

IOLxS Entwicklung

Bauteile und 2nd Sources

SMD LED's

Grün; Bauform 0805

Lite-On LTST-C171GKT 0.04270 CHF

Knightbright APT2012CGCK 0.06434 CHF

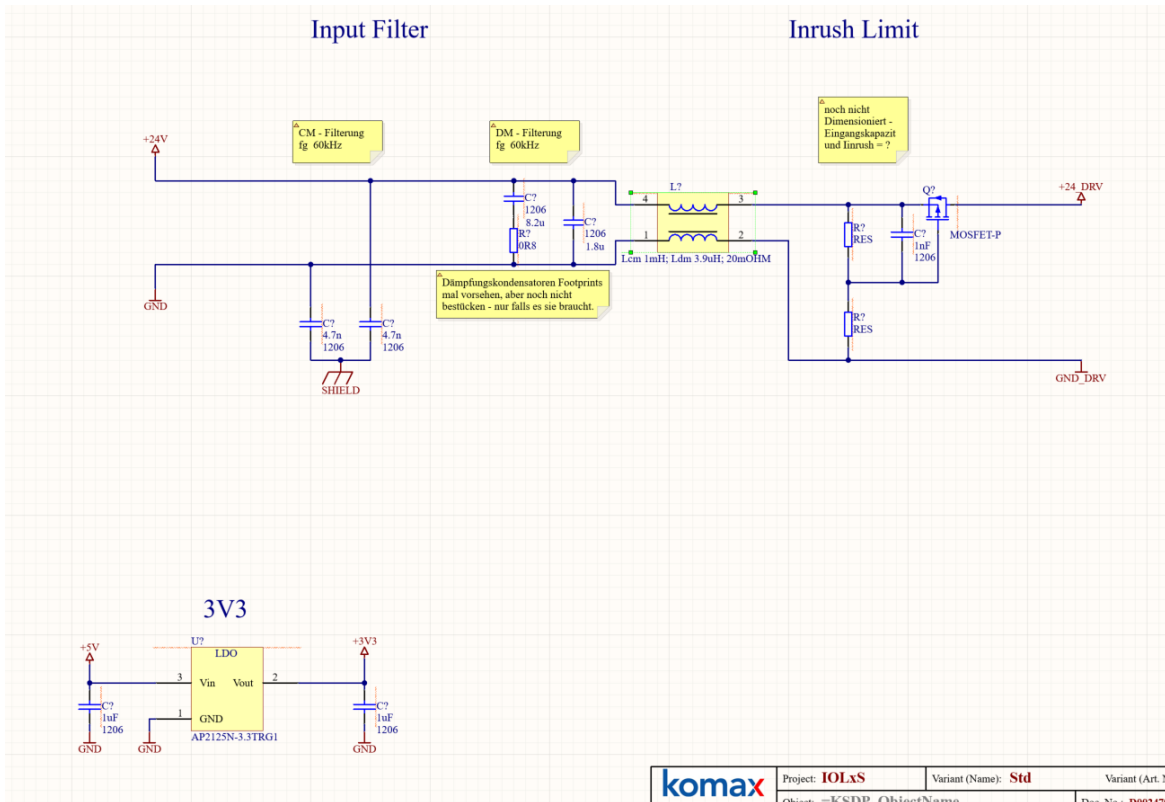
Speisung

Common Mode Choke mit $\sim 0.8\text{mH}$ - Grenzfrequenz ausgelegt auf ca. 60kHz. Störungen sind laut Louis zu erwarten ab 150kHz. Damit trotzdem die Impedanz des Filters nicht zu klein und die Störung einfach auf das Shield umgeleitet wird, wird die Grenzfrequenz bei 60kHz und nicht bei 15kHz angesetzt. Differential Mode Filterung mit $\sim 1.5\mu\text{H}$ Streuinduktivität - Grenzfrequenz ausgelegt auf $f_g \sim 80\text{kHz}$ Dämpfungskondensator nur einbauen wenn benötigt. Aber für Anfang Footprint mal vorsehen, da C recht gross ist und Dämpfung gering. Weiter hinten in Richtung Motorentreiber befinden sich weitere Kapazitäten als Stützkondensatoren, welche ebenfalls dabei helfen Differentialmode Störungen zu unterdrücken. Von dem her wird davon abgesehen, die Grenzfrequenz allzu niedrig anzusetzen.

Inrush Limiter mit einer Ladekonstante für das C von in etwa 1ms. Dadurch wird der Anstieg des Stromes während der ersten paar μs für die Stützkondensatoren auf ein gewisses Mass begrenzt. Durch die höheren Widerstände wird gewährleistet, dass im Zweifelsfall schnell auf eine Höhere Kapazität ausgewichen werden kann falls die Begrenzung bei der Inbetriebnahme nicht ausreichen sollte.

3.3V über LDO bereitstellen.

Bauteile & Secondsources



Bauteil	Anforderung	Parameter	1stSource	Distributor	CHF /1k	Parameter	2ndSource
Common Mode Drossel	fg = 60kHz	Lcm 800uH Ldm 1.5uH 3A	PA3927NLT	DigiKey	1.64	Lcm 0.73 - 1.12 Ldm 3.2uH	CR7915-AL
P-MOSFET	Uds mind 30V Id mind 3A möglichst geringes Rds_on	Rdson 10mOHM Udsmax 30V Ugsmax 25V	DMP3013S FV-7	Mouser	0.19	30Vds 25Vgs 15mOHM Rds on	SI7121ADN-T1-GE3
LDO	in 5V4 out 3V3	300mA, Uin max 6V	AP2125N-3.3TRG1	DigiKey	0.08254	300mA, Uin max 6V	AP7375-33SA-7
C's Filterung	1206, 50V						
C's sonst	0805, 16V						
R's							

Motorentreiber

Stützkondensator - worst Case Szenario für den Stützkondensator ist, wenn bei der niedrigsten PWM-Frequenz der volle Strom benötigt wird. Überschlagsmässig gerechnet mit einer Frequenz von ~20kHz (Datenblatt). Der Ausgangswiderstand eines Standartnetzteils beträgt zurückgerechnet über die Load Regulation (1%) 12mOHM. 10 Meter Kabel (5m Speisung) haben erwartungsgemäss bei einem Querschnitt von 075mm2 einen Innenwiderstand 680mOHM. Die dies ergibt gesamthaft ein R von ~700mOHM (inkl Choke + Leiterbahnen) parasitäre Indutivitäten und Kapazitäten mal vernachlässigt. Über die Formel $U(t) = U_0 \cdot e^{(-t/\tau)}$ lässt sich das sich ergebende Spannungsripple pro Periode abschätzen. Bei einem C von 470uF kommt man so auf in etwa 107mV. Dies sollte vorerst ausreichen, das die Differentialmode Filterung ebenfalls noch einen Teil dieses Ripples herausfiltern wird und laut Datenblatt des Industrienetzteils ein Ripple von 100mV so oder so zu erwarten ist. Ausserdem betrachten wir hierbei den Worst-Case.

Die Weiteren Kondensatoren vor der Speisung wurden so vom Evaluationboard übernommen und werden bei höheren Frequenzen bereits niederohmig und sollen so Hochfrequente Spitzen bereits abfangen können.

Clock

Bezüglich des Encoders kann der interne Clock genug schnell zählen, um alle Schritte zu erfassen. (bis zu 2/3 des Clocks ist ein typischer Wert).

Der interne Clock ist allerdings nicht sehr genau (+/-0.65MHz). Es ist abzuwägen, ob von Board zu Board eine Abweichung von +/-5% tolerierbar sind oder nicht. Das Board bezieht sich in seinen Rechnungen für Geschwindigkeit und Beschleunigung auf den Clock als Zeitreferenz.

Real Word Unit Conversion

The TMC5240 uses its internal or external clock signal as a time reference for all internal operations. Thus, all time, velocity and acceleration settings are referenced to f_{CLK} . For best stability and reproducibility, it is recommended to use an external quartz oscillator as a time base, or to provide a clock signal from a microcontroller.

$v[TMC5240]$ and $a[TMC5240]$ are internal units of TMC5240. These are the values that need to be written to the velocity/acceleration registers of TMC5240.

Calculator tools are available from the product website and evaluation tools.

CLOCK						
Internal Clock Frequency	f_{CLKOSC}		11.9	12.5	13.2	MHz
External Clock Frequency	f_{CLK}		8	16	20	MHz
External Clock Duty-Cycle	t_{CLKL}		40		60	%
External Clock Detection in Cycles			4		8	
External Clock Timeout Detection in Cycles of Internal f_{CLKOSC}			12		16	
External Clock Detection Lower Frequency Threshold	f_{CLKLO}		4			MHz

Clock Oscillator and Clock Input

Using the Internal Clock

Directly tie the CLK input pin to GND close to the IC if the internal clock oscillator is to be used.

The internal clock is running at a typical frequency of 12.5MHz.

Using an External Clock

When an **external clock** is available, a frequency of 8MHz to 20MHz is recommended for optimum performance.

The required minimum and maximum duty cycle of the clock signal is defined in the [Electrical Characteristics](#).

Especially at clock frequencies close to 20MHz, the clock's duty cycle requirements need to be satisfied.

Make sure that the clock source supplies clean CMOS output logic levels and steep slopes when using a high clock frequency.

The **external clock** input is enabled as soon as an **external clock** is provided at the CLK pin.

Reading out bit `ext_clk` in register `IOIN` gives feedback on which clock source is currently in use (1 = **external clock**).

In case the **external clock** fails or is switched off, the internal clocks takes over seamlessly and automatically to protect the driver from damage.

Enable/Disable - Freewheel Mode

Der ERV_ENN Pin ermöglicht, die Treiberstufe des Treibers abzustellen und so den Motor "austrudeln" zu lassen.

Es ist allerdings ebenfalls möglich, via SPI das TOFF Flag zu manipulieren. Ist das entsprechende Flag auf 0 gesetzt, so ist der Treiber ebenfalls deaktiviert.

TOFF	General enable for the motor driver, the actual value does not influence StealthChop2 Default = 0	0	Driver off
		1 ... 15	Driver enabled

9	15	DRV_ENN	Enable input. The power stage becomes switched off (all motor outputs floating) when this pin becomes driven to a high level.	V _{CC_IO}	Digital Input (pull up)
---	----	----------------	---	--------------------	-------------------------

Emergency Stop

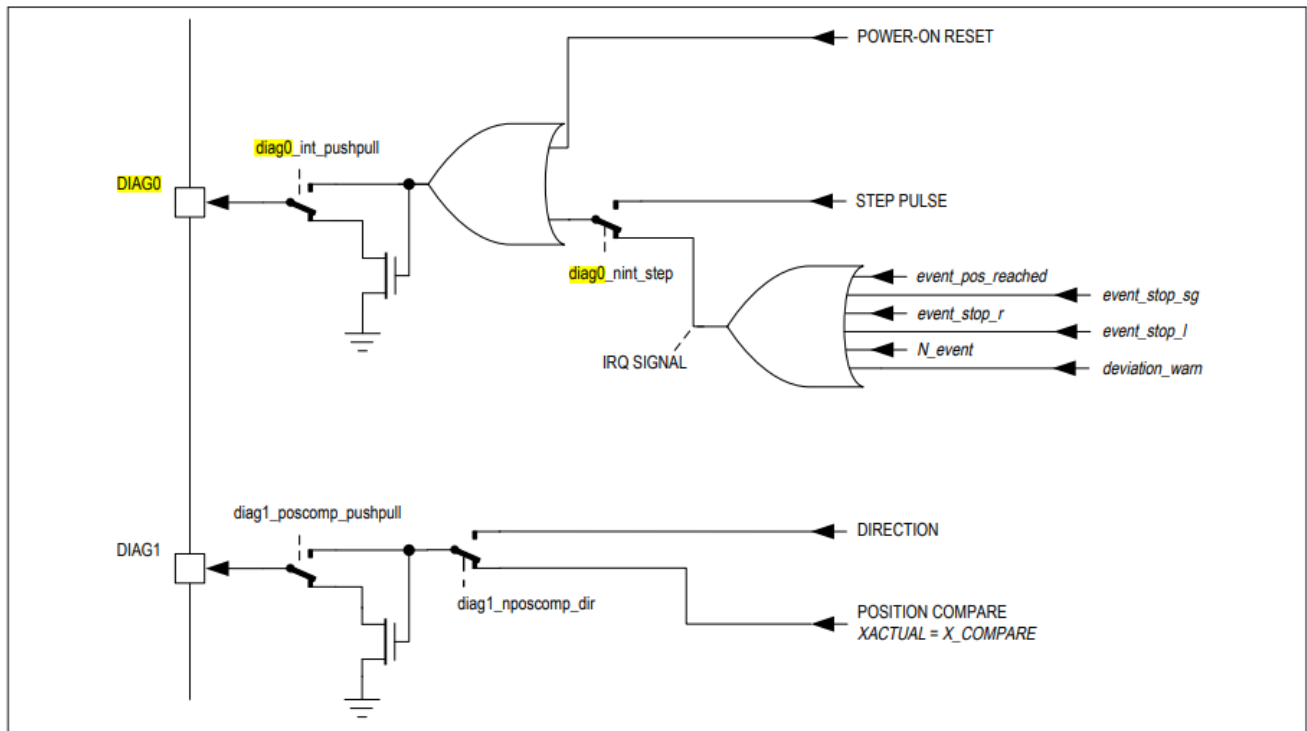
The driver provides a negative active enable pin **DRV_ENN** to safely switch off all power MOSFETs. This allows putting the motor into freewheeling. Further, it is a safe hardware function whenever an emergency stop not coupled to software is required. Some applications may require the driver to be put into a state with active holding current or with a passive braking mode. This is possible by programming the pin ENCA to act as a step disable function. Set GCONF flag `stop_enable` to activate this option. Whenever ENCA becomes pulled high and as long as it stays high, the motor stops abruptly and goes to the power down state, as configured through `IHOLD`, `IHOLD_DELAY`, and StealthChop2 standstill options (in case StealthChop2 is in use).

DIAG Ausgänge

Die Diagnostics Ausgänge sind auf LED's gelegt

Diagnostic Outputs

The DIAG outputs deliver a position compare signal to allow exact triggering of external logic, and an interrupt signal in order to trigger software to certain conditions within the motion ramp. Either an open drain (active low) output signal can be chosen (default, GCONF register, bit `diag0_int_pushpull` = 0), or an active high push-pull output signal (GCONF register, bit `diag0_int_pushpull` = 1). When using the open drain output, multiple driver output signals can be ORed. An external pull up resistor in the range 4.7kΩ to 100kΩ is required. **DIAG0** also becomes driven low upon a reset condition. However the end of the reset condition cannot be determined by monitoring **DIAG0** in this configuration, because `event_pos_reached` flag also becomes active upon reset and thus the pin stays actively low after the reset condition. In order to safely determine a reset condition, monitor the `reset` flag by SPI or read out any register to confirm that the chip is powered up.



11	17	DIAG0	<p>Diagnostics output DIAG0.</p> <p>Interrupt or STEP output from internal motion controller for external driver.</p> <p>Use external pullup resistor in open drain mode.</p> <p>In system reset state this pin is actively pulled low to indicate reset condition to external controller.</p>	V _{CC_IO}	Digital Output
12	18	DIAG1/SW	<p>Diagnostics output DIAG1.</p> <p>Position compare or DIR output from internal motion controller for external driver.</p> <p>Use external pullup resistor in open-drain mode.</p> <p>Single-wire I/O in UART mode.</p>	V _{CC_IO}	Digital IO

Position Compare Functions

The **position compare** function allows triggering of external events synchronously to the motor motion. The function outputs an active high level, whenever XACTUAL = X_COMPARE. The duration of the pulse thus corresponds to the time that XACTUAL matches X_COMPARE, i.e. the duration of one microstep at the actual velocity.

A repetition function allows triggering a periodic compare pulse. Use X_COMPARE_REPEAT to program the desired period (microstep distance) with up to 2²⁴ - 1 steps.

Encoder Timing & External Clock

Laut Datenblatt hängt die Auswertegeschwindigkeit des Encoders direkt internen Clock.

ENCODER TIMING				
Encoder Counting Frequency	f _{CNT}		< 2/3 f _{CLK}	f _{CLK}
A/B/N Input Low Time	t _{ABNL}		3t _{CLK} + 20	ns
A/B/N Input High Time	t _{ABNH}		3t _{CLK} + 20	ns
A/B/N Spike Filtering Time	t _{FILTABN}	Rising and falling edge	3t _{CLK}	

Der Interne Clock läuft mit 11.9 bis 13.2 Mhz

CLOCK						
Internal Clock Frequency	f_{CLKOSC}		11.9	12.5	13.2	MHz
External Clock Frequency	f_{CLK}		8	16	20	MHz
External Clock Duty-Cycle	t_{CLKL}		40		60	%
External Clock Detection in Cycles			4		8	
External Clock Timeout Detection in Cycles of Internal f_{CLKOSC}			12		16	
External Clock Detection Lower Frequency Threshold	f_{CLKLO}		4			MHz

Die Frequenz, mit der sich der Motor dreht berechnet sich durch

$f_{mot} = rpm/60$ (rotations per minute in rotations per second)

Die Frequenz des Encodersignals berechnet sich zu $f_{enc} = f_{mot} * CPR // CPR = \text{Counts per rotation}$ (in unserem Fall 2000)

Daraus resultiert bei einer maximalen Umdrehung von 2000 1/min eine Encoderfrequenz von 66'666 Hz. Der Interne Clock sollte also vollkommen ausreichen um den Encoder auswerten zu können.

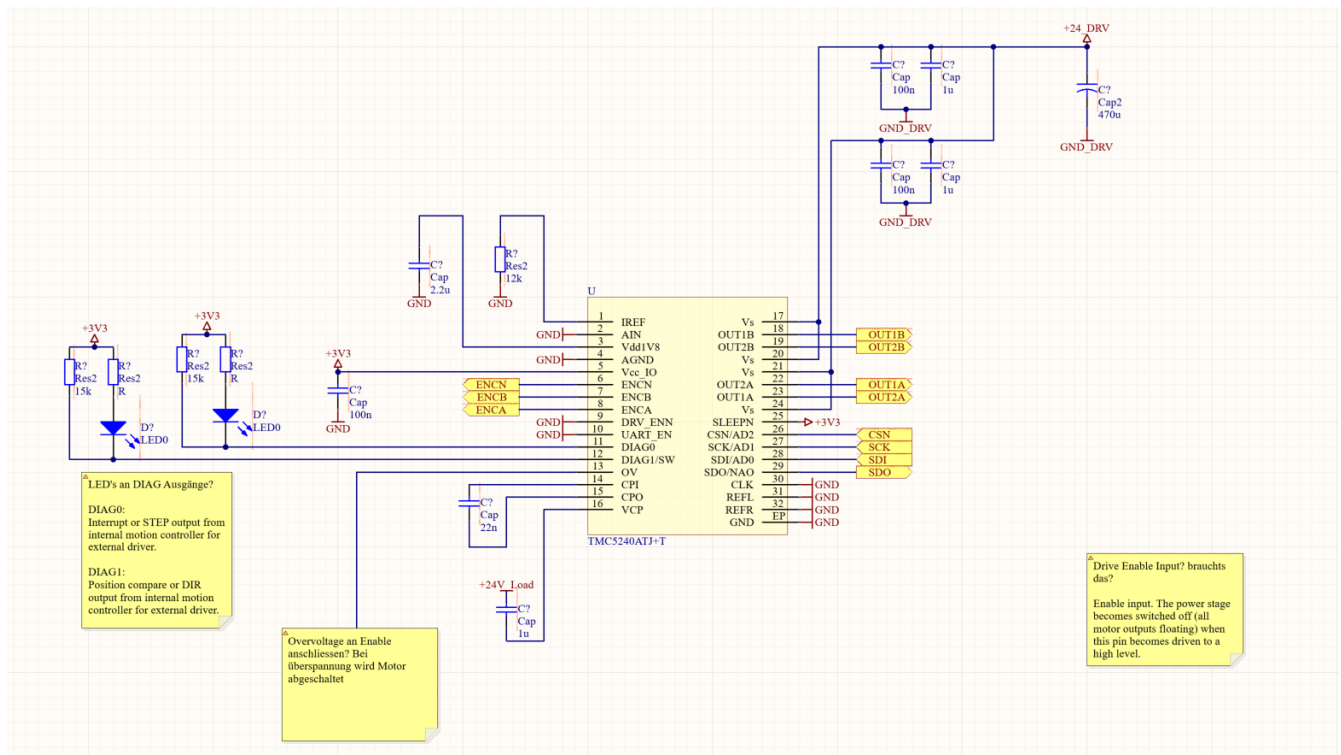
Wärmeentwicklung

High Motor Current

When operating at a high motor current, the driver power dissipation due to MOSFET switch-on resistance significantly **heats** up the driver. This power dissipation **heats** up the PCB cooling infrastructure also, if operated at an increased duty cycle. This in turn leads to a further increase of driver temperature. An increase of temperature by about 100°C increases MOSFET resistance by roughly 50%. This is a typical behavior of MOSFET switches. Therefore, under high duty cycle, high load conditions, thermal characteristics have to be carefully taken into account, especially when increased environment temperatures are to be supported. Refer to the *Thermal Characteristics* and the *Layout Examples* sections of the evaluation kit as well.

As a rule of thumb, thermal properties of the PCB design may become critical at or above 1.5A RMS motor current for increased periods of time. Note that the resistive power dissipation raises with the square of the motor current. On the other hand, this means that a small reduction of motor current significantly saves **heat** dissipation and energy.

Bauteile & Secondsources



Bauteil	Anforderung	Parameter	1stSource	Distributor	CHF /1k	Parameter	2ndSource
TMC5240	2.1A Irms 24V U	2.1A Irms 24V U	TMC5240	ADI	3.26		-
LED's	grün, SMD						
Stützkondensator	min 50V min 470 uF Elko eher mehr ESR	470uF, 63V ESR 180mOhm	Panasonic EEE-FK1H471AM	Digikey	0.947	470uF, 50V	Würth Electronic 8650606630 13
kleinere C's vor Speisung	100n; 1u 0805, Keramik 50V						
C's	0805, 16V						
R's	0805						
Clock			Würth 831025494	DigiKey	0.891 80		YIC OSC16M-3.3 I/S3T

Encoderanschluss

Kurzschlussicherung

Kurzschlussicherung: P-Fuses in der benötigten Größenordnung haben einen Widerstand von 1.5OHM im nicht ausgelösten Zustand (z.B. 1206L010/30). Daher, dass die Speisung über die gegebenenfalls lange Encoder Leitung so oder so schon eher knapp ist, wird auf die Kurzschlussicherung über eine P-Fuse verzichtet und ein USB-Switch mit Stromlimitierung eingesetzt. Der herausgesuchte USB-Switch hat einen Drain-Source Widerstand von ~100mOHM.

			Met er:	1	2	3	4	5	10	20	30	Abschlu ss R	120
Kabelwiderstan d:	0.0 892	OH M/m		0.1784	0.3568	0.5352	0.7136	0.892	1.784	3.568	5.352	dU Encoder	3.2
Rds_on USB Switch	0.1	OHM										I/Kanal	0.026 667
Spannungsabfal l Leitung				0.045 936	0.075 372	0.104 808	0.134 244	0.16 368	0.31 086	0.60 522	0.89 958	I kom	0.08
												lenc (DB)	0.085
			Uenc@5V	4.954 064	4.924 628	4.895 192	4.865 756	4.83 632	4.68 914	4.39 478	4.10 042	ltot	0.165
			Uenc@5. 1V	5.054 064	5.024 628	4.995 192	4.965 756	4.93 632	4.78 914	4.49 478	4.20 042		
			Uenc@5. 2V	5.154 064	5.124 628	5.095 192	5.065 756	5.03 632	4.88 914	4.59 478	4.30 042		
			Uenc@5. 3V	5.254 064	5.224 628	5.195 192	5.165 756	5.13 632	4.98 914	4.69 478	4.40 042		

Wünschenwert wäre, wenn die 5V Speisung seitens des IOe2 mindestens 5.2V bringen könnte

Die einzelnen Signalleitungen sind über TVS Dioden gegen Ground gegen ESD-Events geschützt. Das Ausgangssignal des Encoders hat laut Datenblatt [US Digital - Business relations \(wire CH\) - Komax Wiki](#) einen Pegel von maximal 4.8V. Die Ausgesuchten TVS Dioden haben eine Durchbruchsspannung von 6 - 8V. Der Reciever Eingang verträgt einen Dauerhaften Pegel von 7V. Einer der beiden Reciever hat selbst gewisse ESD Eigenschaften, wobei der andere maximal Pulse mit 500V verträgt. Die TVS Diode schluckt so ab einem Pegel von typischerweise 7V den Impuls weg, den Rest muss dann der Recievereingang lösen können. Die Speisung ist ebenfalls mit einer TVS Diode gegen Ground geschaltet - wobei bei dieser die Durchbruchsspannung ein wenig höher gewählt wurde. Dies da die Speisespannung für die Encoder ein wenig höher angesetzt wird. Der USB Switch verträgt ebenfalls ein gewisses Mass an ESD-Impulsen. Ein Spannungsunterschied von Ein zu Ausgang von +-6V ist hier zulässig. Also sollte eine TVS Diode mit einer Klemmspannung von 6 - 7V ausreichend sein.

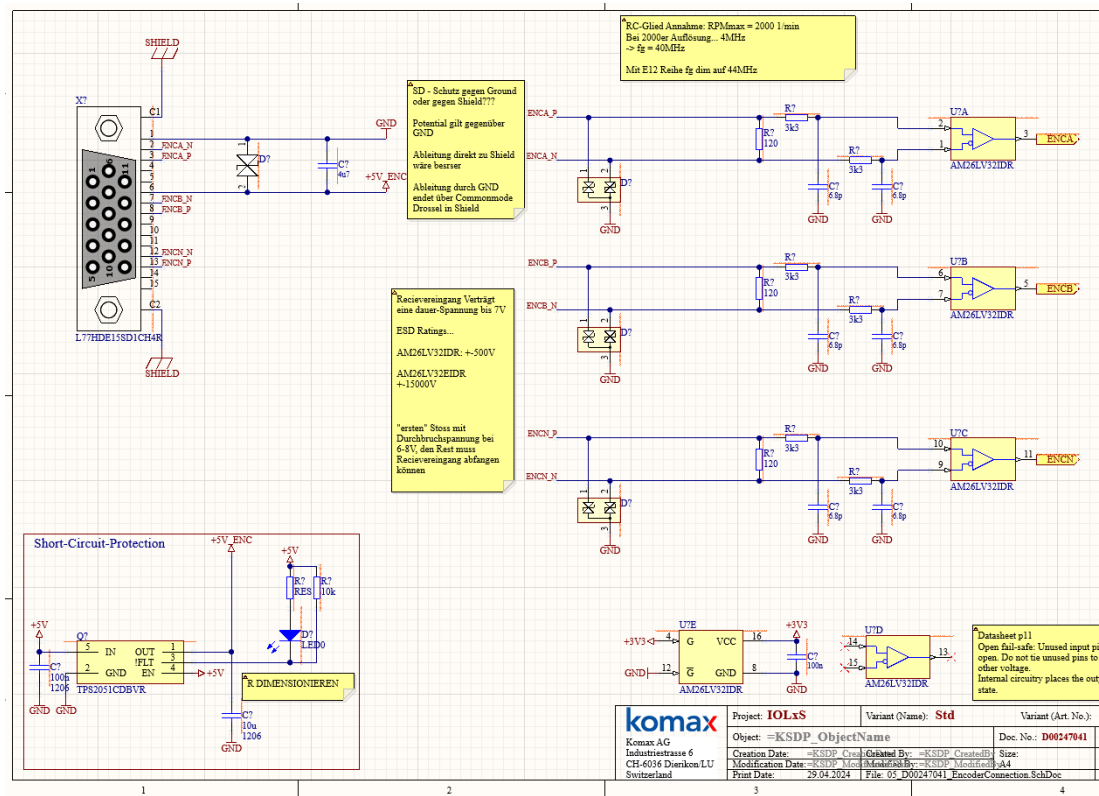
Der RS422 Reciever kann mit 5V Eingängen umgehen, wohingegen der Logik Ausgang nur 3.3V beträgt.

Tiefpass vor Reciever

Siehe weiter oben unter *Encoder Timing & External Clock* Die maximale Encodergeschwindigkeit, mit welcher zu rechnen ist, beträgt 66'666 kHz unter der Annahme dass die Motoren mit maximal 2000rpm drehen. Um noch ein wenig Kapazität nach oben frei zu haben, wird mit einer Frequenz von 100kHz gerechnet. Die Grenzfrequenz des Eingangs - Tiefpassfilters (einfaches RC Glied) wird deshalb mit 1MHz angenommen. Der Widerstand wird eher hoch angesetzt, damit einerseits die Flanke des einkommenden Signals scharf möglichst scharf bleibt, aber auch übrigbleibsel einkommender ESD-Impulse eher abgeblockt werden können.

Um das Signal nicht zu verfälschen wir auf den Tiefpass verzichtet

Bauteile und Secondsources

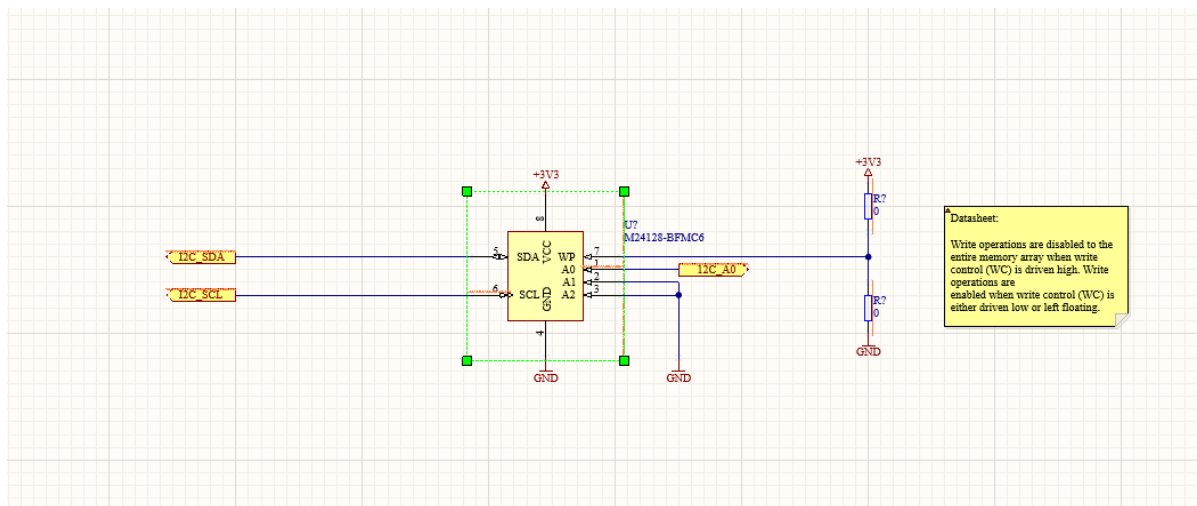


Bauteil	Anforderung	Parameter	1stSource	Distributor	CHF /1k	Parameter	2ndSource
DSUB Stecker	vertikal mit Gewinde		Amphenol L77HDEH1 5SOL2RM8	Digikey	1.120 53		Amphenol 10090929- S154VLF
TVS Dioden Encoder Signale	Arbeitsbereich ~5V	Uarb 5V Ubr 6-8V Ipeak 6A	Diode Incooperat ed D5V0L2B3S O-7	Mouser	0.048	Uarb 5V Ubr min 6V Ipeak 8.5A	Bourns CDSOT23- 0502B
TVS Dioden Encoder Signale ARBEIT SBEREI CH 12V	Arbeitsbereich ~12V	Uarb 12V Überschlag 14.2V	STM ESDA14V2 BP6	mouser	0.184	Uarb = 12V Überschlag 13.6V	onsemi NUP4102XV 6T1G
TVS Diode Speisung	Arbeitsbereich mind. 5.5V Durchbruchssp annung ~6-7V	Uarb 5.8V Ubr 6.8V	Bourns P6SMB6.8A	Digikey	0.095 81	Uarb 5.8V Ubr 6.8V	STM SM6T6V8CA
RS422 Reciever	U_HIGH Out 3.3V Uin 0..5V ESD prot.?	Uinmax +- 7V Uhigh Out 3.3V	AM26LV32I DR //kein ESD Schutz!	Mouser	0.641	Uinmax +- 7V Uhigh Out 3.3V	AM26LV32E IDR

RS422 Reciever ALTERN ATIVE SMSse	Ucm mind. +- 12V Uin 0...5V ESD Protection Uout beachten	Uq 5V UHout 5V RUNTERTE ILEN!	TI SN75ALS175	Digikey	0.561 11		TI SN65LBC17 5A	(
Kurzschl ussliche rung	Iout mind 150mA	I limit 850mA hat ESD Eigenschaft en	TPS2051C DBVR	Mouser	0.235	Ilimit 850mA	TPS2051C	(
LED SMD								
C's	0805, 16V							
R's	0805							

Print ID

Bauteile & Secondsourcen

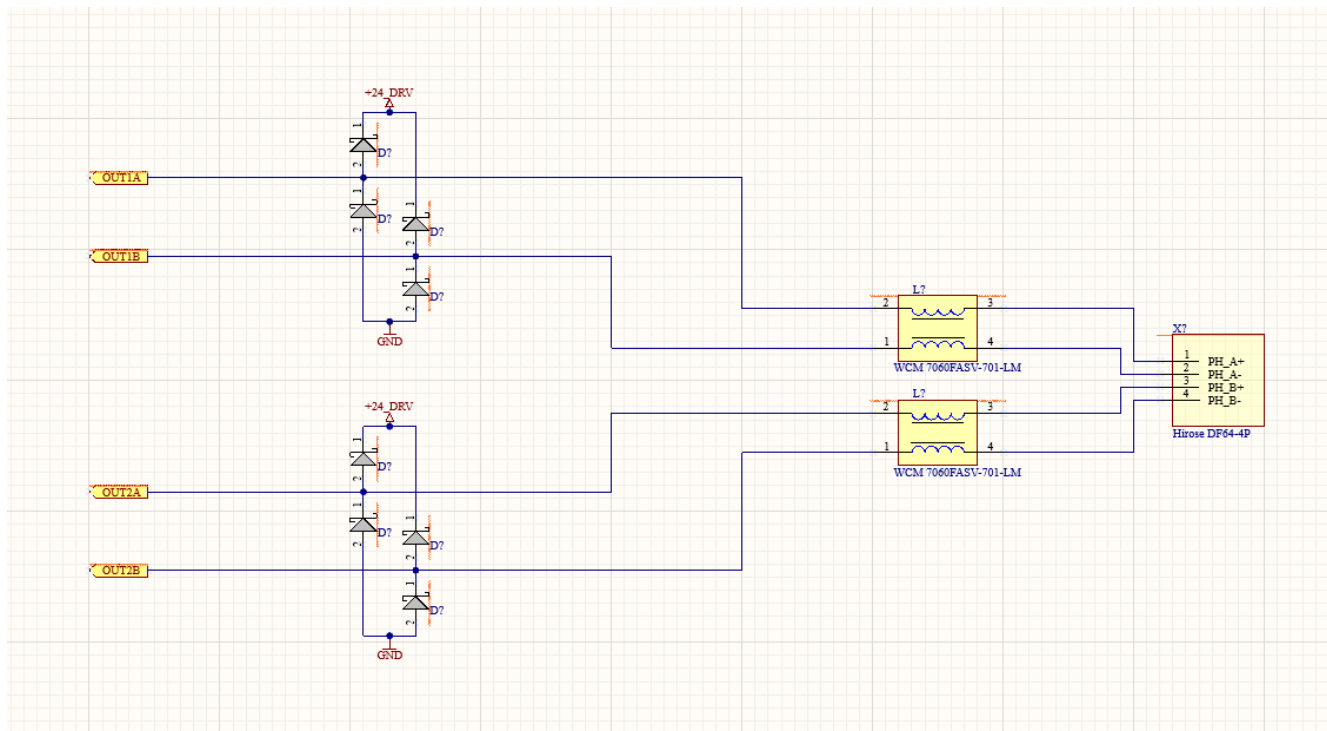


Bauteil	Anforderung	Parameter	1stSource	Distributor	CHF /1k	Parameter	2ndSource
EEPROM			M24128-BFMC6TG	Mouser	0.313		

Motorenanschluss

Die Schottkydioden stellen einen gewissen Anschluss/ESD Schutz dar und schützen so die Eingänge vom Motorentreiber. Die beiden Commonmode Chokes sind danach ausgewählt worden, dass sie eine möglichst breite Impedanz über den Frequenzbereich liefern.

Bauteile & Secondsources



Bauteil	Anforderung	Parameter	1stSource	Distributor	CHF /1k	Parameter	2ndSource
schottky diode	I möglichst hoch Urev mind. 40V (1.41 * 24V)	Istoss 40 A Usperr 60V	Taiwan Semiconductor SS16	mouser	0.048	Istoss 40A Usperr 60V	vishay SS16-E3 /61T
Common Mode Choke	Z möglichst breitbandig I mindestens 3.5A	4A R = 13m Z@100Mhz = 700	Eaton ECMS1V09 05-102-R	Digikey	0.445 55	4A R = 13m Z@100Mhz = 1000	Thai-Tech WCM9070-102T40-M
Stecker	gleich wie SMSe		DF63M-4P-3.96DSA	Mouser	0.227		

Overvoltage Protection

Overvoltage Protection and OV Pin

A stepper motor application can generate significant overvoltage, especially when the motor becomes quickly decelerated from a high velocity, or when the motor stalls.

This voltage becomes fed back to the supply rails by the driver output stage.

For typical NEMA17 or larger motors, and also for smaller motors with sufficient flywheel mass, the energy fed back can be substantial, so that the power capacitors and circuit consumption will not be sufficient to keep the supply within its limits.

To protect the driver as well as connected circuitry, the TMC5240 has an overvoltage detection and protection mechanism.

The OV output allows attaching an NPN or MOSFET with a power resistor (brake resistor) to dump the excess energy into the resistor.

The transistor chops with approximately 3kHz to 4kHz (depending on the clock frequency) to keep the supply within the limits.

The supply voltage is permanently monitored with the internal ADC.

The upper level for the supply voltage for a given application can be configured in register *OTW_OV_VTH* using parameter *OVERVOLTAGE_VTH*.

The actual ADC value for the supply voltage can be read via register *ADC_VSUPPLY_AIN* as parameter *ADC_VSUPPLY*.

Use the following equation to convert from the ADC value to V_S and vice versa:

$$V_S = \text{ADC_VSUPPLY} \times 9.732\text{mV}$$

The OV output pin shows the actual state of the overvoltage monitor.

As soon as and as long as *ADC_VSUPPLY* becomes greater or equal to *OVERVOLTAGE_VTH* the OV output pin changes to three-state/'Z'.

The OV output pin is an open-drain pin. The following diagram shows an example brake chopper circuit.

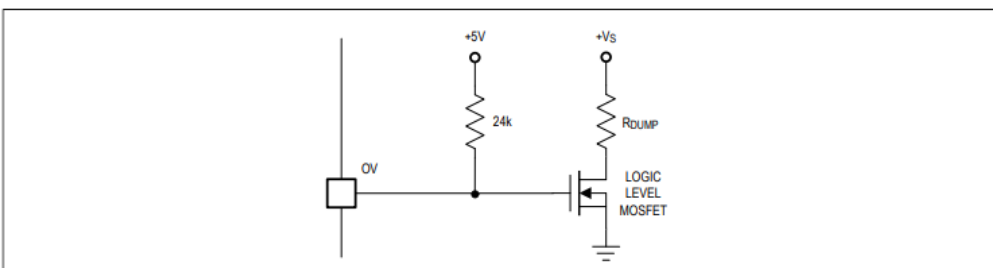
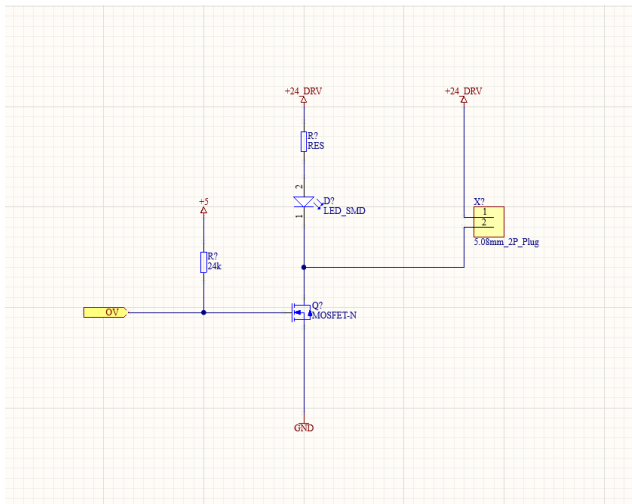


Figure 38. Brake Chopper Circuit Example

Wenn davon ausgegangen wird, dass ein 15W Widerstand zum Bremsen angeschlossen werden soll, wird ein Strom von 0.625A fließen. Bei der Auswahl des MOSFETS wird sicherheitshalber mit einer Stromfestigkeit von 2A geschaut. OV ist ein Open drain pin und zieht gegen Ground. Wird gehoppert zieht der Pullup Widerstand den OV Ausgang über U_{th} .

Bauteile & Secondsources



Bauteil	Anforderung	Parameter	1stSource	Distributor	CHF /1k	Parameter	2ndSource
SMD LED		generisch					
N-Channel MOSFET	Udsmin 50V Id min ~2A Uth ~2-3V	Uds 60V Id 2A Uthmax = 3V	Diodes Incorporated DMN6075S-7	Digikey	0.08200	Uds = 60V Id = 3A Uth 0.5...1.3V	SI2310B-TP
Stecker	aus Vorzugsteilsortiment		Adam Tech EBPA-02-D-C	Digikey	0.15084		Phoenix 1755736
Zener-Diode	~35V	0.83W 36V	Nexperia BZT52H-C36,115	mouser	0.03	0.5W 36V	Taiwan Semiconductor MMSZ5258B RH

Erste Vorkalkulation

Schemaseite	Beschreibung	Bauteil	Distributor	CHF/stk@1000 Prints	Anzahl	Bestückung	Preis total
Interface	Stecker	154765-E	mouser	3.35	1	0.04	3.39
	Stecker	124045-E	mouser	2.6	1	0.04	2.64
Speisung	CM-Choke	PA3927NLT	DigiKey	1.64	1	0.04	1.68

	LDO	AP2125N-3.3 TRG1	DigiKey	0.08254	1	0.04	0.12254
	P-MOSFET	DMP3013SFV-7	DigiKey	0.19	1	0.04	0.23
	R's			0.003811328	3	0.04	0.131433 984
	C's			0.010312946	5	0.04	0.251564 729
Motorentreiber	Treiber	TMC5240	ADI	3.26	1	0.04	3.3
	Grosser Elko	EE-TK1J471AM	DigiKey	1.09271	1	0.04	1.13271
	R's			0.003811328	4	0.04	0.175245 313
	C's			0.010312946	7	0.04	0.352190 62
	LED's			0.04	2	0.04	0.16
Encoder Connection	DSUB-Stecker	L77HDE15SD1 CH4R	DigiKey	1.13753	1	0.04	1.17753
	Shortcirc. Prot	TPS2051CDBVR	Mouser	0.235	1	0.04	0.275
	TVS Dioden	D5V0L2B3SO-7	Mouser	0.048	3	0.04	0.264
	TVS Dioden	P6SMB6.8A	DigiKey	0.09581	1	0.04	0.13581
	RS422-Reciever	AM26LV32IDR	Mouser	0.641	1	0.04	0.681
	R's			0.003811328	11	0.04	0.481924 609
	C's			0.010312946	10	0.04	0.503129 457
Motor Connector	TVS Diode	V3FM15-M3/H	Mouser	0.063	8	0.04	0.824
	CM-Choke	ECMS1V0905-102-R	Mouser	0.44555	2	0.04	0.9711
	Stecker	DF63M-4P-3.96 DSA	Mouser	0.227	1	0.2	0.427

Print ID	EEPRom	M24128-BFMC6TG	Mouser	0.313	1	0.04	0.353
				Komponentenkosten			19.65917871
				Rüstkostenpauschale			1
				Leiterplattenpauschale			6
				total			26.65917871

Sitzungsprotokolle

30.04.2024 Besprechung der Konzepte

Anwesende

Julian Bischof
Christoph Peter
Rolf Christen
Francesco Casamassima

Themen

1. Vorstellung der Methodik bei der Konzeptierung (Kostenschätzung u.ä.)
2. Vorstellung ausgearbeiteter Konzepte & Diskussion
3. Entscheidung für ein Konzept

Notizen

zu 1.

- bei Berechnung der Leiterplattenkosten wurden die Kosten für die 2. Schnittstelle vergessen
- die Filterschaltung braucht es auch auf der Ausgangsseite

zu 2.

- 6 und 7 sehr ähnlich -> Entscheidung wenn für 7 da bessere Performance bei gleichem Preis & Second Sources.
- Konzept 6 & 7 wahrscheinlich wesentlich aufwändiger in der Entwicklung Softwareseitig
- Favorit also Nummer 8, da schneller entwickelt, günstig und gute Erfahrungen in der Vergangenheit mit ADI gemacht
- Speisung kann über IOe bezogen werden, da dieses über seine Pins 1.7A pro Pin liefern kann.

zu 3.

Entscheid für Konzept 8 unter der Voraussetzung, dass die Schnittstelle des IOe2 genügend Strom über die Schnittstelle zur Verfügung stellen kann. Dies beinhaltet den Treiberchip TMC5240, Encoderauswertung über diesen auf der Erweiterung sowie Speisung über die IOe2 Schnittstelle.

03.04.2024 Präsentation des Zwischenstands

Anwesende

Julian Bischof
Daniel Signer
Rolf Christen
Francesco Casamassima

Themen

1. Vorstellung des Altium-Schemas und Diskussion
2. Vorstellung der ersten Kostenvorabschätzung
3. Weiteres Vorgehen besprechen, eventuelle Inputs abholen
4. offene Fragen klären
 - a. Testpunkte - wohin und wieviele
 - b. ESD Schutz - Speisungsseite nichts, Motorenausgang besser mit TVS Dioden?
 - c. Befestigung des Shield von Motorenkabel im Schaltschrank in Ordnung?
 - d. Soll ich dem TMC5240 einen separaten Clock verpassen?
 - e. LED's für DIAG Ausgänge?
 - f. übriges Budget für Anschlussmöglichkeit eines Bremswiderstands? (z.B. Stecker vorsehen)

Notizen

zu 1.

- Es sollte die Möglichkeit eingeplant werden, einen Bremswiderstand zu verbauen. Voraussichtlich wird dieser nicht benötigt, allerdings wäre die Möglichkeit diesen zu bestücken nicht schlecht. Dafür den entsprechenden MOSFET mit einem Anschlussstecker anschliessen. Hierfür auch gegebenenfalls nochmal bei Schleuniger nachfragen, ob sie einen Bremswiderstand für ihre kleineren Boards vorsehen?
- Testpunkte fehlen noch
- Wie schnell kann der Encoder eigentlich drehen? und wie schnell kann der Teiber eigentlich zählen? Nochmals Grenzfrequenz vor Recievereingang prüfen

zu 2.

- Gegebenenfalls kommen hier noch eine Ansteckmöglichkeit für einen Bremswiderstand als auch für eine Shieldanbindung des Motorenkabels dazu.

zu 3.

- Bei ADI & Bei Schleuniger Infos holen über Wärmeabführung, Brems-R
- TVS Dioden sollten gegen Shield geführt werden, nicht gegen GND
- Wärmeabführung abklären
- Encoder-Zählgeschwindigkeit abklären
- fg Encodereingang
- Enableanschluss der Kurzschlussicherung auf das IOe hängen - LED behalten. Alle Boards können ruhig auf gleichen GPIO gehängt werden.

zu 4.

- a) Testpunkte sollten eingeplant werden. Das Board soll in einem Funktionstest in Betrieb genommen werden. Hierfür also an allen wichtigen Netzen, welche zur Fehlersuche sinnvoll wären, Testpunkte vorsehen.
- b) Der Spannungsausgang kann ruhig mit den Dioden wie geplant geklemmt werden. Das sollte er vertragen.

- c) Eine Befestigungsmöglichkeit auf dem Print wäre schön - gegebenenfalls bei ICOTEC schauen, ob es anlötbare Klammern gibt. Im Zweifelsfall bräuchte es ein Befestigungsloch im Print mitsamt einer Schraube um das Shield anzubinden
- d) Ob der Treiberchip einen externen Clock benötigt sollte bei ADI nachgefragt werden. Ebenfalls, ob es Hinweise oder Tipps bezüglich der Wärmeabführung gäbe.
- e) Für den Einrichtbetrieb sicher sinnvoll, ob es das dann später noch braucht wird sich noch zeigen und kann ggf. immernoch weggelassen werden
- f) Ja, wäre sinnvoll

01.05.2024 Präsentation des Zwischenstands (nur Christoph und Julian)

Anwesende

Julian Bischof
Christoph Peter

Themen

1. Vorstellung des Altium-Schemas und Diskussion
2. Vorstellung der ersten Kostenvorabschätzung
3. Weiteres Vorgehen besprechen, eventuelle Inputs abholen
4. offene Fragen klären
 - a. Befestigung des Shield von Motorenkabel auf das Board?
 - b. Soll ich dem TMC5240 einen separaten Clock verpassen?
 - c. übriges Budget für Anschlussmöglichkeit eines Brennwiderstands? (z.B. Stecker vorsehen)

Notizen

zu 1.

- Die Inrush Limiter Schaltung sollte in einer ersten Bestückung mal versucht werden, wegzulassen. Es wäre interessant zu wissen, ob es diesen tatsächlich benötigt, oder ob wir damit nur einen unnötigen Kostenpunkt erstellen
- Die interne Clockreferenz hat eine Streuung von $\pm 0.65\%$. Es gilt abzuwägen, ob eine genauere Berechnung von Geschwindigkeit und Beschleunigung in den geforderten Anwendungsbereichen überhaupt notwendig ist. Ein Clock kostet ebenfalls wieder 1CHF
- Disable DRV_ENN Pin könnte theoretisch auch über TOFF Bit erreicht werden. Es sollte abgeklärt werden, ob mit dem entsprechenden Flag genau die gleiche Funktionalität erreicht werden kann wie mit dem Enable Pin.