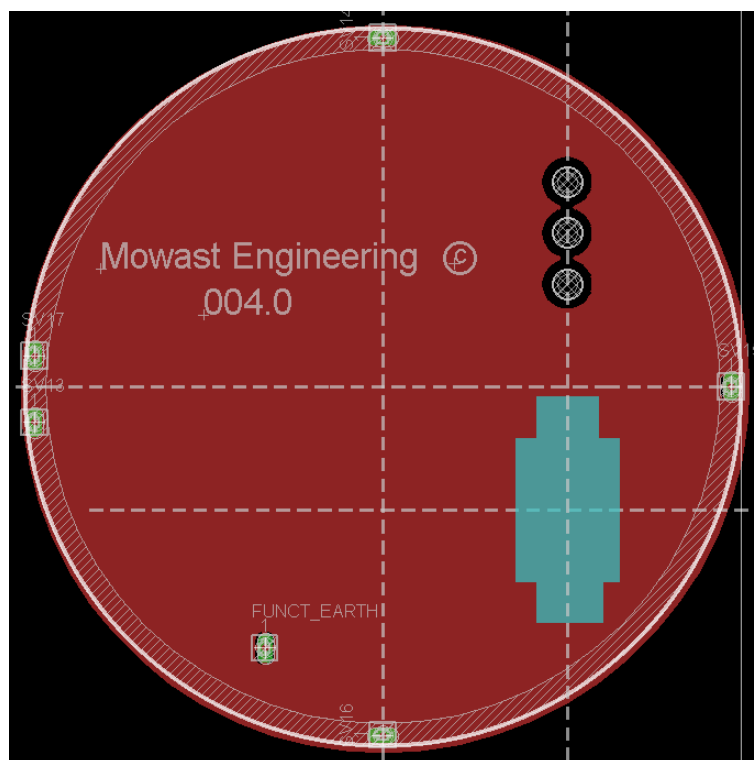


Schirm um IrDA Baustein



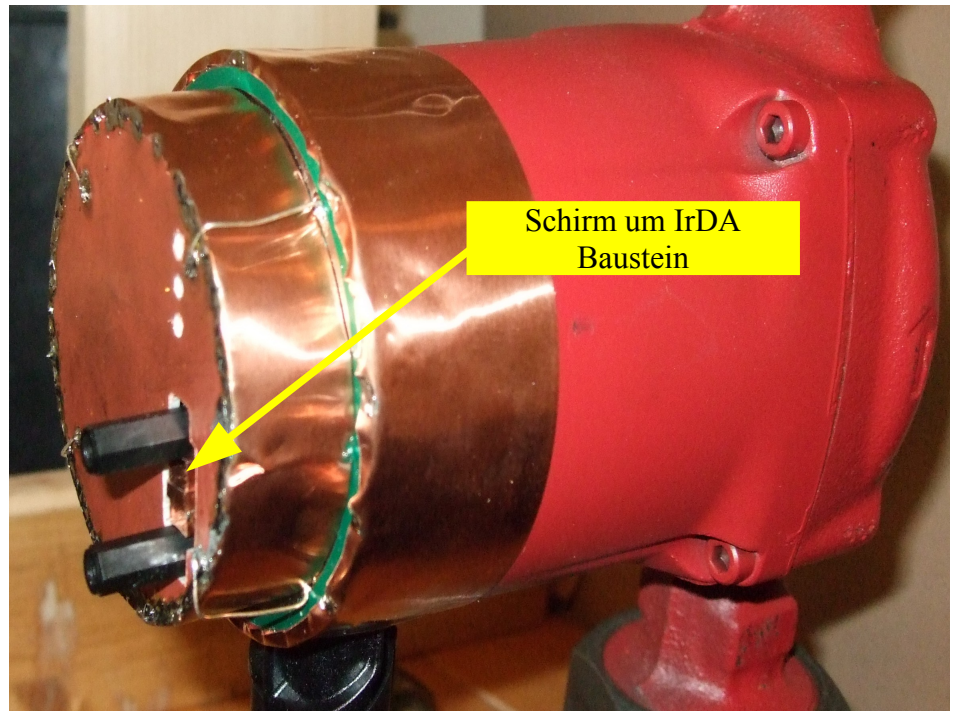
ECM_Alpha2_Drv_9606.brd

18. Kupferabschirmung (0,1mm dick) 222 mm lang und 22 mm breit herstellen.
19. Kupferabschirmung um Schirmplatine legen; einen 1 mm breiten Rand umbördeln und punktuell an den Schirmplatinenrand (Nr. 004.0) anlöten.
20. Die resultierende Schirmdose über die FBG ECM_Alpha2_Drv_9606.brd stülpen
21. Unterer Rand der Schirmdose mit der Lötstopp-freien Fläche der großen Schirmplatine (Nr. 003.a) punktuell stumpf verlöten.

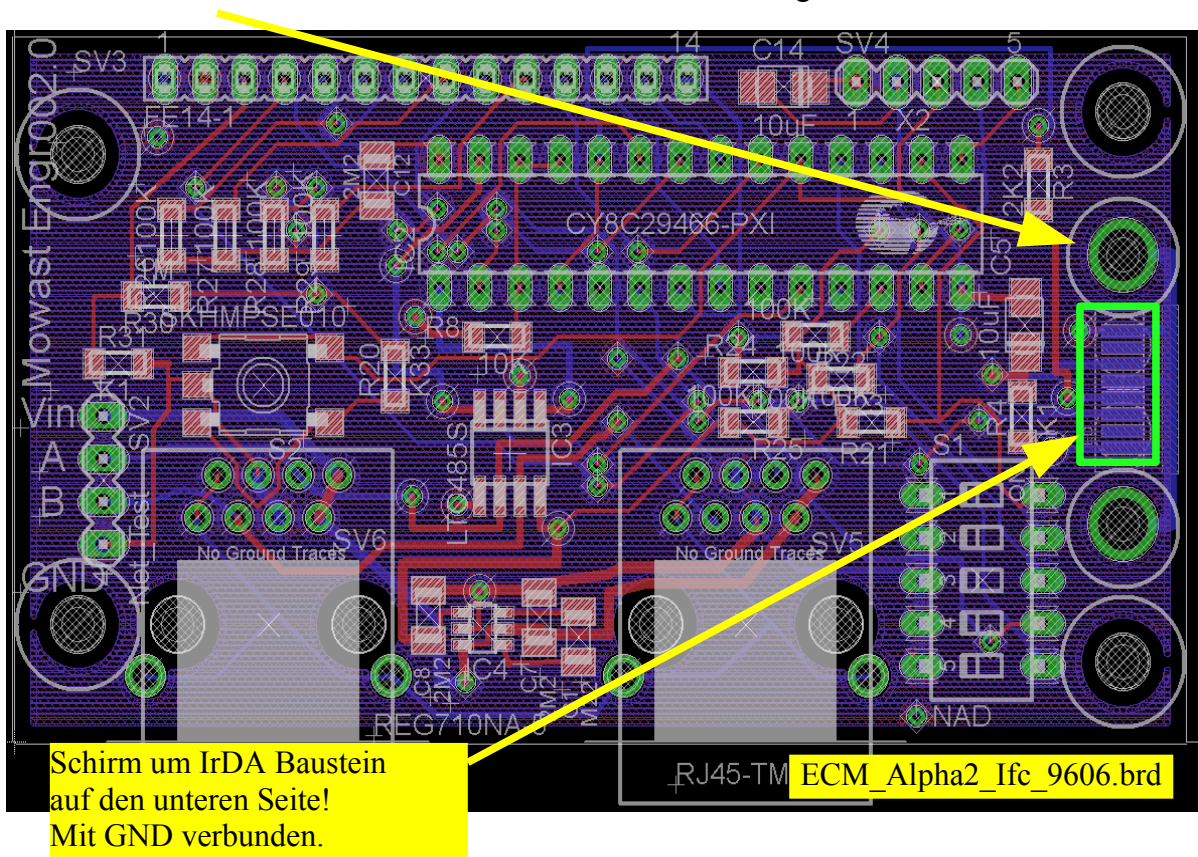


Achtung: funktionsbedingt sind die Schirmflächen mit der Schutz-erde der Stromversorgung verbunden, wobei der Schirm um den IrDA Baustein auf einem hohen Potential (> 200 Volt) liegen kann. Es ist darauf zu achten, dass der Luftabstand zwischen der Schirmfläche und dem IrDA-Schirm immer größer als 2 mm beträgt.

22. Das nebenstehende Bild zeigt die komplette Abschirmung.



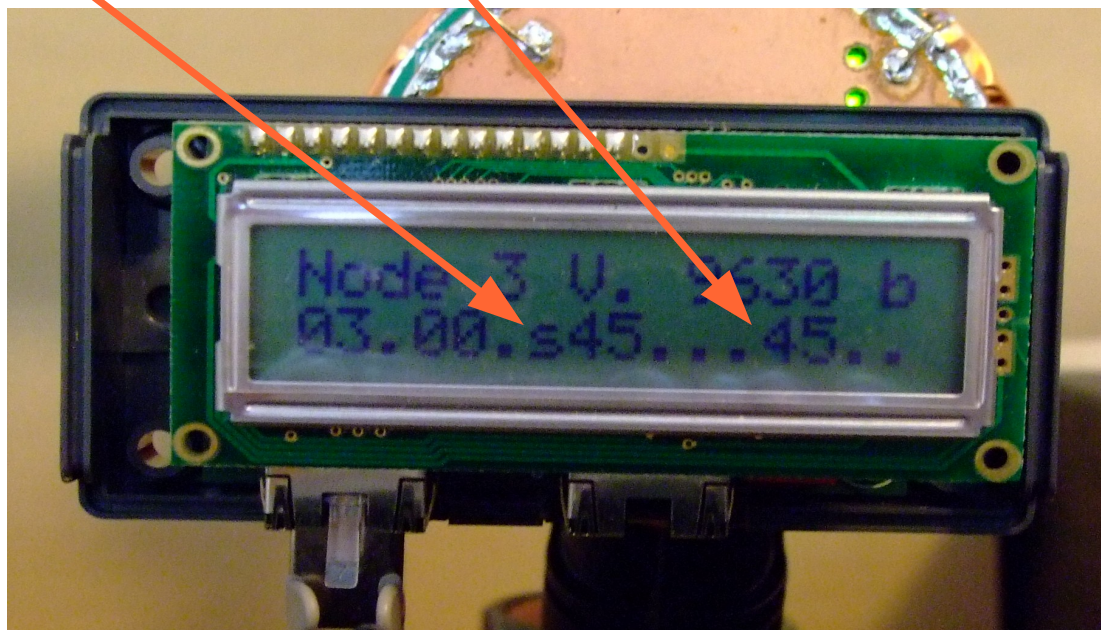
23. Die unten abgebildete FBG ECM_Alpha2_-Ifc_9606.brd wird an den Kunststoffabstandsbolzen mittels Kunststoffschrauben befestigt.



24. Das nebenstehend Bild zeigt die FBG FBG ECM_Alpha2_-Ifc_9606.brd montiert in einem Gehäuse der Fa. Bopla Typ E410. Diese Einheit ist an der Pumpe befestigt.



25. Das Hitachi LCD Typ HD44780 unten zeigt den Ez.Slo Bus Befehl sowie den Status der Pumpe.



5. Eine Empfehlung:

Aus Sicherheitsgründen wird empfohlen beim Experimentieren die Pumpe über einen Trenntransformator (Leistung > 100 VA) zu betreiben und dabei die Regeln der Kunst für das Arbeiten mit Spannungen größer als SELV (Safety extra low voltage) zu beachten.

Dieser Umbau darf nur von einer Fachfrau oder einem Fachmann durchgeführt werden.

6. Zwei dringende Hinweise:

6.1 Die Erfahrung hat gezeigt, dass der Pumpen-Motor und das Ez.Slo/IrDA Interface mit derselben Phase des Stromnetzes versorgt werden müssen. Andernfalls können durch Störungen verursachte Kommunikationsfehler zwischen dem Ez.Slo/IrDA Interface und dem ECM-Treiber (Pumpen-Elektronik) auftreten.

6.2 Wurde diese ECM Pumpe einmal in Betrieb genommen, i.e. mit Wasser gefüllt, darf sie nicht mehr austrocknen. Andernfalls können Kalkablagerungen oder andere Verunreinigungen den schmalen Spalt zwischen Rotor und Stator schließen und die Pumpe blockieren.