



Universaldimmer

Version 2.0

19.2.2011

by petzi

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Kompatibilität.....	3
2	Technische Daten	4
3	Schaltungsbeschreibung	5
3.1	Übersicht	5
3.1.1	Beschreibung	5
3.1.2	Messungen.....	5
3.2	Netzteil	6
3.2.1	Beschreibung	6
3.2.2	Messung	6
3.3	Stromsensor	6
3.3.1	Beschreibung	6
3.3.2	Berechnung.....	6
3.3.3	Messung	7
3.4	Spannungssensor	7
3.5	Überlastmodul	7
3.5.1	Beschreibung	7
3.5.2	Bestimmung der Ansprechgrenze	8
3.5.3	Bestimmung des Abschaltverhaltens.....	8
3.5.4	Bestimmung des Wiedereinschaltverhaltens	9
3.5.5	Messungen.....	9
3.6	Ansteuerung der FETs.....	10
3.7	Ansteuerung der Optokoppler	10
3.8	Schnittstelle zum Controller	10
3.9	Sonstiges.....	11
3.9.1	Leiterbahndicken	11
3.9.2	Bestückungsdruck	11

1 Einleitung

Diese Version ist bisher noch ein Prototyp und **NICHT** freigegeben!!!

Diese Beschreibung ist noch lange nicht vollständig und kann noch Fehler enthalten.

1.1 Kompatibilität

Achtung, ab Hardwareversion V1.4 werden die FETs invertiert angesteuert!

Folgende Kombinationen sind möglich:

Hardware	Software	Bemerkung
bis V1.3	bis V1.5.5	nur Testversionen im SVN, nicht veröffentlicht
ab V1.4	ab V1.6.0	Veröffentlicht aber nicht freigegeben
V2.0	V2.0	aktuelle Version, ohne Trafo

2 Technische Daten

- An- oder Abschnittsdimmer
- automatische Auswahl An- oder Abschnitt (geplant)
- verschiedene Phasen pro Kanal möglich
- pro Kanal max. 300W
- automatischer Überlastschutz bei 340W
- Frequenz 50Hz (60Hz evtl. in einer späteren Version möglich)
- ...

3 Schaltungsbeschreibung

3.1 Übersicht

3.1.1 Beschreibung

Der Dimmer besteht aus 2 unabhängigen Kanälen die einzeln gedimmt werden können. Jeder Kanal hat sein eigenes Dimmverfahren, evtl. eine andere Phase, einen eigenen Überlastschutz, ...

Gemeinsam ist der Controller der für beide Kanäle ausgelegt ist.

3.1.2 Messungen

3.1.2.1 Konv. Halogentrafo

Hier muss das ANschnittsverfahren verwendet werden, anbei ein Vergleich wenn dies nicht gemacht wird:

Kanäle:

1 gelb: Strom durch Last 200mA/DIV

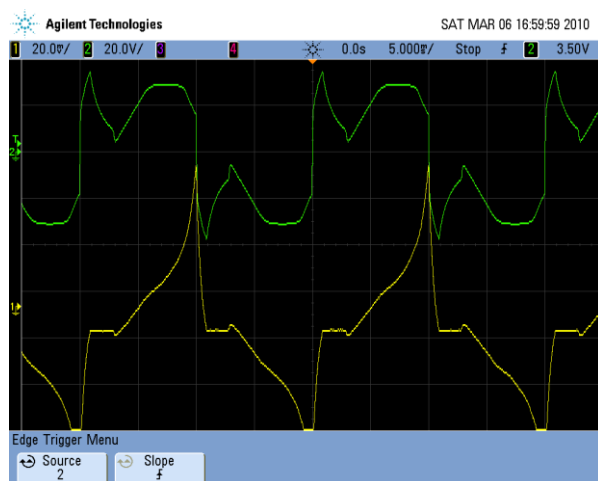
2 grün: Spannung an der Last 220V/DIV

3: lila: I-Signal

4 rot: CMP-IRQ

Grundhelligkeit: Stufe1 = 1.17ms

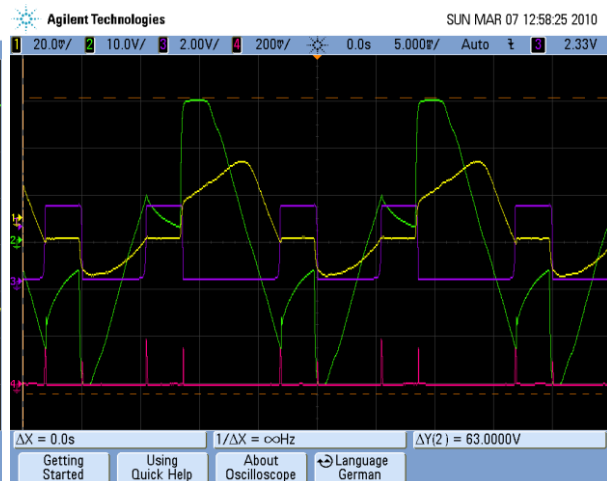
3.1.2.1.1 Helligkeit= 178



M11_C ABSchnitt

Imax = 800mA

So sollte es nicht sein → deshalb:



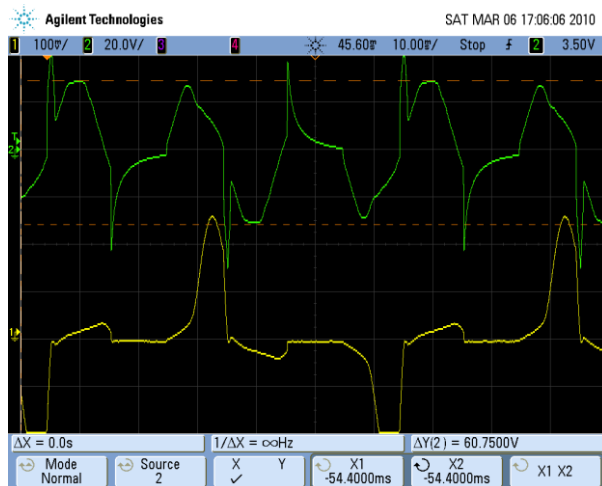
M13_H178

ANschnitt

Imax= 350mA

so ist es ok

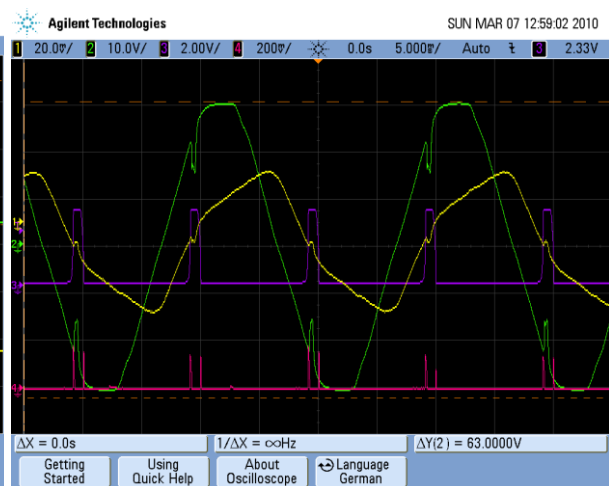
3.1.2.1.2 Helligkeit= 178



M11_E ABschnitt

$I_{max} = 2600mA$ (andere Skalierung!!)

So sollte es nicht sein → deshalb:



M13_H254

ANschnitt

$I_{max} = 350mA$

so ist es ok

3.2 Netzteil

3.2.1 Beschreibung

TODO

Mit dieser Spannung werden die Operationsverstärker versorgt.

3.2.2 Messung

Der Verbrauch liegt momentan bei ca. x mA pro Kanal. Das Netzteil ist so ausgelegt, dass bis maximal x mA geliefert werden.

3.3 Stromsensor

Dieser Sensor wird vermutlich zukünftig nicht mehr benötigt, da der andere Sensor Strom und Spannungsnulldurchgänge detektieren kann.

3.3.1 Beschreibung

Am zwischen den beiden FETs befindlichen Shunt R1 liegt eine zum Laststrom proportionale Spannung an. Diese wird über R11 auf die Eingänge eines Operationsverstärkers gegeben. Dieser arbeitet mit der vollen Verstärkung. Dieses Signal wird über einen Optokoppler galvanisch entkoppelt und auf einen Eingang des Controllers geführt.

Kanal1: Pin10 Controllerstecker P0.3

Kanal2: Pin8 Controllerstecker P0.1

Über dieses Signal kann der Controller die Nulldurchgänge des Stromes feststellen.

3.3.2 Berechnung

Die an R1 abfallende Spannung ist

$$U_1 = \frac{P \cdot R_1}{230V}$$

3.3.3 Messung

...

3.4 Spannungs- / Stromsensor

Die an den FETs und R1 abfallende Spannung wird über die Spannungsteiler (R2/D3 und R4/D2) verringert und anschließend auf die Eingänge eines Operationsverstärkers gegeben. Dieser arbeitet mit voller Verstärkung, so dass bei positiver Halbwelle der Spannung am Ausgang +12V anliegen und bei negativer Halbwelle 0V.

Dieses Signal wird über einen Optokoppler galvanisch entkoppelt und auf einen Eingang des Controllers geführt.

Kanal1: Pin13 Controllerstecker P0.4

Kanal2: Pin9 Controllerstecker P0.2

Über dieses Signal kann der Controller die Nulldurchgänge feststellen.

Und zwar

Bei durchgeschalteten FETs die Stromnulldurchgänge, d.h. beim Phasenanschnittsverfahren wird automatisch im Stromnulldurchgang angeschaltet.

Bei gesperrten FETs die Spannungsnulldurchgänge, d.h. beim Phasenabschnittsverfahren wird im Spannungsnulldurchgang eingeschaltet.

3.5 Überlastmodul

3.5.1 Beschreibung

Am zwischen den beiden FETs befindlichen Shunt R1 liegt eine zum Laststrom proportionale Spannung an. Diese wird über R14 auf den nichtinvertierenden Eingang eines Operationsverstärkers gegeben. Am invertierenden Eingang wird eine Spannung von 210mV (durch R16 und R17 erzeugt) angelegt. Damit liegen am Ausgang des Operationsverstärkers immer dann +12V an, wenn die Spannung am Shunt über 210mV ist. Dies ist bei einem Laststrom von ca. 1.5A der Fall. (Entspricht ca. 350W).

Diese Spannung ist nur während des Maximalwerts der positiven Halbwelle vorhanden. Sie lädt über R21 und D1 den Kondensator C2, der im Überlastfall also auf 12V aufgeladen wird. Sobald der Kondensator eine Spannung von über 8V aufweist wird der Ausgang des nachgeschalteten Operationsverstärkers auf 0V gelegt.

R21 ist so dimensioniert, dass Einschaltstromspitzen nicht zu einem Abschalten des Dimmers führen, d.h. der Kondensator benötigt eine gewisse Zeit bis er auf 7,1V geladen ist.

Damit dieser auch wieder entladen wird ist R13 parallel geschaltet. R13 ist so dimensioniert, dass nach ca. 3s die Spannung des Kondensators auf unter 2,7V gefallen ist. Dann wird der Ausgang des nachgeschalteten Operationsverstärkers auf 12V gelegt.

R20 sorgt für die Hysterese von 4,4V.

Der Ausgang des 2. Operationsverstärkers hat 2 Aufgaben:

1. über einen Optokoppler wird der Überlastfall an den Controller gemeldet
2. die Spannung dient der Ansteuerung der FETs, d.h. bei einer Spannung von 0V können die FETs nicht durchgeschaltet werden und der Dimmer ist automatisch abgeschaltet.

Bei erkannter Überlast wird der Dimmerkanal für ca. 3s abgeschaltet. Anschließend wird wieder mit der zuletzt eingestellten Helligkeit eingeschaltet. Ist die Überlast immer noch vorhanden, so wird sofort wieder abgeschaltet.

Da der Überlastfall auch an den Controller gemeldet wird, sollte die Software bei länger anhaltender Überlast den Dimmer abschalten und in größeren Zeitintervallen einschalten.

3.5.2 Bestimmung der Ansprechgrenze

Die Leistungsgrenze ab welcher das Überlastmodul anspricht wird durch R16 festgelegt.

Berechnung:

$$P_{\max} = \frac{230V \cdot 12V}{\sqrt{2} \cdot R_1 \cdot \left(\frac{R_{17}}{R_{16}} + 1 \right)}$$

Mit $R_1 = 0,1\Omega$, $R_{17} = 220k\Omega$, $R_{16} = 3,9k\Omega$ ergibt sich

$$P_{\max} = \frac{230V \cdot 12V}{\sqrt{2} \cdot R_1 \cdot \left(\frac{R_{17}}{R_{16}} + 1 \right)} = \frac{19516}{\left(\frac{R_{17}}{R_{16}} + 1 \right)} \approx 340W$$

Näherungsweise gilt:

$$P_{\max} \approx 0,0887A^2 \cdot R_{16} = 346W$$

3.5.3 Bestimmung des Abschaltverhaltens

Die Zeit die der Kondensator benötigt um auf 7,1V aufgeladen zu sein ist

$$t_1 = -R_{21} \cdot C_5 \cdot \ln\left(1 - \frac{7,1V}{11,3V}\right) = 22ms$$

Die Länge eines Ladeimpulses bei einer bestimmten Leistung ist

$$t_3 = 10ms - \frac{2}{\omega} \arcsin\left(\frac{P_{\max}}{P}\right)$$

damit ergibt sich die Dauer bis die Überlast abgeschaltet wird zu

$$\Delta t = \frac{t_1}{t_3} 20ms$$

P[W]	Δt [ms]
350	354

400	154
500	103
750	77
1000	69
2000	60
∞	54

3.5.4 Bestimmung des Wiedereinschaltverhaltens

Die Dauer bis ein bei Überlast eingeschalteter Dimmer wieder eingeschaltet wird ergibt sich aus der Zeit die der Kondensator benötigt um sich von 7,1 auf 2,7V zu entladen:

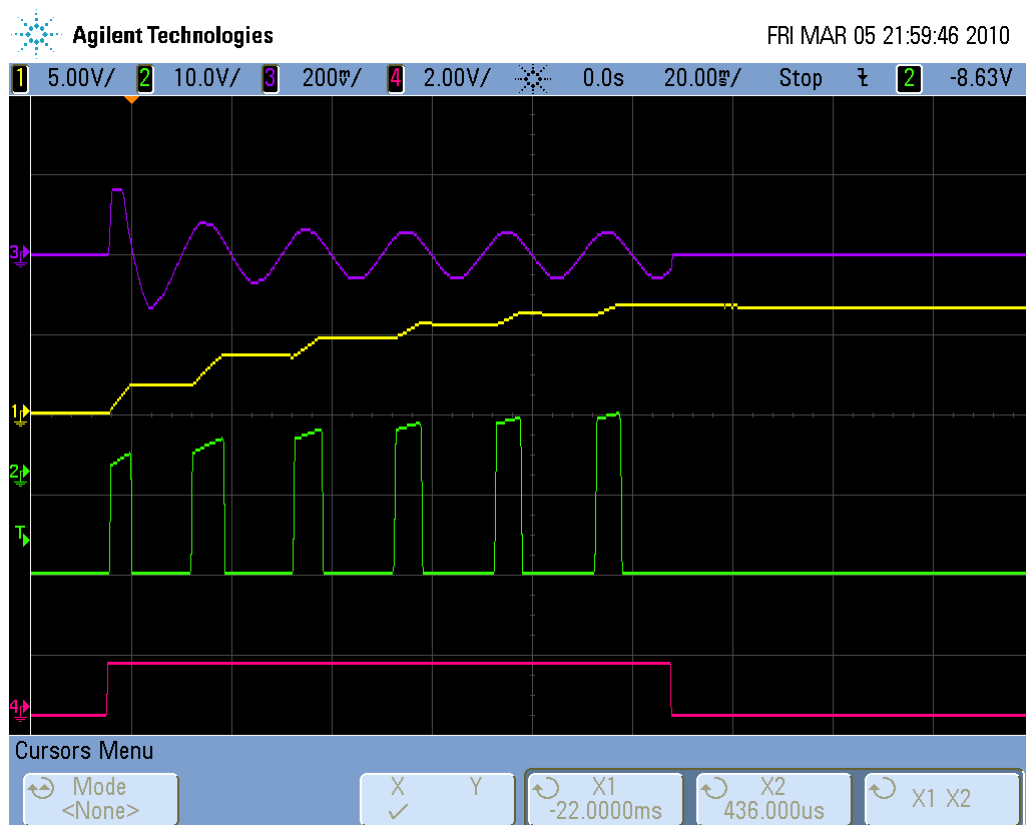
$$t_2 = -R_{13} \cdot C_5 \cdot \ln\left(\frac{2,7V}{7,1V}\right) = 4,5s$$

3.5.5 Messungen

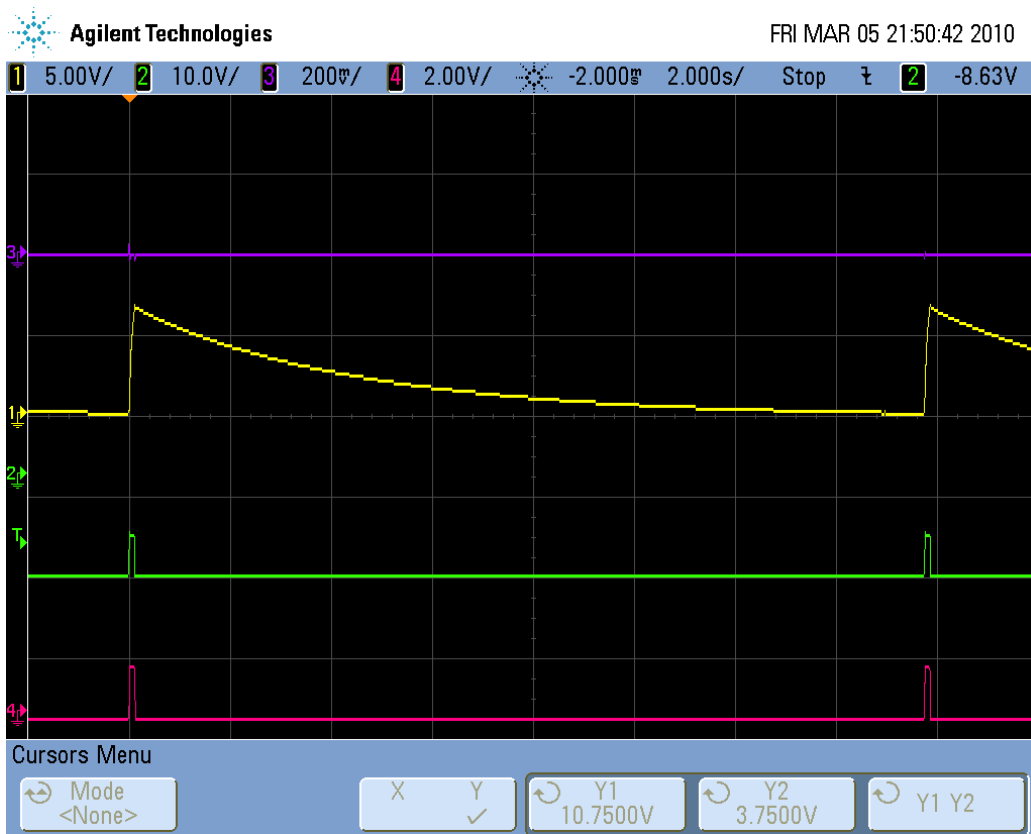
Kanäle:

1 gelb:	U an C5	Kondensatorspannung
2:grün:	U an R21	Ladestrom C5
3:lila:	U an R14 IC3D +Eingang	Laststrom
4:rot:	U an R15	Ausgang des Moduls

Für die Messung wurde 1kOhm parallel zu R16 geschaltet, damit $P_{max} = 70W$ wird. 60W Lampe angeschlossen, 25W zuschaltbar, dann 85W = Überlast



M01_C Ausschaltverhalten



M01_A Wiedereinschaltverhalten

3.6 Ansteuerung der FETs

Falls nicht der Überlastfall vorliegt, so kommt vom Operationsverstärker eine Spannung von 12V. Diese dient der Durchschaltung der FETs. Sie kann vom Controller über einen Optokoppler OK1 abgeschaltet werden. Dann wird das Gate der FETs über R9 auf 0 V heruntergezogen.

Über diesen Ausgang kann der Controller die FETs ein- und ausschalten. Diese erfolgt alle 10ms. Die genauen Zeitpunkte werden durch die eingestellte Helligkeit und das Dimmverfahren vorgegeben.

3.7 Ansteuerung der Optokoppler

Damit die Optokoppler ein digitales Signal sicher an den Controller weitergeben können müssen mindestens 0.5 mA durch die Diode fließen.

Bei einer Ansteuerung mit 11V und einer Diodenspannung von ca. 1V ergibt sich damit ein maximaler Vorwiderstand von

$$R_{\max} = 10\text{V} / 0.5\text{mA} = 20\text{k}\Omega$$

Diese Grenze darf nicht überschritten werden, bei Messungen hat sich gezeigt, dass 22k Ω schon zu groß ist.

Die Optokoppler haben eine recht lange Verzögerung, die über die Software korrigiert werden muss. Aller Versuche mit schnelleren Optokopplern haben keinen Erfolg gebracht.

3.8 Schnittstelle zum Controller

PIN	Controller	Beschreibung
01	EIB+	
02	EIB-	GND
03		
04		
05	VCC	3.1V vom Controller
06		
07	P0.0	Steuersignal Kanal2
08	P0.1	Stromsignal Kanal2
09	P0.2	Spannungssignal Kanal2
10	P0.3	Stromsignal Kanal1
11	P1.3	INT0 Stromsignal Kanal1
12		unbenutzt
13	P0.4	Spannungssignal Kanal1
14	P0.5	Überlastsignal Kanal1
15	P0.6	Steuersignal Kanal1
16	P0.7	Überlastsignal Kanal2
17		unbenutzt
18		unbenutzt
19		unbenutzt
20		unbenutzt

3.9 Sonstiges

3.9.1 Leiterbahndicken

Bei einem maximalen Strom von 2A einer Kupferauflage von 35um wird eine Leiterbahn mit einer Dicke von 0.8mm um 10°C erwärmt.

Hier wurden 2.2mm gewählt, womit man auf der sicheren Seite ist. Ausserdem können die Leiterbahnen noch verzinnt werden.

70um und zusätzlich den Toplayer sind bei 16A (Relaisplatte nötig, nicht aber bei 2A.

Quelle:

http://www.mikrocontroller.net/attachment/12765/FED_Kap06_Strombelastung.pdf

<http://www.multipcb.de/ger/sites/pool/index.html?/ger/sites/leiterplatte/strombelastbarkeit.html>

3.9.2 Bestückungsdruck

Achtung: für den Bestückungsdruck müssen die folgenden Layer verwendet werden:

- 21 tplace
- 25 tnames
- 27 tvalues
- 51 tdocu