

Die bewährte Schrittmotoransteuerung



RN-Stepp 297

Platinen Version 1.0

Eine kompakte Ansteuerung für einen Schrittmotor. Es handelt sich um eine weit verbreitete Schaltung zum Ansteuerung von stärkeren Schrittmotoren mit bis zu 2A Phasenstrom. Dabei kann der Phasenstrom durch einen Regler (Spindeltrimmer) fest eingestellt werden. Die Strom-Regelung (Chopper Betrieb) sorgt für optimale Leistung der Motoren und erlaubt den Betrieb mit Motoren unterschiedlichster Nennspannung. Auf vielfachen Wunsch gibt es nun diesen Bausatz mit besonders kompakter Platine!

Nähere Informationen über Schrittmotoren als auch diese bewährte L297 / L298 Schaltung findet man u.a. im Wissensportal RN-Wissen unter:

<http://www.roboternetz.de/wissen/index.php/Schrittmotoren>

Die Schaltung wird ausschließlich über Takt- und Richtungssignale gesteuert. Die Schritte müssen also im Gegensatz zu intelligenten Schrittmotorsteuerungen wie RN-Schrittmotor, durch das Steuerboard/PC als Takt vorgegeben werden. Die Schaltung eignet sich daher vornehmlich für Anwender mit etwas Schrittmotor- und Programmiererfahrung. Alternativ sollte man sich auch die Schaltung RN-Schrittmotor anschauen.

Bis zu 30 Volt Motorspannung und Phasenströme bis maximal 2A sind möglich!



robotikhardware.de

Datum der Doku: 18.04.2007

Aufbauhinweise

Der Aufbau der Schaltung ist durch die vorgefertigte Platine und die überschaubare Anzahl an Bauelementen völlig problemlos auch von Elektronik-Einsteigern zu bewerkstelligen. Durch den Bestückungsdruck und die Bestückungsliste, etwas weiter hinten in dieser Dokumentation, ist der Aufbau unkritisch. Auf schwierig zu lötende und schwierig reparierbare SMD Teile wurde absichtlich verzichtet. Die Schaltung ist je nach Erfahrung in ca. 30 Minuten aufgebaut.

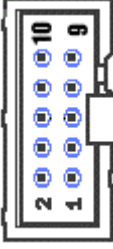
Dennoch einige Anmerkungen zu kleinen Hürden:

1. Bei den Netzwerkwiderstand RN1 auf die Polung achten. Der kleine Punkt auf dem Bauteil muss auf der Seite liegen wo die kleine 1 auf der Platine aufgedruckt ist.
2. Bei den Kondensatoren (Elkos) die Polung beim Einlöten beachten. Diese ist auf Bauelementen und Platine aufgedruckt.
3. Nicht vergessen das das IC 2 gesockelt wird. Also erst Sockel einlöten und dann IC einsetzen.
4. Beim Betrieb sollte ein Kühlkörper an den L298 angebracht werden. Dieses IC ist so platziert, das es auch an eine Gehäusewand oder Kühlfläche montiert werden kann. Bei längerer Dauerbelastung sollte der mitgelieferte Kühlkörper durch eine größere Kühlfläche oder Kühlkörper ersetzt werden.
5. Beim Einlöten der Motortreiber IC's L298 ist eventuell zu bedenken das diese eine genaue Höhe einnehmen müssen, damit diese später bequem an einen Kühlkörper geschraubt werden kann

Das waren eigentlich schon die besonderen Punkte die zu beachten sind. Ansonsten natürlich sauber mit einem 10 – 25 W Lötkolben alles auf der Unterseite verlöten. Grundkenntnisse beim Löten werden empfohlen.

Nach dem Aufbau sollten Sie noch mal alle Lötunkte kontrollieren. Wenn Sie dann Spannung anlegen, dann sollten in etwa 50 bis 100 mA Strom fließen. Ist der Strom deutlich höher, dann deutet das auf ein Lötfehler hin.

Erläuterung der Anschlüsse, Regler und Kurzschlussbrücken

Anschluss-Bezeichnung	Erläuterung
Motor	<p>Anschluss den Schrittmotor Über diese 4 polige Schraubklemme (steckbare Schraubklemme) wird ein Schrittmotor angeschlossen. Dabei ist darauf zu achten das eine Wicklung an die beiden linken und eine Wicklung an die beiden rechten Schraubklemmen angeschlossen wird. Dreht sich später ein Motor nicht, so muß eine Wicklung umgepolt werden. Dreht der Motor falsch herum, dann Wicklungen umentschen.</p> <p>Die Motoren werden bipolar angesteuert. Das bedeutet das eine eventuelle Mittelanzapfung an der Motorwicklung nicht benötigt wird.</p> <p>Es können Motoren von Nennspannungen ab 1V bis zur Motorspannung (max. 30V) angeschlossen werden.</p>
Power	<p>Motorspannung Über diese Schraubklemme wird die Motorspannung angelegt. Es reicht eine unstabilierte Gleichspannung von ca. 7 bis maximal 30V aus. Damit das Board den Strom optimal regeln kann, sollte diese Spannung immer höher sein als die Nennspannung des Motors. Plus + und Minus – sind auf der Platine markiert, von hinten gesehen ist Plus links!</p>
MOTCTRL 	<p>Ansteuerung Diese TTL kompatible Buchse nach Roboternetz-Definition dient zum Ansteuern des Schrittmotors und zur Versorgung des Boardes mit 5V Logikspannung. Die Belegung entspricht den üblichen Datenportsteckern wie z.B. bei RN-Control etc.)</p> <p>Pinbelegung Pin 1 Clock/Takt (bei GND Flanke bewegt sich Motor einen Schritt) Pin 2 CW/CCW (Drehrichtung, Pullup vorhanden) Pin 3 RESET (Pullup vorhanden) Pin 4 CNTL Pin 5 H/F (Halb- oder Vollschrift, Pullup vorhanden) Pin 6 Enable (Motor wird durch GND ausgeschaltet, Pullup vorhanden) Pin 7 SYNC Pin 8 HOME Pin 9 GND / Masse Pin10 Logikspannung +5V (dient zur Versorgung der Schaltung)</p> <p>Oft werden nur einige Leitungen zur Ansteuerung benötigt, die anderen können unbelegt bleiben. Die wichtigsten Leitungen sind blau markiert.</p>
JP1	<p>Ansteuerung Alternativ zur oberen Buchse MOTCTRL kann auch diese fünfpolige Stiftleiste zur Ansteuerung des Boards dienen, die wichtigsten Leitungen sind ebenfalls hier heraufgeführt.</p> <p>Pinbelegung Pin 1 Logikspannung +5V (dient zur Versorgung der Schaltung) Pin 2 GND / Masse Pin 3 Enable (Motor wird durch GND ausgeschaltet, Pullup vorhanden) Pin 4 CW/CCW (Drehrichtung, Pullup vorhanden) Pin 5 Clock/Takt (bei GND Flanke bewegt sich Motor einen Schritt)</p>

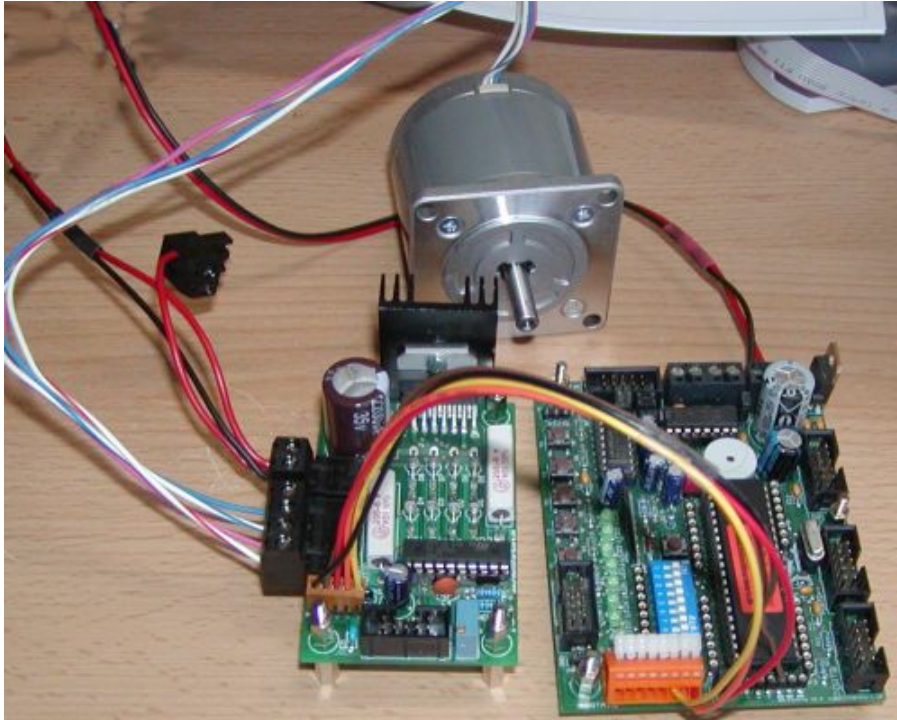
Spindeltrimmer R1	Motorstrom festlegen Über diesen Spindeltrimmer wird eine Referenzspannung eingestellt, die man an der nachfolgenden zweipoligen Stiftleiste UREF mit einem Multimeter messen kann. Die Höhe der Referenzspannung legt den maximalen Motorstrom fest. Die notwendige Referenzspannung berechnet sich aus folgender Formel: $V_{ref} = \text{Motorstrom} * 0,51$ Beispiel: Für 1 Ampere müsste somit 0,51 Volt eingestellt werden ($1 * 0,51 = 0,51V$).
UREF	Referenzspannung messen An dieser zweipoligen Stiftleiste sollte man ein Multimeter (Spannungsmessgerät) anschließen wenn man die Referenzspannung zur Wahl des Motorstroms einstellt.

Die Schaltung wird auch in RN-Wissen näher beschrieben:

<http://www.roboternetz.de/wissen/index.php/Schrittmotoren>

Beispielprogramm

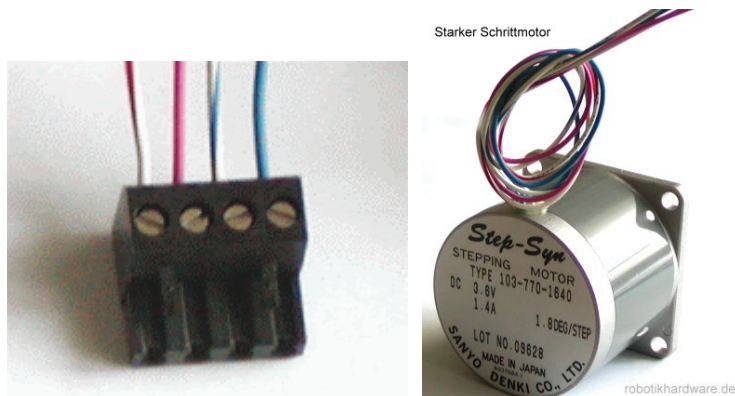
Das nachfolgende Programm demonstriert wie man das Board RN-Stepp297 an ein Controllerboard anschließt und wie man den Motor per Software zum drehen bringt. Zur Demonstration verwenden wir das universelle Controllerboard RN-Control. Um möglichst wenig Ports zu belegen verwenden wir die fünfpoligen Stiftleisten zum Ansteuern. Neben +5V und GND müssen wir hier nur noch 3 Ports PA0 bis PA2 opfern. Auf dem Bild kann man leicht die Verkabelung erkennen.



Als Motor verwenden wir in unserem Beispiel den Sanyo Denki Schrittmotor Typ 103-770-1640 von <http://www.robotikhardware.de> (siehe Bild). In dem Fall müßte der Stecker wie folgt an das Kabel geschraubt werden:

Von links nach rechts (von hinten gesehen): blau , blau/weiss , rot , rot/weiss

Der mitgelieferte Stecker müßte somit wie auf dem unterem Bild angeschlossen werden



Dieser Motor hat einen maximalen Phasenstrom von 1,4A pro Wicklung. Wir müssen somit die Referenzspannung wie folgt berechnen: **$V_{ref}=1,4 * 0,51$**

Das ergibt **0,71 Volt**. Wir müssen somit das Board unter Spannung setzen (vor allem Logikspannung) und ein Spannungsmesser an UREF anschließen. Nun drehen wir an der oberen Schraube solange bis 0,71 Volt angezeigt wird, das war's. Natürlich reicht es für den Test auch aus wenn wir einen viel niedrigeren Strom nutzen, wenn der Motor nicht so stark belastet werden soll nehmen nimmt man nur die Hälfte oder ein Drittel.

Das Basic-Programm demonstriert wie man Motor ein- und ausschaltet und wie man auf einfache Weise Taktimpulse erzeugt die den Motor genau 1 Umdrehung machen lassen. Der Quellcode ist selbsterklärend.

- Taste 1: Schaltet Motorstrom ein (Stellung wird gehalten)
- Taste 2: Bewegt Motor genau 400 Halbschritte (1 Umdrehung bei den meisten Motoren)
- Taste 3: Bewegt Motor schneller genau 400 Halbschritte
- Taste 4: Ändert die Drehrichtung
- Taste 5: Schaltet Motor aus

```
#####
'Schrittmotoransteuerung mit RN-Control und
'Ansteuerungsboard RN-Stepp297
'RN-Stepp297 ist die bekannt Standardschaltung
'mit L297 und L298 (Bausatz)
'rn_stepp297_beispiele
'
'  Achtung:
'  Diese Demo ist mit Bascom Compiler 1.11.8.4 getestet
'  Getestet mit RN-Schrittmotor Firmware V 1.1
'
'  RN-Stepp97 wird wie folgt angeschlossen
'  Enable auf PA0 / Richtung auf PA1 / Takt auf PA2
'
'Aufgabe:
'  Dieses Testprogramm zeigt wie man RN-Stepp297
'  über Takt- und Richtungsleitung ansteuert
'
'  Den verschiedenen Tasten sind bestimmte Funktionen zugeordnet
'  Taste 1: Schaltet Motorstrom ein (Stellung wird gehalten)
'  Taste 2: Bewegt Motor genau 400 Halbschritte (1 Umdrehung bei den meisten Motoren)
'  Taste 3: Bewegt Motor schneller genau 400 Halbschritte
'  Taste 4: Ändert die Drehrichtung
'  Taste 5: Schaltet Motor aus
'
'Autor: Frank
'Weitere Beispiele und Beschreibung der Hardware
'in der Anleitung zu RN-Schrittmotor
'Anleitung findet man unter http://www.Roboternetz.de im Download Bereich
'oder www.robotikhardware.de
'Weitere Beispiele sind im Roboternetz gerne willkommen!
#####

$programmer = 12                                'MCS USB  (Zeile weglassen wenn
anderer Programmer)

' ----- RN-Control übliche -----
Declare Function Tastenabfrage() As Byte

$regfile = "m32def.dat"
$framesize = 32
$swwstack = 32
```

```

$hwstack = 64

$crystal = 16000000                                'Quarzfrequenz
$baud = 9600
Config Scl = Portc.0                                'Ports fuer IIC-Bus
Config Sda = Portc.1

Config Adc = Single , Prescaler = Auto              'Für Tastenabfrage und Spannungsmessung
Config Pina.7 = Input                                'Für Tastenabfrage
Porta.7 = 1                                           'Pullup Widerstand ein
Dim Taste As Byte
Dim Ton As Integer

I2cinit
Start Adc
Sound Portd.7 , 400 , 450                            'BEEP
Sound Portd.7 , 400 , 250                            'BEEP
Sound Portd.7 , 400 , 450                            'BEEP
Print
Print "**** RN-CONTROL V1.4 ****"
Print "Demoprogramm um Zusatzboard RN-Stepp297 zu testen/demonstrieren"
Print
' ----- Ende RN-Control übliche -----

Config Pina.0 = Output
Stepper_enable Alias Porta.0

Config Pina.1 = Output
Stepper_richtung Alias Porta.1

Config Pina.2 = Output
Stepper_takt Alias Porta.2

Dim I As Integer

Stepper_enable = 0                                ' Erst mal aus

Do
  Taste = Tastenabfrage()
  If Taste <> 0 Then

    Select Case Taste

      Case 1                                          'Schaltet Motorstrom ein
        Stepper_enable = 1

      Case 2    'Bewegt Motor genau 400 Halbschritte (1 Umdrehung bei den meisten Motoren)
        For I = 1 To 400
          Stepper_takt = 0 : Waitus 1 : Stepper_takt = 1
          Waitms 30
        Next

      Case 3
        For I = 1 To 400
          Stepper_takt = 0 : Waitus 1 : Stepper_takt = 1
          Waitms 5
        Next

      Case 4
        Toggle Stepper_richtung

      Case 5                                          'Schaltet Motor aus
        Stepper_enable = 0

    End Select
    Sound Portd.7 , 400 , 500                        'BEEP
  End If

  Waitms 100
Loop

End

```

```

' Diese Unterfunktion fragt die Tastatur am analogen Port ab
' Sollte beim betätigen einer Taste kein Quittungston kommen, dann
' muss die die Tastenabfrage (Select Case Anweisung in Funktion )
' an ihr Board angepaßt werden. Widerstandstoleranzen sorgen in
' Einzelfällen manchmal dafür das die Werte etwas anders ausfallen
' Am besten dann den WS wert mit Print für jede Taste ausgeben lassen

Function Tastenabfrage() As Byte
Local Ws As Word

    Tastenabfrage = 0
    Ton = 600
    Ws = Getadc(7)
    Print "ws= " ; Ws
    If Ws < 1010 Then
        Select Case Ws
            Case 400 To 455
                Tastenabfrage = 1
                Ton = 550
            Case 335 To 380
                Tastenabfrage = 2
                Ton = 500
            Case 250 To 305
                Tastenabfrage = 3
                Ton = 450
            Case 180 To 220
                Tastenabfrage = 4
                Ton = 400
            Case 100 To 130
                Tastenabfrage = 5
                Ton = 350
        End Select
        Sound Portd.7 , 400 , Ton
    End If
End Function

```

Auf der Robotikhardware-CD befindet sich noch ein weiteres Testprogramm welches demonstriert wie man den Timer zur Ansteuerung nutzen kann. Damit kann man sehr genaue Geschwindigkeiten vorgeben ohne das Hauptprogramm in Wartestellung zu versetzen.

Bauteile Bestell- und Bestückungsliste für RN-Stepp297 Platine Version 1.0

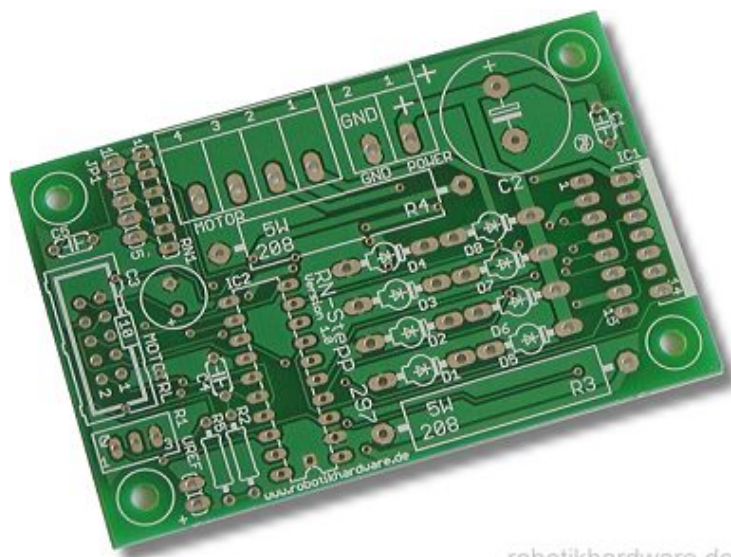
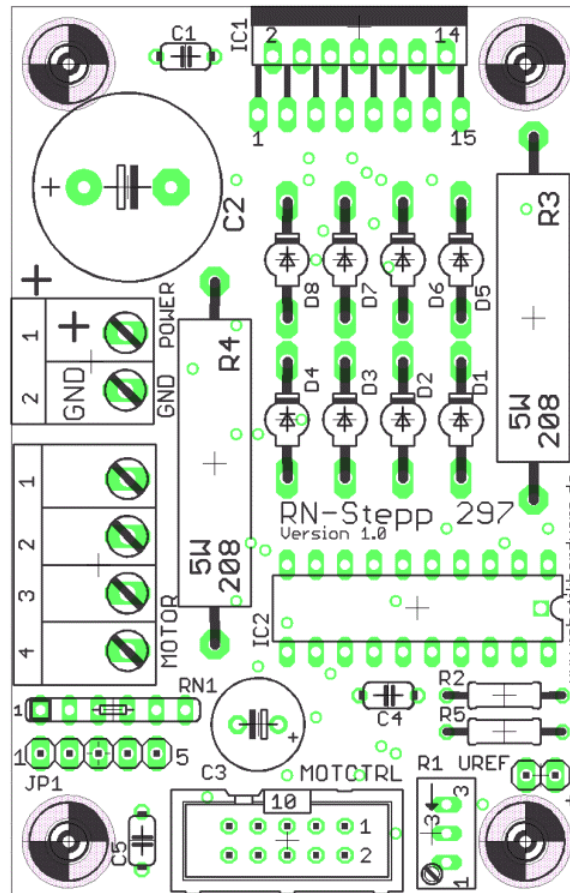
Angaben ohne Gewähr

Bauteil	Wert	Beschreibung	Reichelt Best.Nr.
C1	100n	Keramik Kondensator	KERKO100N
C2	2200uf	Elko 2200uF 35V	RAD 2200/35
C3	470uf	Elko 470uF 6,3V	z.B. von Schuricht
C4	3,3n	Keramik Kondensator	
C5	100n	Keramik Kondensator	KERKO100N
D1	BYV27	Diode	BYV 27/200
D2	BYV27	Diode	BYV 27/200
D3	BYV27	Diode	BYV 27/200
D4	BYV27	Diode	BYV 27/200
D5	BYV27	Diode	BYV 27/200
D6	BYV27	Diode	BYV 27/200
D7	BYV27	Diode	BYV 27/200
D8	BYV27	Diode	BYV 27/200
IC1	L298	Motortreiber L298	L 298
IC2	L297	Steppertreiber	L297
JP1		Stiftleiste 5polig	LU2,5MS5
MOTCTRL		Wannenbuchse 10pol	WSL10G
MOTOR	AKL 230-04	Wannenbuchse 4 pol gewinkelt	AKL 230-04
POWER	AKL 230-02	Wannenbuchse 2 pol gewinkelt	AKL 230-02
R1		Spindeltrimmer stehend 5k	64W-5k
R2	22k	Widerstand 22K	1/4W 22K
R3	0,5	Drahtwiderstand 0,51 Ohm	5W Axial 0,51
R4	0,5	Drahtwiderstand 0,51 Ohm	5W Axial 0,51
R5	2,7k	Widerstand 2,7K	1/4W 2,7K
RN1		Netzwerkwiderrstand 5x1k	
UREF		Stiftleiste 2 polig	LU 2,5 MS2
Zusätzlich notwendig:			
1 Stück		IC-Fassung/Socket 20 polig	
4 Stück		Befestigungsbolzen für Platine	
1 Stück		Spezielle Platine für RN-Stepp297 (bei robotikhardware.de)	
1 Stück		Stecker für Motorspannung	AKL 249-2
1 Stück		Stecker für Motor	AKL 249-4
1 Stück		Kühlkörper	
2 Stück		Flachkabel Stecker	
1 Stück		Flachkabel	
Einen kompletten Bausatz mit Teilen und Platine gibt es über www.robotikhardware.de			



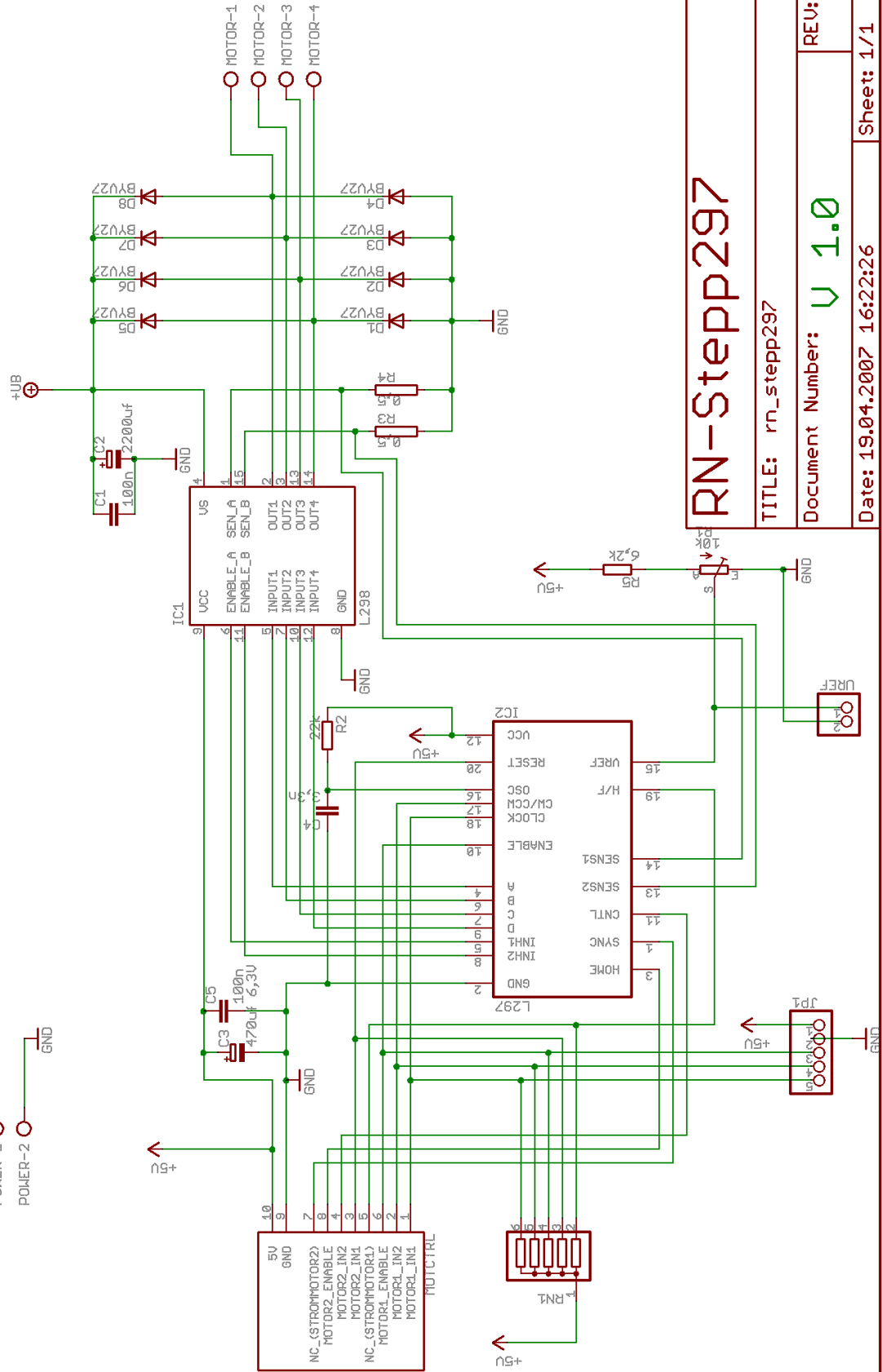
Bestückungsplan RN-Stepp297

Achtung, dieser Bestückungsplan gilt für die Version 1.0 der Platine.



Schaltplan

Schrittmotoransteuerung mit Stromregelung und Takteingang
Bausatz www.robotikhardware.de



RN-Stepp297

TITLE: rn_stepp297

Document Number: **V 1.0** REV:

Date: 19.04.2007 16:22:26 Sheet: 1/1

Sollte in dieser Doku noch der ein oder andere Fehler drin stecken, so bitte ich um Nachsicht und Hinweise per Mail an den Entwickler support@robotikhardware.de Achten Sie stets darauf das sie die neuste Doku nutzen.

**Der Nachbau dieses Boards ist ausdrücklich gestattet,
jedoch nur für den privaten Einsatz!**
Die Kommerzielle bzw. Gewerbliche Verwertungen bedürfen der schriftlichen
Einwilligung des Entwicklers www.robotikhardware.de

**Online-Bestellung von Platinen oder Erweiterungen über
<http://www.robotikhardware.de>**

Haftung, EMV-Konformität

Alle Teile der Schaltung wurden sorgfältigst geprüft und getestet. Trotzdem kann ich natürlich keine Garantie dafür übernehmen, daß alles einwandfrei funktioniert. Insbesondere übernehme ich keine Haftung für Schäden, die durch Nachbau, Inbetriebnahme etc. der hier vorgestellten Schaltungen entstehen. Derjenige, der den Bausatz zusammenbaut, gilt als Hersteller und ist damit selbst für die Einhaltung der geltenden Sicherheits- und EMV-Vorschriften verantwortlich.

Wenn nicht anders angegeben handelt es sich generell bei allen Bausätzen, Modulen und Boards um "nicht CE-geprüfte" Komponenten und sind konzipiert für den Einbau in Geräte oder Gehäuse. Bei der Anwendung müssen die CE-Normen eingehalten werden. Hierfür ist der Käufer verantwortlich.

Für Schäden die durch fehlerhaften Aufbau entstanden sind, direkt oder indirekt, ist die Haftung generell ausgeschlossen. Schadensersatzansprüche, gleich aus welchem Rechtsgrund, sind ausgeschlossen, soweit nicht vorsätzliches oder grob fahrlässiges Handeln vorliegt. Sofern wir haften, umfaßt unsere Haftung nicht solche Schäden, die nicht typischerweise erwartet werden konnten. Haftung und Schadenersatzansprüche sind auf den Auftragswert / Bauteilwert beschränkt. Bei der Lieferung von Fremdprodukten als auch Software gelten über diese Bedingungen hinaus die besonderen Lizenz- oder sonstigen Bedingungen des Herstellers.

Sicherheitshinweise

Beim Umgang mit Produkten, die mit elektrischer Spannung in Berührung kommen, müssen die gültigen VDE-Vorschriften beachtet werden, insbesondere VDE 0100, VDE 0550/0551, VDE 0700, VDE 0711 und VDE 0860. Vor Öffnen eines Gerätes stets den Netzstecker ziehen oder sicherstellen, daß das Gerät stromlos ist. Bauteile, Baugruppen oder Geräte dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn sie vorher berührungssicher in ein Gehäuse eingebaut wurden. Während des Einbaus müssen sie stromlos sein.

Werkzeuge dürfen an Geräten, Bauteilen oder Baugruppen nur benutzt werden, wenn sichergestellt ist, daß die Geräte von der Versorgungsspannung getrennt sind und elektrische Ladungen, die in den im Gerät befindlichen Bauteilen gespeichert sind, vorher entladen wurden.

Spannungsführende Kabel oder Leitungen, mit denen das Gerät, das Bauteil oder die Baugruppe verbunden ist, müssen stets auf Isolationsfehler oder Bruchstellen untersucht werden. Bei Feststellen eines Fehlers in der Zuleitung muß das Gerät unverzüglich aus dem Betrieb genommen werden, bis die defekte Leitung ausgewechselt worden ist. Bei Einsatz von Bauelementen oder Baugruppen muß stets auf die strikte Einhaltung der in der zugehörigen Beschreibung genannten Kenndaten für elektrische Größen hingewiesen werden. Wenn aus einer vorliegenden Beschreibung für den nichtgewerblichen Endverbraucher nicht eindeutig hervorgeht, welche elektrischen Kennwerte für ein Bauteil oder eine Baugruppe gelten, wie eine externe Beschaltung durchzuführen ist oder welche externen Bauteile oder Zusatzgeräte angeschlossen werden dürfen und welche Anschlußwerte diese externen Komponenten haben dürfen, so muß stets ein Fachmann um Auskunft ersucht werden. • Es ist vor der Inbetriebnahme eines Gerätes generell zu prüfen, ob dieses Gerät oder Baugruppe grundsätzlich für den Anwendungsfall, für den es verwendet werden soll, geeignet ist!

Im Zweifelsfalle sind unbedingt Rückfragen bei Fachleuten, Sachverständigen oder den Herstellern der verwendeten Baugruppen notwendig! Bitte beachten Sie, daß Bedien- und Anschlußfehler außerhalb unseres Einflußbereiches liegen. Verständlicherweise können wir für Schäden, die daraus entstehen, keinerlei Haftung übernehmen. Bausätze sollten bei Nichtfunktion mit einer genauen Fehlerbeschreibung (Angabe dessen, was nicht funktioniert...denn nur eine exakte Fehlerbeschreibung ermöglicht eine einwandfreie Reparatur!) und der zugehörigen Bauanleitung sowie ohne Gehäuse zurückgesandt werden. Zeitaufwendige Montagen oder Demontagen von Gehäusen müssen wir aus verständlichen Gründen zusätzlich berechnen. Bereits aufgebaute Bausätze sind vom Umtausch ausgeschlossen. Bei Installationen und beim Umgang mit Netzspannung sind unbedingt die VDE-Vorschriften zu beachten. Geräte, die an einer Spannung 35 V betrieben werden, dürfen nur vom Fachmann angeschlossen werden. In jedem Fall ist zu prüfen, ob der Bausatz für den jeweiligen Anwendungsfall und Einsatzort geeignet ist bzw. eingesetzt werden kann.

Die Inbetriebnahme darf grundsätzlich nur erfolgen, wenn die Schaltung absolut berührungssicher in ein Gehäuse eingebaut ist. Sind Messungen bei geöffnetem Gehäuse unumgänglich, so muß aus Sicherheitsgründen ein Trenntrafo zwischengeschaltet werden, oder, wie bereits erwähnt, die Spannung über ein geeignetes Netzteil, (das den Sicherheitsbestimmungen entspricht) zugeführt werden. Alle Verdrahtungsarbeiten dürfen nur im spannungslosen Zustand ausgeführt werden.

Derjenige, der einen Bausatz fertigstellt oder eine Baugruppe durch Erweiterung bzw. Gehäuseeinbau betriebsbereit macht, gilt nach DIN VDE 0869 als Hersteller und ist verpflichtet, bei der Weitergabe des Gerätes alle Begleitpapiere mitzuliefern und auch seinen Namen und Anschrift anzugeben. Geräte, die aus Bausätzen selbst zusammengestellt werden, sind sicherheitstechnisch wie ein industrielles Produkt zu betrachten.

Betriebsbedingungen

Der Betrieb der Baugruppe darf nur an der dafür vorgeschriebenen

Spannung erfolgen.

Bei Geräten mit einer Betriebsspannung 35 Volt darf die Endmontage nur vom Fachmann unter Einhaltung der VDE-Bestimmungen vorgenommen werden.

Die Betriebslage des Gerätes ist beliebig.

Bei der Installation des Gerätes ist auf ausreichenden Kabelquerschnitt der Anschlußleitungen zu achten!

Die angeschlossenen Verbraucher sind entsprechend den VDEVorschriften

mit dem Schutzleiter zu verbinden bzw. zu erden.

Die zulässige Umgebungstemperatur (Raumtemperatur) darf während des Betriebes 0°C und 40°C nicht unter-, bzw. überschreiten.

Das Gerät ist für den Gebrauch in trockenen und sauberen Räumen bestimmt.

Bei Bildung von Kondenswasser muß eine Akklimatisierungszeit von bis zu 2 Stunden abgewartet werden.

In gewerblichen Einrichtungen sind die Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften für elektrische Anlagen und Betriebsmittel zu beachten.

In Schulen, Ausbildungseinrichtungen, Hobby- und Selbsthilfwerkstätten ist das Betreiben von Baugruppen durch geschultes Personal verantwortlich zu überwachen.

Betreiben Sie die Baugruppe nicht in einer Umgebung in welcher brennbare Gase, Dämpfe oder Stäube vorhanden sind oder vorhanden sein können.

Falls das Gerät einmal repariert werden muß, dürfen nur Originalersatzteile verwendet werden! Die Verwendung abweichender Ersatzteile kann zu ernsthaften Sach- und Personenschäden führen!

Dringt irgendeine Flüssigkeit in das Gerät ein, so könnte es dadurch beschädigt werden.

Das Board darf nur unter Aufsicht betrieben werden!

Ein Betrieb bei dem eine Fehlfunktion des Bausatzes, der Firmware oder der angeschlossenen Motoren Schaden anrichten kann, ist nicht gestattet, hier kann keine Haftung übernommen werden..