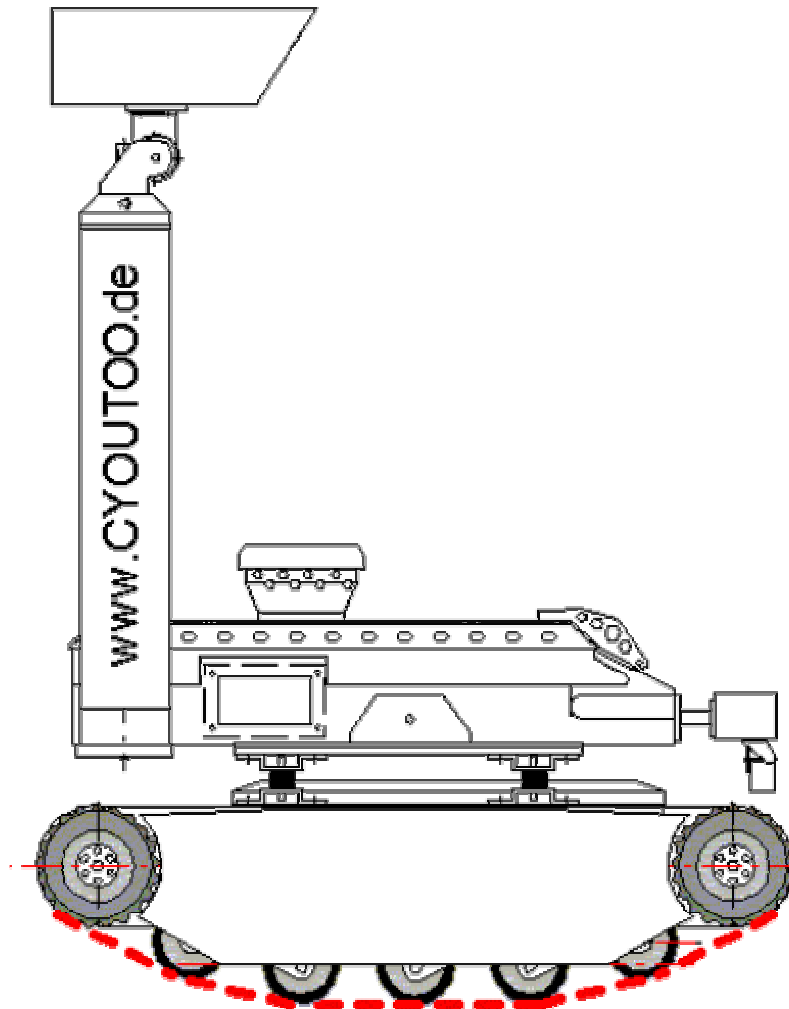


CYOUTOO

Entwicklung eines Überwachungsroboters für den Einsatz im Außenbereich

- Teil 2 von 3 -



Projektbeschreibung und technische Dokumentation

24.10.2008 Version 4

Von Christian Ulrich (<http://www.ulrichc.de/>)

Inhalt

Elektronik von CYOUTOO	3
Stromversorgung	3
<i>Stromkreise</i>	5
Stromkreise von CYOUTOO im einzelnen	5
220 Volt (Netzanschluss)	5
24 Volt (Hauptstrom)	5
12 Volt (Notstrom)	5
12 Volt (Steuerstrom)	5
Strom Komponenten	6
<i>Akku</i>	6
<i>Ladegerät</i>	6
Notstrom-Akku	6
DC-DC-Wandler	6
Step-Down-Wandler	7
Andere Spannungswandler	7
Hauptrelais	8
Embedded-System	9
Steuerelektronik	10
Steuerplatine	10
Schaltsteuerung	11
<i>Motorsteuerung</i>	12
Details	12
Leistungsdaten zu RN-POWER	13
Multimediasysteme	15
<i>Lautsprechersystem</i>	15
Funksystem	16
Kamerasysteme	17
<i>Hauptkamera</i>	17
Sonstige Elektronik	18
<i>Frontscheinwerfer</i>	18
LUXEON Frontscheinwerfer	18

Elektronik von CYOUTOO

Die Elektronik des CYOUTOO ist im Grunde der Mittler zwischen Software, Mechanik des Roboters.

In den Dokumentationen zur Elektronik unterhalb, werden nahezu alle Elektronischen Baugruppen mit Ihren nächstliegenden Funktionen beschrieben.

Bei der Wahl der Elektronik für den Roboter wurde meist auf einfache bzw. überschaubare Baumgruppen zurückgegriffen.

Um einen Störungssicheren Betrieb zu gewährleisten wurden zudem viele Platinen in geschützten Gehäusen montiert.

Für den Einsatz im Feld (Außenbereich) wurden zudem weitere Vorkehrungen für eine einfache Fehlersuche oder den Austausch evtl. defekter Platinen getroffen. Von Kabelbeschriftung über Steckerkodierung bis hin zu den Schaltplänen wurde die gesamte Elektronik leicht verständlich gestaltet.

In manchen Fällen wurden auch Alternativverschaltungen vorbereitet, um beim Ausfall einzelner Bauteile ein Backup OnBoard zu haben.

Stromversorgung

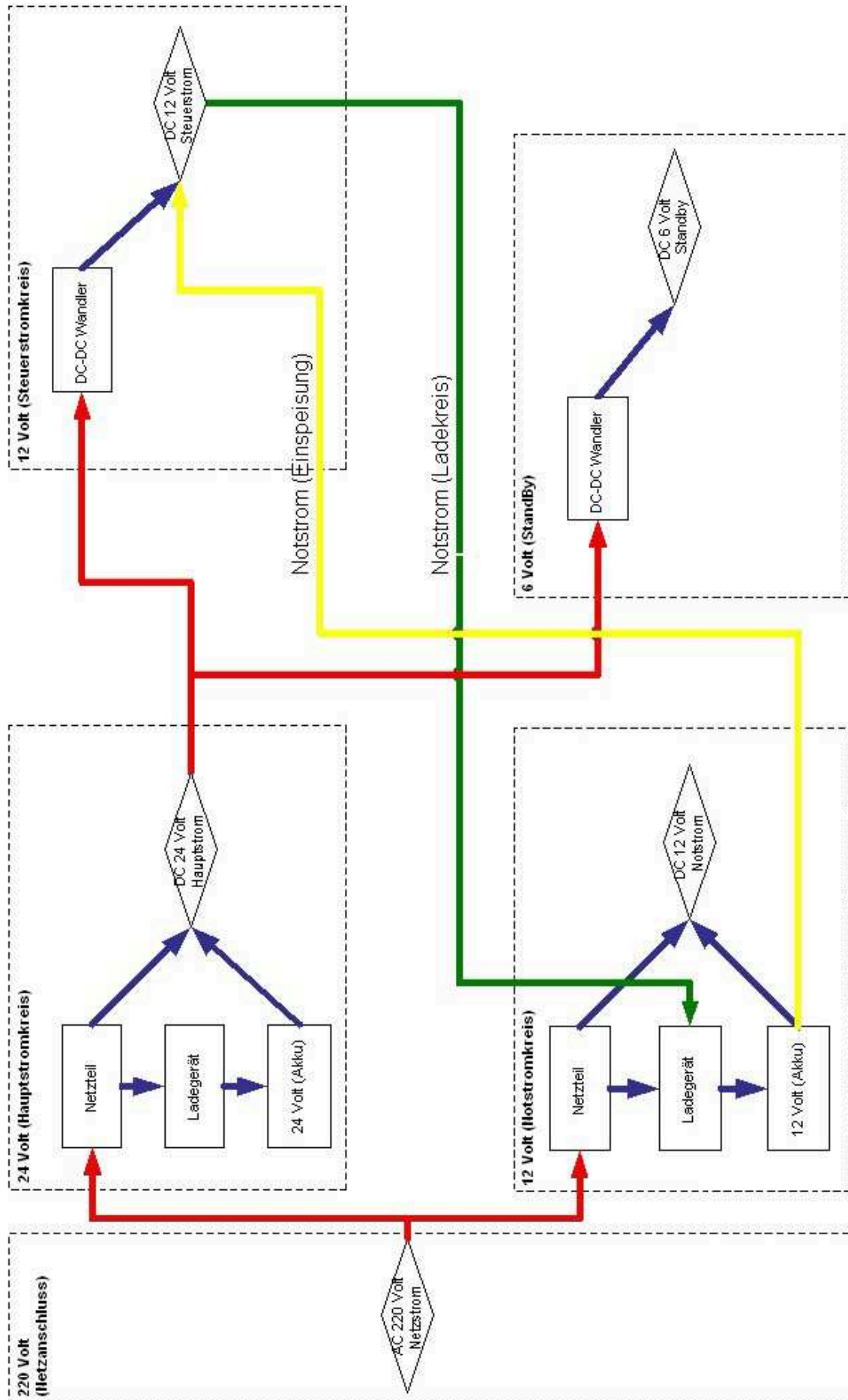
Der Roboter hat für die Stromversorgung der einzelnen Verbraucher mehrere Stromkreise.

Die einzelnen Stromkreise sichern die Stromversorgung im sowohl im Netzbetrieb (Steckdose 220 Volt) als auch im mobilen Betrieb (Fahrakku).

Um die Stromkreise gegenseitig vor Ausfall und Überspannung zu schützen, wurde ein Plan für Stromkreise entwickelt.

Dieser Stromschaltplan behandelt das Zusammenspiel der Netzteile, Spannungswandler, Ladegeräte und Akkus des Roboters und bildete so die Basis für den eigentlichen Anschlussplan.

Roboter CYOUTOO (Stromschaltplan)



Stromkreise

Die einzelnen Stromkreise von CYOUTOO haben jeweils eine Aufgabe und wurden dementsprechend zuvor definiert.

Die interne Stromversorgung von CYOUTOO basiert in erster Linie aus 24 Volt Akkustrom.

Die Stromversorgung des Roboters ist in mehrere Stromkreise unterteilt um die verschiedenen Verbraucher nach den jeweiligen Bedürfnissen mit Strom versorgen zu können. Die Stromkreise sind je nach Kritikalität abgesichert bzw., redundant ausgelegt.

Stromkreise von CYOUTOO im einzelnen

AC 220 Volt ~50 Hz (Netzanschluss)

DC 24 Volt (Hauptstrom)

DC 12 Volt (Notstrom)

DC 12 Volt (Steuerstrom)

220 Volt (Netzanschluss)

Der Netzanschluss (220 Volt) wird als externe Stromversorgung vor allem zum Laden der Akkus des Roboters verwendet. Über einen Netzanschluss kann der Roboter direkt an eine gewöhnliche Steckdose angeschlossen werden. Alle notwendigen Ladegeräte sind im Roboter integriert und machen den Roboter somit zu einem kompakten Gerät, das nur wenig Equipment benötigt. Siehe auch Ladegeräte

24 Volt (Hauptstrom)

Die direkt aus den Akkus gespeisten 24 Volt werden vor allem von den Motoren benötigt. Des Weiteren werden aus diesem Strom auch die kleineren Stromkreise gespeist. Siehe auch Akkus

12 Volt (Notstrom)

Der 12 Volt Stromkreis wird intern aus NiCd-Akkus eingespeist. Dieser Notstromkreis wird nur verwendet, wenn der 12 Volt Stromkreis nicht genügend Leistung für die Steuerungen und das Embedded-Computersystem liefern kann. Siehe auch DC-USV

12 Volt (Steuerstrom)

Die 12 Volt werden intern über einen DC-DC-Wandler aus dem Hauptstromkreis (24 Volt) gewandelt. Dieser Stromkreis versorgt vor allem die Steuerplatinen

Anlagen hierzu:

 [Schematischer Stromplan von CYOUTOO](#)

Strom Komponenten

Die Einzelkomponenten der Stromversorgung des CYOUTOO setzen sich in weiten Teilen aus handelsüblichen Teilen zusammen.

Akku

Die Beschreibungen des Akkus befinden sich in der Dokumentation zum Fahrgestell.

Ladegerät

Die angebaute Ladelösung basiert auf einem Bleiladegerät das bis zu 5 Ampere Ladestrom bei 24 Volt Spannung leistet. Das Ladegerät beginnt zu laden sobald der Roboter an eine Steckdose angeschlossen wird.



Abb. Ladegerät mit Akkupack des Roboters.

Das Ladegerät des Roboters wurde fest integriert um das nötige Equipment zum Betrieb des Roboters gering zu halten.

Mit diesem Ladegerät ist auch der Netzbetrieb des Roboters möglich. Der Akku fungiert dann mit dem Ladegerät zusammen als USV (**U**nterbrechungsfreie **S**tromversorgung).

Notstrom-Akku

Der integrierte Notstromakku sichert den Steuerstromkreis für den Fall das die Fahrakkus kurzzeitig nicht genügend Leistung liefern können.

DC-DC-Wandler

Zur Wandlung der Hauptspannung (24 Volt) in die Steuerspannung (12Volt) wurden so genannte DC-DC-Wandler eingesetzt.

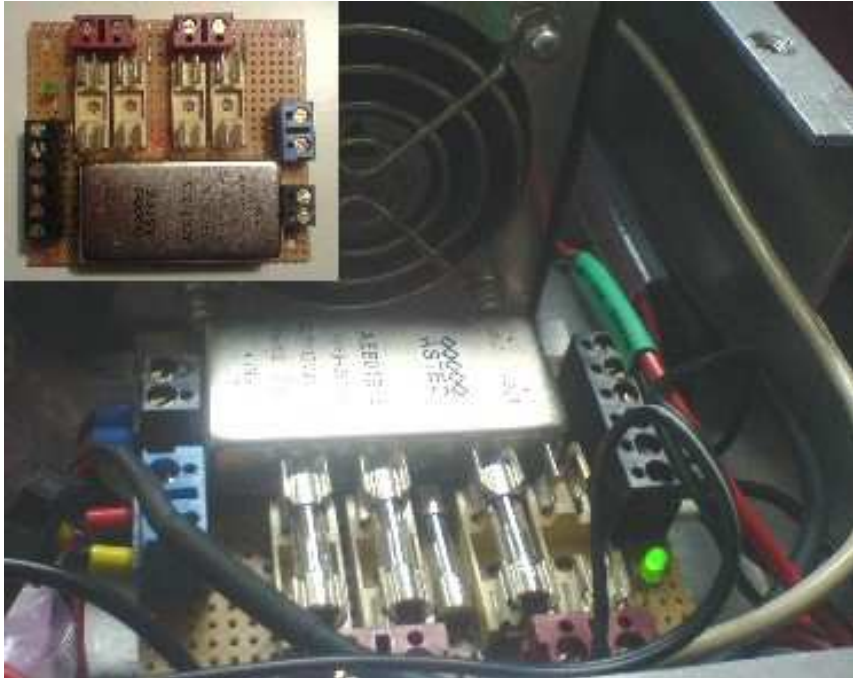


Abb. Der DC-DC-Wandler (bzw. Festspannungsregler) wurde direkt vor einem Lüfter platziert. Denn diese kompakten Regler werden in der Regel sehr heiß.

Auch bei 12 Volt Hauptspannung, fungiert dieser DC-DC-Wandler als Festspannungsregler.

Step-Down-Wandler

Für die Spannungswandlung im Strombereich von 5 bis 12 Volt wurden so genannten Steb-Down-Regler eingesetzt.

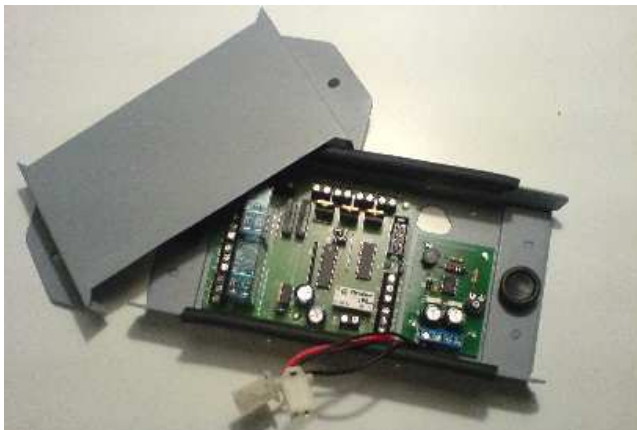


Abb. Step-Down-Regler für Frontgehäuse des Fahrgestells.

Diese Regler sind nicht sonderlich Leistungsfähig, arbeiten aber zuverlässig und bedürfen keiner besondere Behandlung.

Andere Spannungswandler

Alle verwendeten Steuerungen arbeiten mit +- 12 Volt und haben eigene Spannungswandler integriert. Diese Platinen der Steuerungen bieten vereinzelt auch Anschlüsse mit kleinerer Spannung (+- 5 Volt)

Hauptrelais

Um den Stromkreis des Fahrgestell mit seinen Ketten, Motoren und Steuerungen per Impuls oder Knopfdruck vom Hauptsteuerkreis des Steuergehäuses zu trennen, wurde im Fahrgestell ein Relais eingebaut.



Abb. Schaltrelais zur Sicherheits- und Stromschaltung im Fahrgestell.

Diese Sicherheitsschaltung wird unter anderem auch zum Stromsparen verwendet. Sobald das Fahrgestell nicht weiter benötigt wird, trennt das Relais den Stromkreis des Fahrgestells vom Akku und schaltet alle nicht verwendeten Steuerungen aus.

Anmerkung: Die bisher wichtigsten Sicherheitsmechanismen der Stromversorgung und Elektronik allgem. waren die Sicherungen an sich. Ob die 25 A Sicherung am Akku, die 15 A an der Motorsteuerung oder auch die kleineren Sicherungen an den eingebauten Schaltungen direkt, alle hatten während der Entwicklung einmal die Gelegenheit durchzubrennen.

Embedded-System

Die Hauptrechenaufgaben des Roboters werden von einem Embedded-Computersystem erledigt. Das Computersystem arbeitet im Roboter als Hauptrechner und übernimmt im aktiven Betrieb vor allem Aufgaben wie Navigation und Steuerung.

Das Embedded-System selbst, wurde auf Basis eines Standard-PCs als separates Projekt ([CU-EMBEDDED-SYSTEM](#)) entwickelt und getestet.

Das entwickelte System ist derzeit auf ca. 1,4 Ghz fixiert, kann aber bei Bedarf den techn. Gegebenheiten des zeitlichen Wandels angepasst werden.

Die gängigen Standards für PC-Gehäuse ermöglichen eine unkomplizierte Integration anderer Motherboards mit Formfaktor Micro-ATX (oder kleiner).



Das Embedded-System (Abb. blaues Gehäuse) hat die Abmessungen (Tiefe x Breite x Höhe) 300mm x 260 mm 70 mm und wurde zusammen mit weiterer PC-Hardware im Steuerungsgehäuse auf dem Roboter montiert.

Steuerelektronik

Aufgrund des Integrierten Hauptrechner (Embedded-System) und der damit verbundenen Architektur, ist die Steuerelektronik überwiegend mit Aufgaben zur Signalvermittlung betraut.

Steuerplatine

Neben dem Hauptrechner wurde eine Mikroprozessorgesteuerte Steuerplatine für die Auswertung der Sensoren und die Ansteuerung des Kameraauslegers eingesetzt.



Abb. Steuerplatine mit Anschlußverteilung

Die Steuerplatine mit ATmega32 Mikroprozessor wurde im Frontbereich des Steuerungsgehäuses montiert.

Die Steuerung arbeitet über eine serielle Schnittstelle (RS232) mit dem Hauptrechner zusammen. Der Hauptrechner steuert mittels dieser Steuerung die Kamera und Sensorenverstellung. Sensordaten werden ebenfalls von der Steuerung ausgewertet und für den Hauptrechner ausgewertet.

Erweiterbar über den auf der Steuerung integrierten I²C-Bus ist die Erweiterung des Roboters mit weiteren Platinen und Sensoren weitgehend offen.

Schaltsteuerung

Im Fronbereich des Fahrgestells wurde die Schaltplatine für Licht und Signalpiepser (Hupe) untergebracht.



Abb. Relaisschaltung mit Gehäuse im Frontbereich des Fahrgestells.

Gesteuert über I²C-Bus wird diese Steuerung ohne nennenswerte Logik angesteuert.

Diese Steuerung hält ebenfalls noch Möglichkeiten zur Erweiterung offen.

Motorsteuerung

Die Motorsteuerung des CYOUTOO regelt die Motoren des Fahrwerks.

Die 24 Volt Motoren des Fahrwerks werden mit ca. 10 Ampere pro Motor auch auf Dauer angesteuert.

Die Steuerung arbeitet direkt mit dem Embedded-System des Roboters zusammen und wird zusätzlich mit zwei Drehgebersensoren geregelt.



Die Motorsteuerung ist im Heck des Roboters (bei den Motoren) platziert. So können die Anschlüsse des Motors kurz gehalten werden und die vorgesehene Motorkühlung kann zudem der Motorsteuerung Luft verschaffen.

(Die Abbildung zeigt das Heck des Roboters ohne Verkleidung.)

Diese Motorsteuerung wurde von Helmut (Stupsi aus Berlin) als RN-POWER entwickelt und während der Entwicklung in CYOUTOO in den Versionen 4.1 und 4.2a getestet.

Mit CYOUTOO konnten die Prototypen der Steuerung mit voller Leistung getestet und im Laufe der Tests weiterentwickelt werden.

Details

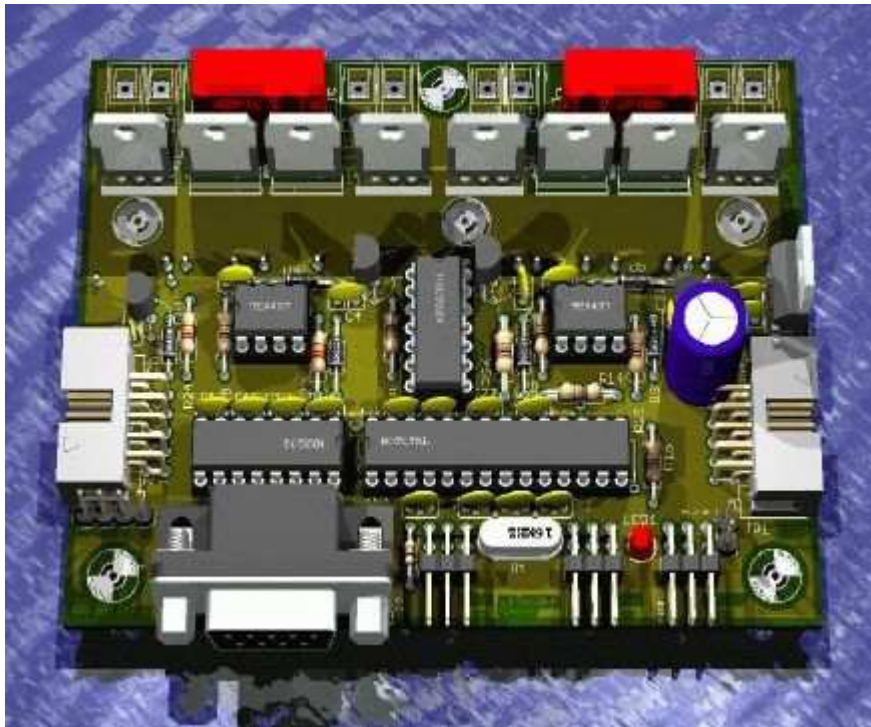
Die Motorsteuerung wurde anhand der Leistungsdaten der Motoren und der Anforderungen für den Betrieb ausgewählt.

Die Steuerung sollte vor allem die zwei Motoren des Antriebs, unabhängig voneinander in Vor- und Rücklauf Regeln können.

Zur Ansteuerung des Motorcontrols, wurde eine Schnittstelle benötigt die eine Ansteuerung via PC mittelbar ermöglichte.

Bis zur endgültigen Wahl der Motorsteuerung wurden viel Anfragen und Recherchen gestartet und mehrere Steuerungen getestet.

Schlussendlich fiel die Wahl auf das RN-POWER.



Die Steuerung hat die Abmessungen des halben Europaformats und steuert die Motorströme über PWM mittels Mikrocontroller und MOSE-FETs. Der Schaltungsaufbau des Leistungsteils ist somit keine Spezialität und kann als "bewährt" bezeichnet werden.

(Die Abbildung zeigt die Motorsteuerung im 3D-Layout ohne Kühlkörper.)

Leistungsdaten zu RN-POWER

Ausgänge:

2x Motorausgang (+/-)

Eingangsspannung:

7,2 - 24V

Ausgangsstrom:

ca. 20A Dauerstrom bei 60°C Kühlkörpertemperatur
Kurzzeitig (1sek) Überströme bis ca. 80A möglich
Kurzschlusschutz bei ca. 100A

Schnittstellen (Ansteuerung):

I2C Bus
RS-232
R/C- Signal

Sonstige Eingänge:

2x Spannungsanschluss (+-)
ISP (Anschluss für Programmierkabel der ATMega Serie)
2 Drehgeber- Anschlüsse
Notstop

Features:

- Abgesichert über Standard Kfz-Sicherungen
- Status LED
- Temperaturüberwachter Kühlkörper
- Software-Strombegrenzung

Anlagen:

 [Datenblatt RN-POWER Version 4.2a](#)

Multimediasysteme

Lautsprechersystem

In CYOUTOO wurde ein Lautsprecher-System für die Ausgabe von Sprache, Tönen und anderen Klängen integriert.

Die Lautsprecher sind am Embedded-System angeschlossen (wie PC-Lautsprecher) und geben so alle Klänge des PCs wieder. Auf diese Weise, kann der Roboter mittels Software sprechen und auch allerlei anderer Töne ausgeben.



Abb. Lautsprecher im Steuerungsgehäuse des Roboters.

Die Lautsprecher (Abb.) wurden im Steuerungsgehäuse montiert und werden mit einem Stereo-Audio-Verstärker als Aktivlautsprecher betrieben.



Abb. Stereoverstärker mit zusätzlicher Lautstärkeregelung.

Die verstärkte Lautsprecherleistung (20 W) ist ausreichend um sich auch in bei starker Geräuschkulisse Gehör zu verschaffen.

Funksystem

CYOUTOO verfügt über ein W-Lan-Funksystem, mit dessen Hilfe eine kabellose Fernsteuerung des Roboters auch ohne direkte Sichtverbindung möglich ist.

Realisiert wurde das W-Lan mittels Standard-PC-Komponenten am Embedded System des Roboters. Über dieses System werden aber auch Bilddaten übermittelt und ggf. auch Internetverbindungen hergestellt.



Abb. W-LAN Anschluss am Embedded-System des Roboters.

Kamerasysteme

CYOUTOO wurde zum Überwachungsroboter gestaltet und hat folglich auch Kameras eingebaut.

Neben der eigentlich Überwachungskamera (Hauptkamera) hat CYOUTOO weitere Kameras für die Steuern des Roboters ohne direkte Sichtverbindung notwendig sind.

Hauptkamera

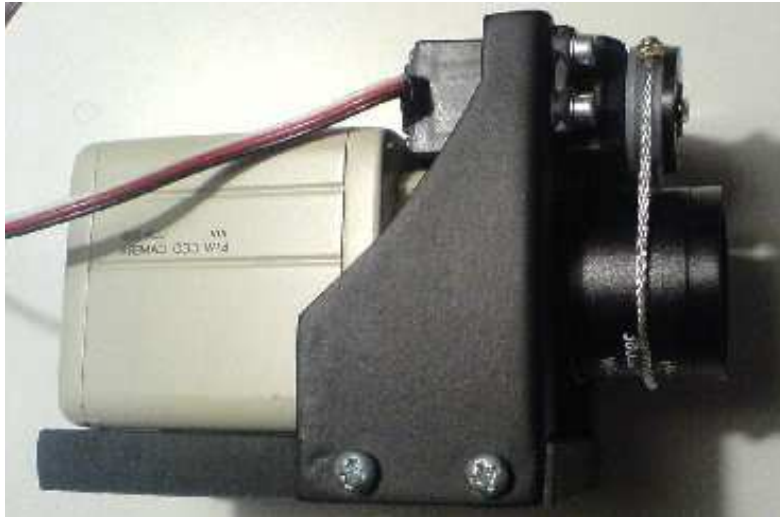


Abb. Kamera mit Standard-Videoverkabelung (RG58 BNC)

Als Hauptkamera wurde im Stativ eine hoch auflösende CCD-Kamera(3,5 mm) mit guten Nachtsichteigenschaften eingesetzt. Die Signale der Hauptkamera werden via VideoGrabber vom Embedded-System verarbeitet.

Die Kamera bzw. der VideoGrabber, wurde auf dem Betriebssystem über eine Standard-Treiberanbindung angebunden.

Sonstige Elektronik

Frontscheinwerfer

Die Frontscheinwerfer von CYOUTOO wurden am Fahrgestell angebracht um auch bei Dunkelheit mit dem Roboter arbeiten zu können.

Die Frontscheinwerfer verbinden eine Kombination aus drei verschiedenen Leuchtmitteln.

Je nach Anforderung kann das Licht der Scheinwerfer kombiniert und so den Gegebenheiten/Lichtverhältnissen angepasst werden.



Die zwei Frontscheinwerfer bestehen aus einer Kombination aus LUXEON, weissen LEDs und IR-LEDs.

In der Abbildung sitzen die Scheinwerfer hinter einer Schutzverkleidung. Diese Verkleidung bildet eine Gleitschiene unter den Scheinwerfern und verhindert so, dass sich die Scheinwerfer beim Fahren durch schweres Gelände in den Boden graben.

Bei der Suche nach geeigneten Leuchten wurden Helligkeit, Standzeit und Stromverbrauch berücksichtigt.

Die Wahl fiel schlussendlich auf diese Kombination, hauptsächlich weil jedes der Leuchtmittel seine Vorteile aber auch seine Nachteile hatte.

LUXEON Frontscheinwerfer

Im Frontscheinwerfer von CYOUTOO wurden unter anderem auch LUXEON-Strahler verbaut.

Im Gegensatz zu den verwendeten IR-LEDs für Nachtsicht oder den weissen LEDs und anderen sensorischen Einrichtungen sollen diese Scheinwerfer vor allem den Arbeitsbereich des Roboters ausleuchten.

Diese sehr hellen Strahler sind als Fernlicht des Roboters zu verstehen und kommen als solches nur zum Einsatz wenn die anderen Leuchtmittel des Scheinwerfers nicht mehr ausreichen.



Die verwendeten Luxeon-Chips (Abb.) sind extrem Hell und haben eine Stromaufnahme von ca. 350 mA.

Das Licht ist einem Lichtbogen wie man ihn beim E-Schweißen beobachten kann sehr ähnlich.

(Diese LED-Chips wurden auf Kühlflächen montiert um für ausreichend Kühlung zu sorgen. Je Kühler, desto besser ! Ohne Kühlung nimmt die Lichtleistung dieser LEDs rapide ab.)

Diese Luxeon-LED-Chips wurden hauptsächlich wegen ihrer großen Helligkeit und ihrem kamerafreundlichen Spektrum eingebaut.

Diese Leuchtmittel sind sehr hell aber haben bilden dennoch ein defuses Licht.

Daher wurde um eine Bündelung des Lichtstrahls zu erwirken, bzw. um das Licht zu lenken, zusätzlich geeignete Reflektoren verwendet.



Dieses Label wurde aus Sicherheitsgründen in der Nähe der Frontscheinwerfer in ähnlicher Form angebracht.

Dieses Dokument gehört zum Projekt [CYOUTOO](#) von UlrichC.DE. Weitere Dokumente sowie Konstruktionsunterlagen und Bilder zum Projekt sind auf der Internetpräsenz <http://www.ulrichc.de/> zum Download bereitgestellt.