



DIPLOMARBEIT ENERGIEFAHRRAD

HTL WIEN 10 / ABTEILUNG ELEKTROTECHNIK

5AHETE 2007/2008

Projektteilnehmer

Cerny Lukas

Leanyi Daniel

Lechner Michael

Titz Markus

Betreuende Lehrer

Prof. Dipl.-Ing. Johannes Dorfner

Prof. Dipl.-Ing. Hermann Freiberger

PROJEKTIDEE

Wer kennt das nicht, langweiliges Fahrrad fahren im Fitnesscenter, um die Kondition zu verbessern bzw. die über den Winter angesetzten, überflüssigen Kilos loszuwerden.

Es war ein heißer Nachmittag und wir trainierten bereits über eine halbe Stunde auf dem Hometrainer, da fragten wir uns gegenseitig: Wieso ist das Bedienen eines Hometrainers so langweilig? Kann man überhaupt Sport mit Spaß verbinden?

Und da kam der zündende Gedanke für unsere Diplomarbeit. Die Idee besteht darin, das Training am Fahrrad so vielseitig wie möglich zu gestalten, um eine echte Abwechslung zu schaffen. Dabei sollte die

Bedienung so einfach wie möglich gemacht werden. Bilder und Animationen sollen den Benutzer von den eigentlichen Strapazen ablenken, damit die anstrengende Zeit während des Tretens in den Hintergrund fällt.

Zur Realisierung dieser Idee verwendeten wir das bestehende Projekt „Energiefahrrad“, welches wir bereits in der vierten Klasse als Projekt bearbeitet hatten.

Für unsere Diplomarbeit verwendeten wir jedoch nur den leeren Steuerkasten, den Hometrainer und den dazu gehörigen PC, die gesamte Elektronik wird hingegen komplett neu aufgebaut, da die ältere Version nicht mehr einsatzfähig war. (Lukas Cerny)

EINLEITUNG

Auf den ersten Blick erscheint unser „Highly Overexhausting (HOMME)Trainer“ als simpler Hometrainer ohne weitere technische Details, doch der Schein trügt.

Bei der elektronischen Verdrahtung wurde besonders unser technisches Wissen von den Fächern EALE (Elektrische Antriebe und Leistungselektronik) sowie ELME (Elektronik und Mikroelektronik) gefordert. Sämtliche Elektronik wurde in einem Steuerkasten untergebracht, welcher somit den Kernpunkt unseres Projektes darstellt.

Doch bevor der Steuerkasten elektrisch versorgt werden kann, muss die Energie vom Hometrainer auf den Steuerkasten übertragen werden. Dies erfolgt über eine mechanische Kopplung des Vorderrades mit einem Gleichstromgenerator, welcher fast verlustfrei die Energie zum Steuerkasten überträgt. Zusätzlich kann man abhängig von der getretenen Leistung, verschiedene

Verbraucher wie ein Blitzlicht, das Radio, den Ventilator, die Videokamera etc. betreiben. Des Weiteren zeichnet sich „H.O.T“ durch eine einfache Bedienung aus, denn sämtliche einstellbare Parameter für den Hometrainer wie z.B. Tretschwierigkeit und Momentanwerte wie Kalorienverbrauch, getretene Leistung, Strom etc. können durch einen im Steuerkasten befindlichen PC eingestellt werden.

Visuell geschieht dies durch mehrere Programme, welche logisch mit einem übersichtlichen Hauptmenü verknüpft sind. Einige davon sind den Hometrainer-internen Computern nachempfunden, wie man sie in Fitness-Centern vorfindet z.B. „Bergetappe“ oder „Leistungsdiagnose“. Somit garantiert „H.O.T“ dem Benutzer ein einfach zu bedienendes, einzigartiges sportliches Erlebnis mit vielen audiovisuellen Highlights. (Lukas Cerny)

ABSTRACT

Fighting excessive weight and the boredom of trying to get rid of it on a home trainer is a very familiar experience for many people. A similar situation in the summer of 2007 brought up the question if it is possible to combine sports with fun. This was when the idea of our diploma thesis came to our minds.

The aim was to create an interesting user interface for a home trainer. This interface should offer a wide range of programs, making sports at home or in the gym a huge fun. Music and animations are supposed to distract the user from all his stresses and strains, while handling the entire system should be as easy as possible. Depending on the cycling speed and difficulty of the home trainer, a DC generator is to produce electrical energy. This energy is to be distributed among different electrical devices, which can be chosen depending on the amount of generated power.

In order to carry out such a huge project we adapted a previous diploma thesis which was about to be repaired as it wasn't working properly. Creating circuit designs and wiring the whole system required a lot of know how in electrical engines and electronics. The new system consists of the home trainer coupled with a DC generator and the special control unit containing the electronic devices and boards.

First of all we had to establish communication between the main user interface and the data acquisition. The data acquisition board has certain inputs and outputs. It is responsible for measuring incoming digital or analogue signals and sending instructions to various circuits.

Developing a suitable board for controlling the home trainer's difficulty was the most time-consuming activity during the year. The existing circuit had to be overhauled as it caused many problems concerning electromagnetic compatibility.

However some highlights like the TRIAC – board worked at once and didn't cause many difficulties. The aim of this circuit is to control the energy distribution among the chosen electrical appliances.

Creating different user interfaces was a great challenge. Although we had already acquired programming skills in previous years we still had to learn how to use certain functions in LabVIEW correctly. The final main menu is linked to seven programs and has a special help function.

Looking back, we managed to combine the flexibility of setting various parameters via user interface with simple operation. (Daniel Leanyi)

1. FUNKTIONSPRINZIP UND TECHNOLOGIESCHEMA

Das Funktionsprinzip soll eine Übersicht in der Funktion der einzelnen elektrischen Bauteile schaffen. Das Zentrum aus Sicht des Benutzers bildet der Hometrainer, welcher direkt am Vorderrad über einen Keilriemen mit dem Gleichstromgenerator gekoppelt ist. Diese Verbindung schafft eine direkte Übertragung zwischen der mechanisch getretenen und der elektrisch erzeugten Energie. Die erzeugte Leistung wird über Anschlussklemmen in eine Steuerkonsole geführt, wo Strom und Spannungswerte mittels NI-DAQ-Messkarte (siehe Kap. 4.8) erfasst werden. Schließlich kann der Benutzer mithilfe des Hauptmenüs, welches in LabVIEW erstellt worden ist, verschiedenste Programme aufrufen. Wie bereits erwähnt, stand bei der Entwicklung der Programme die einfache Bedienung an oberster Stelle keine Fragen aufkommen zu lassen.

Prinzipiell sind die verschiedenen Programme in drei Modi unterteilt; den sog. „LED-Modus“, den „Leistungstest-Modus“ und den „H.O.T.-Spezial-Modus“. Diese Vielfalt soll dem Benutzer zu Gute kommen, um ihm während der sportlichen Betätigung ein gewisses Maß an Abwechslung zu bieten. Unter die Kategorie „Led-Modus“ fällt das Programm „Geschwindigkeitstest“. Ziel

dieses Programms ist es, eine hohe Tretgeschwindigkeit zu erreichen, um simultan eine möglichst hohe Anzahl an LED-Blöcken einzuschalten. Die LED-Kette befindet sich auf der Frontplatte der Steuerkonsole und ist so angebracht, dass durch Leuchten sämtlicher LEDs das Diplomarbeitslogo erkennbar wird.

Unter den Leistungstest-Modi fallen die Programme: „Leistungstest“, „Bergetappe“, „Zufallsgenerator“, „Freies Training“ und „Weg mit dem (Winter)Speck“. Wie sich im späteren Verlauf bzw. Entwicklung der Diplomarbeit herausstellte, ist „Weg mit dem (Winter)Speck“ das aufwendigste jedoch auch populärste Programm geworden. (Auf eine genauere Beschreibung wird erst in Kapitel 2.2.7 eingegangen)

Das letzte Programm, „H.O.T.-Spezial“ fällt unter die Kategorie des gleichnamigen Modus „H.O.T.-Spezial“. Es dient dazu, verschiedenste vordefinierte elektrische Verbraucher, wie z.B. ein Radio, einen Ventilator, eine Videokamera etc., je nach manueller oder automatischer Auswahl anzusteuern und somit zu versorgen. Den Bezugswert für die Auswahl des momentanen Verbrauchers stellt die getretene Leistung dar. (Lukas Cerny)

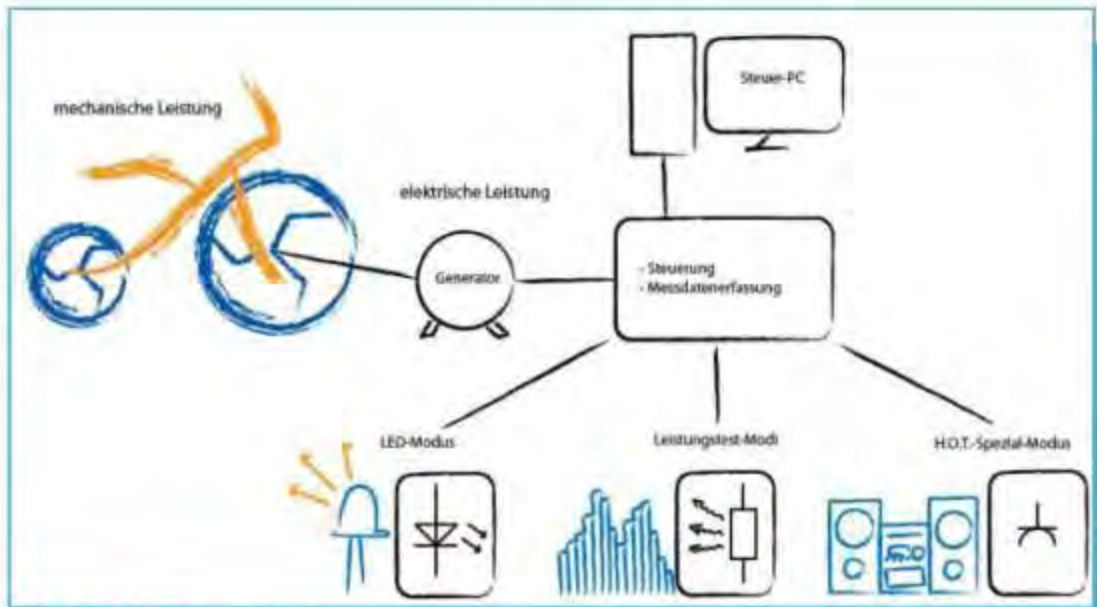


Abb. 1.1 Technologieschema

2. INBETRIEBNAHME UND BENUTZERANLEITUNG

2.1 INBETRIEBNAHME DER STEUERKONSOLE

Die Steuerkonsole ist das Herz unserer Diplomarbeit. Verkörpert wird sie durch einen Kasten mit rollbarem Untersatz, der alle unsere Platinen und den PC zur Steuerung der Programme beinhaltet. Des Weiteren befinden sich Aussparungen für einen Bildschirm, ein Radio und mehrere Steckdosen, welche als elektrische Verbraucher dienen, einem Ventilator zur Kühlung sowie weitere Aussparungen für die LED-Schrift und die zum Radio dazugehörigen Lautsprecher in der Frontseite. Das Radio und sämtliche Steckdosen beziehen ihre Energie gegenwärtig von der Klemmenleiste im Inneren unserer Steuerkonsole.

Vor dem Starten der Steuerkonsole sollte man an einige Sicherheitsvorkehrungen denken. Zunächst sollte man die Steuerkonsole nie mit offenen Seiten in Betrieb nehmen. Des Weiteren sollte man überprüfen ob FI und LSS funktionsfähig sind

und ob der NOT-AUS Schalter betätigt wurde. Wenn alles in Ordnung ist und alle Geräte funktionstüchtig sind kann begonnen werden die Steuerkonsole zu starten. Zuerst wird der Stecker in die Steckdose gesteckt und das Verbindungskabel des Fahrrades angeschlossen. Danach kann man den EIN-Schalter betätigen und das System startet. Sobald der Computer das Betriebssystem initiiert hat startet automatisch das LabVIEW-Programm mit dem Hauptmenü.

Wenn man alle Programme durchgearbeitet hat kann man die Steuerkonsole auch ganz einfach wieder ausschalten. Es gibt zwei Möglichkeiten; zum einen das Abschalten per NOT-AUS-Schalter und zweitens das normale Abschalten. Dazu muss zuerst der Computer ausgeschaltet werden. Danach wird der EIN-Schalter ausgeschaltet und danach der Stecker sowie das Verbindungskabel des Fahrrades ausgesteckt. (Lechner Michael)

2.2 PROGRAMMBEDIENUNG

Im nun folgenden Teil werden alle zur Steuerung benötigten Programme beschrieben. Nach dem Starten des

Computers wird automatisch das Hauptmenü geöffnet, von welchem aus alle Programme erreichbar sind. (Markus Titz)

2.2.1 HAUPTMENÜ



Abb. 2.1 Hauptmenü Benutzeroberfläche

Das Hauptmenü ist einfach zu bedienen, da es nur einen Überblick über die wählbaren Programme aufzeigt. Auf der Oberfläche befinden sich mehrere Schaltflächen. Zum einen wären da die Schaltflächen die zu den sieben Steuerprogrammen führen und zum anderen Schaltflächen für Hilfe und das

Beenden der Sitzung. Drückt man eine dieser Schaltflächen so öffnet sich das jeweilige Unterprogramm und der Benutzer kann sein Trainingsprogramm beginnen. Drückt man die Schaltfläche „Hilfe“ so öffnet sich eine detaillierte Hilfestellung zu den einzelnen Programmen. (Markus Titz)

2.2.2 TESTLAUF

Mit diesem einfachen Testprogramm kann die Funktion der Steuerplatine überprüft werden. Die Oberfläche beinhaltet einen Regler zur Einstellung des Leichtigkeitsgrades und eine Anzeige für den Verlauf des Duty-Cycles. Der Duty-Cycle gibt das Verhältnis von Ein- und Ausschaltdauer

des MOSFET's an. Je nachdem wie der Regler verändert wird, ändert sich die Tretschwierigkeit am Fahrrad und somit auch die Anzeige des Duty-Cycles. Verändert sich die Tretschwierigkeit und somit auch die Anzeige nicht, so ist ein Fehler auf der MOSFET-Platine aufgetreten. (Markus Titz)

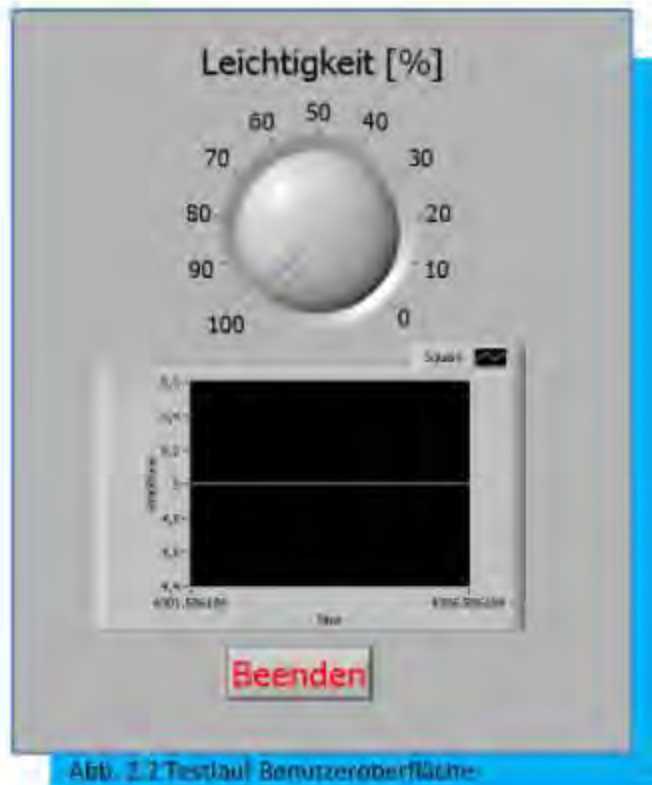


Abb. 2.2 Testlauf Benutzeroberfläche:

2.2.3 GESCHWINDIGKEITSTEST



Abb. 2.3 Geschwindigkeitstest Benutzeroberfläche

Nachdem das Programm über die Schaltfläche im Hauptmenü aufgerufen wurde, öffnet sich die Oberfläche des Geschwindigkeitstests. Auf der Oberfläche befinden sich Anzeigen für Geschwindigkeit, Spannung und für die erreichte Stufe. Für jede Stufe leuchtet eine

der LED's im Programm und ein Teil der LED-Platte auf dem Schaltwagen auf. Veränderbare Größen gibt es hier nicht, da dieses Programm eine reine Geschwindigkeitsmessung ist. (Markus Titz)

2.2.4 LEISTUNGSDIAGNOSE



Abb. 2.4 Leistungsdiagnose Benutzeroberfläche

Auch hier befinden sich wieder mehrere Anzeigen auf der Oberfläche. Neben einer großen Anzeige für die Geschwindigkeit, sind auch Verbrauch, Leistung, Strom und Spannung ablesbar. Des weiteren sind eine Zeitanzeige sowie LED's für die Programmüberwachung implementiert.

Nachdem das Programm im Hauptmenü aufgerufen wurde und sich die Oberfläche geöffnet hat, beginnt der Timer zu laufen und erhöht während des Tretens jede Minute die Tretschwierigkeit. In diesem Programm gibt es keine veränderbaren Größen. (Markus Titz)

2.2.5 ZUFALLSGENERATOR



Abb. 2.5 Zufallsgenerator Benutzeroberfläche

Auf der Benutzeroberfläche befinden sich hier, wie bei dem Programm „Leistungstest“, Anzeigen für Geschwindigkeit, für die verstrichene Zeit, Verbrauch, Strom, Leistung und Spannung aber auch eine Anzeige für die aktuelle Tretschwierigkeit in Form der Anzeige „Leichtigkeit“. Wenn also der Wert der Leichtigkeit 0 beträgt, ist die Tretschwierigkeit am größten. Des Weiteren sind auch hier LED's implementiert die den Status des Programmes

anzeigen und bei Fehlern die Farbe wechseln. Nachdem das Programm aufgerufen wurde, erstellt das Programm automatisch einen zufälligen Wert für die Tretschwierigkeit. Nebenbei läuft ein Timer mit, der jede Minute einen neuen, zufällig generierten Wert für die Tretschwierigkeit, bewirkt. Dieses Programm hat keine, vom Benutzer beeinflussbaren, Größen.

(Markus Titz)

2.2.6 FREIES TRAINING



Abb. 2.6 Freies Training Benutzeroberfläche

Dieses Programm hat, neben den nicht beeinflussbaren Anzeigen, auch eine vom Benutzer beeinflussbare Größe, nämlich die der Tretschwierigkeit in Form des Balkens mit der Beschriftung „Leichtigkeit“. Wird das Programm gestartet, kann der Benutzer eine beliebige Tretschwierigkeit über einen

Schieberegler einstellen und treten. Der Zähler, der die Zeit in Minuten und Sekunden anzeigt, hat keine das Programm beeinflussende Funktion, die Anzeige dient lediglich dazu den Benutzer über die Dauer seiner Sitzung aufzuklären. (Markus Titz)

2.2.7 WEG MIT DEM (WINTER)SPECK



Abb. 2.7 Weg mit dem (Winter)Speck: Benutzeroberfläche

Dieses Programm ist das erste von zwei Sonderprogrammen. Hier kann mittels Abrollmenü zwischen verschiedenen Produkten gewählt werden, woraufhin eine Abbildung in einer Box angezeigt wird. Auf der Benutzeroberfläche befinden sich neben den schon vorhin erwähnten Anzeigen für Strom, Spannung, Leistung und den AnzeigeleDs für den Programmstatus nun auch Anzeigen für den Brennwert des gewählten

Produktes, sowie eine Anzeige die den prozentuellen Verbrauch des ausgewählten Produktes anzeigt. Die Sitzung ist hier erst beendet wenn sich der Balken komplett gefüllt hat, wobei die Tretschwierigkeit während der Sitzung beliebig verändert werden kann. Es ist dabei zu beachten, dass eine höhere Tretschwierigkeit auch einen höheren Verbrauch mit sich bringt, also den Vorgang beschleunigen wird. (Markus Titz)

2.2.8 H.O.T-SPEZIAL



Abb. 2.8 H.O.T Spezial Benutzeroberfläche

Das zweite Sonderprogramm dient dazu die Steckdosen an der Front des Steuerkastens anzusteuern. Dabei stehen sieben Verbraucherstufen mit Leistungen von 5W bis 250W zu Verfügung. Wird eine Verbraucherstufe per Abrollmenü gewählt, so leuchtet die dazugehörige LED grün auf. Um die Stufe freizuschalten, muss die erforderliche Leistung getreten werden, die Tretschwierigkeit kann hierzu mit einem

Regler eingestellt werden. Je höher die Tretschwierigkeit, desto mehr Leistung wird erzeugt. Würde man eine Verbraucherstufe anwählen und das erforderliche Leistungsniveau ist noch nicht erreicht, so leuchtet die LED mit der Bezeichnung „Leistung zu gering?“ auf.

Um die momentan getretene Leistung darzustellen, befindet sich eine Anzeige auf der Oberfläche.

3. TECHNISCHE ÜBERSICHT

3.1 HOMETRAINER

Der Hometrainer, den wir für unsere Diplomarbeit verwenden, war bereits vorhanden. Gesponsert von der Firma

Kettler wurde er bereits von der vorangegangenen Diplomarbeitsgruppe verwendet.



Abb. 3.1 Hometrainer

Das Antriebsrad wurde mit Hilfe eines Gummieriemens an den Gleichstromgenerator gekoppelt. Dieser erzeugt uns eine Gleichspannung deren

Höhe von der Tretgeschwindigkeit abhängt. Die Spannung wird über ein 2-poliges Kabel in den Steuerkasten eingespeist. Diese wird dort geglättet und für unsere Schaltungen im Steuerkasten verwendet. (Michael Lechner)



Abb. 3.2 DC Generator

3.2 STEUERKASTEN KONSTRUKTION

Die Steuerkonsole ist das Herz unserer Diplomarbeit. Sie wird durch einen Kasten mit rollbarem Untersatz realisiert. Alle unsere Platinen und der PC zur Steuerung der Programme sind in der Steuerkonsole untergebracht.

Des weiteren sind Aussparungen für einen Bildschirm, ein Radio und mehrere Steckdosen vorhanden (Abb. 3.4).

Auf der anderen Seite der Steuerkonsole befindet sich ein Ventilator zur Kühlung (Abb. 3.5).

Weitere Aussparungen für die LED-Schrift und die zum Radio dazugehörigen Lautsprecher sind an der Frontseite vorhanden (Abb. 3.6).

Das Radio und sämtliche Steckdosen beziehen ihre Energie gegenwärtig von der Klemmenleiste im Inneren unserer Steuerkonsole und sollen in Zukunft von einem Wechselrichter gespeist werden. (Michael Lechner)



Abb. 3.3 Steuerkasten Innenseite



Abb. 3.4 Steuerkasten Verbraucher



Abb. 3.5 Steuerkasten Lüfter



Abb. 3.6 Steuerkasten LED-Front

3.3 ELEKTRISCHER FUNKTIONSBLOCKPLAN

Im elektrischen Funktionsblockplan ist das „H.O.T.“ mit sämtlichen Platinen, ihren Schnittstellen und den notwendigen Verbindungen dargestellt. Die Konstruktion ist eine etwas übersichtlichere Form des nachfolgenden Schaltkontaktplans.

Drei wichtige Bestandteile des Systems werden permanent mit einer Netzspannung von 230V AC versorgt. Diese sind der Steuer-PC, das Netzgerät bzw. die Gleichrichterplatine mit zwei fixen Ausgangsspannungen und der Radiogleichrichter, welcher das Autoradio mit 12V versorgt.

Die Generatorspannung, welche sich in einem Bereich von 0 bis 140V bewegt, muss aufgrund ihrer nicht optimalen Kurvenform geglättet werden, um eine ideale Gleichspannung zu erhalten. Dies geschieht mit der sog. Eingangsglättung. Ausgangsseitig erhält man die Tretspannung U_{Tret} .

Der erste Abgriff der Tretspannung ist die Spannungs-Pegelanpassung. Die Platine ist verantwortlich für die Herabsetzung der Momentanspannung auf messbare Werte von 0 bis maximal 10V. Der angepasste Spannungspegel wird durch die „NIDAQ PCI-6014“ Messkarte erfasst und über ein 68-poliges Flachbandkabel an den Steuer-PC weitergeleitet. Dort wird er auf die Momentanspannung, -strom und -leistung rückgerechnet.

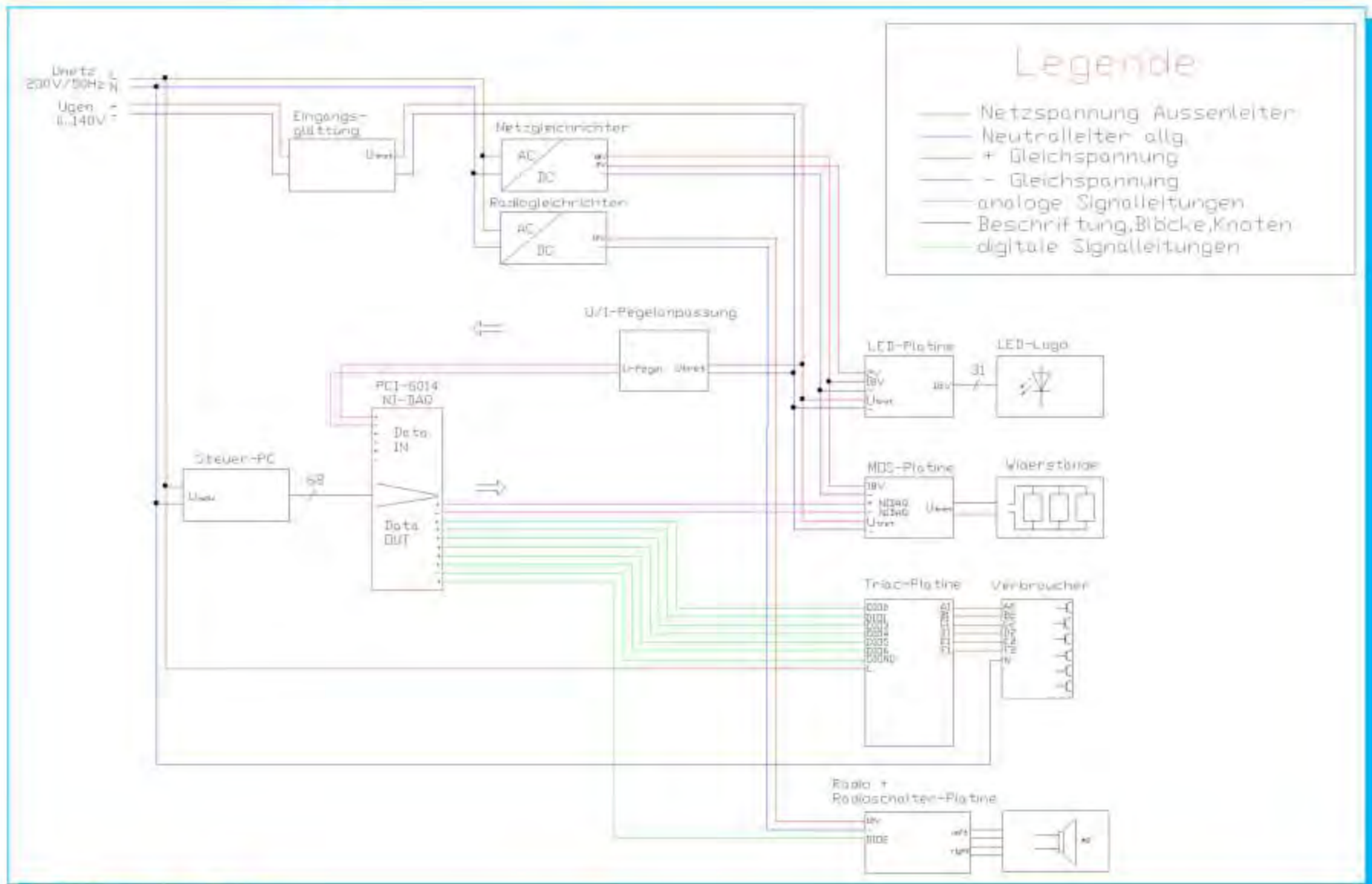
Der erste Funktionsmodus, „LED-Modus“ wird durch die LED-Platine repräsentiert. Sie wird mit einer konstanten Spannung von 2 und 18V versorgt. Als Signal für die Freischaltung der einzelnen Leuchtblöcke dient die Tretspannung. Die Leuchtschrift in

Form des Logos wird ebenfalls mit einer Spannung von 18V versorgt. Diese wird über ein 31-poliges Kabel gewonnen (1 Draht entspricht der Versorgung von 5 LEDs). Zwar ist das Programm „Geschwindigkeitstest.vi“ speziell auf den Modus abgestimmt, der Betrieb der Schaltung von diesem jedoch unabhängig.

Die MOS-FET-Platine stellt den „Leistungstest“-Modus dar. Sie wird mit 18V, der Tretspannung U_{Tret} und der Signalspannung (NIDAQ) für die Steuerung der Tretschwierigkeit versorgt. Die notwendigen Leistungswiderstände, an denen die elektrische Leistung verbraucht wird, sind extern angebracht.

Der Radioschalter bzw. die Triac-Platine werden über insgesamt sieben digitale Kanäle angesteuert. Zusammen stellen sie den „H.O.T. Spezial“-Modus dar. Zusätzlich benötigen die Triacs einen Wechselfernspannungsanschluss aus dem Netz. Dieser wird zu den Steckdosen an die Verbraucher weitergeführt. Das Radio wird als Verbraucher über eine eigene Platine angesteuert. Dabei wird die Radioschalter-Platine mit 12V DC und dem digitalen Steuersignal versorgt. Ein internes Relais sorgt in weiterer Folge für die Einschaltung der Boxen.

Die NIDAQ-PCI 6014 verarbeitet sämtliche Messsignale. Sie ist über ein 68-poliges Flachbandkabel mit dem Steuer-PC verbunden. Als analoger Eingang wird das Messsignal der Momentanspannung benötigt. Überwiegend werden jedoch digitale Ausgänge mit TTL-Spannungspegel verwendet. Für die Steuerung der Tretschwierigkeit am Hometrainer wird nur ein analoger Ausgang benötigt. (Daniel Leanyl)



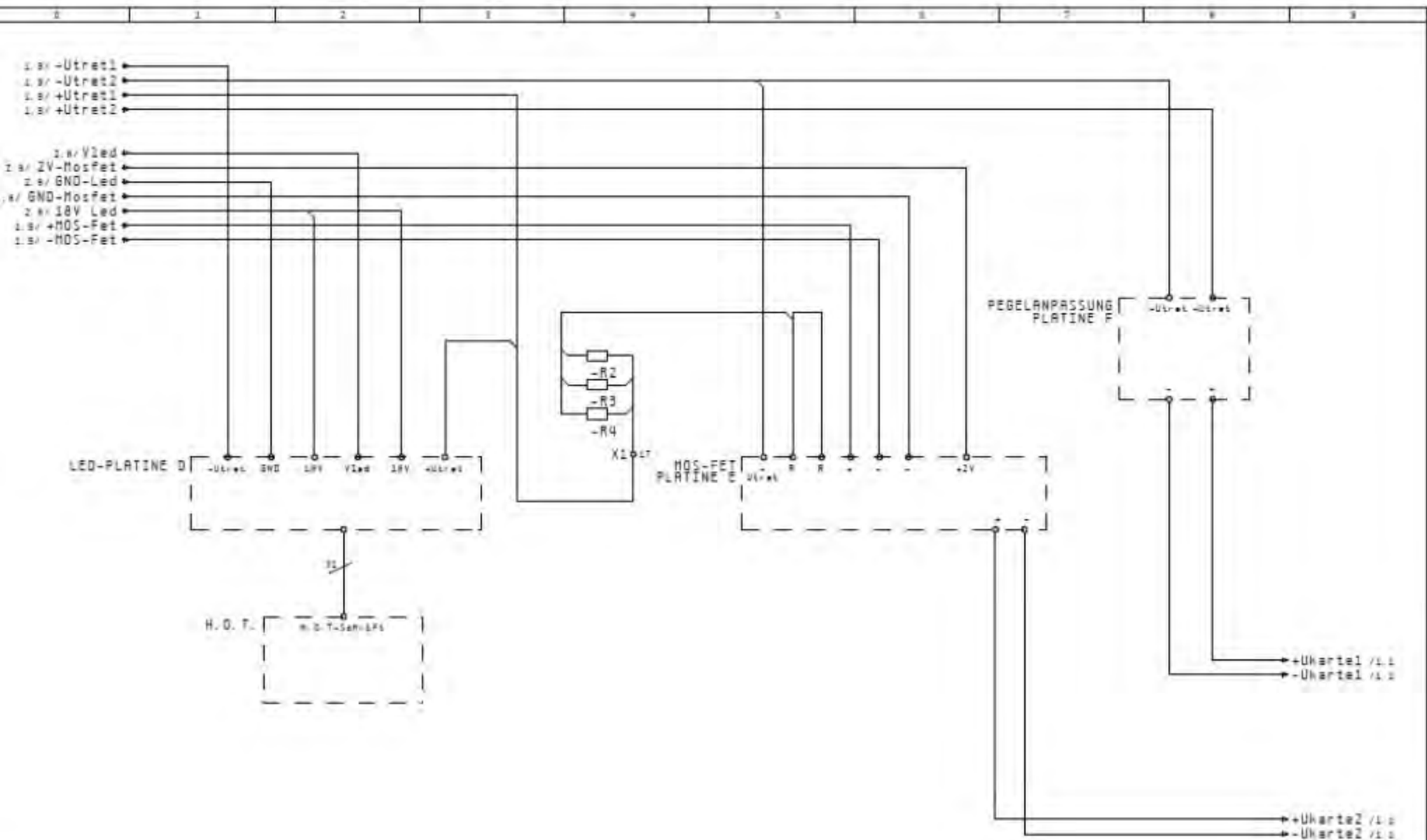
Legende

- Netzspannung Aussenleiter
- Neutralleiter allg.
- + Gleichspannung
- - Gleichspannung
- analoge Signalleitungen
- Beschriftung, Blöcke, Knoten
- digitale Signalleitungen

Abb. 3.7 Elektrischer Funktionsblockplan.

3.4 KLEMMEN- UND SCHALTKONTAKTPLAN

Siehe folgende Seiten (Lukas Cerny)



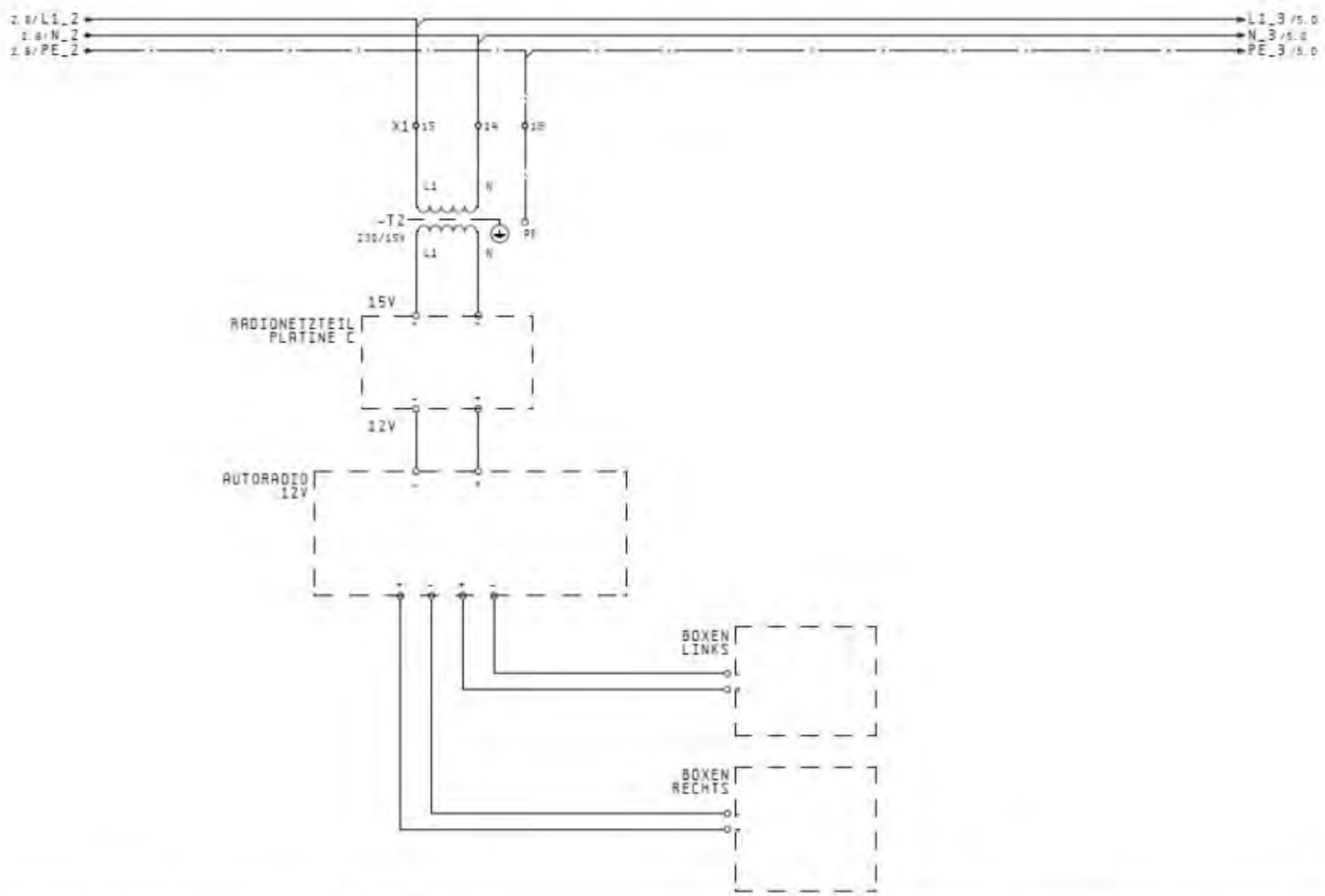
	Delun		
	Bearb.	RTL	
	Gene.	11.08.08	
Anderrunde	Delun	Name	Form

Energiefahrrad
Diplomarbeit

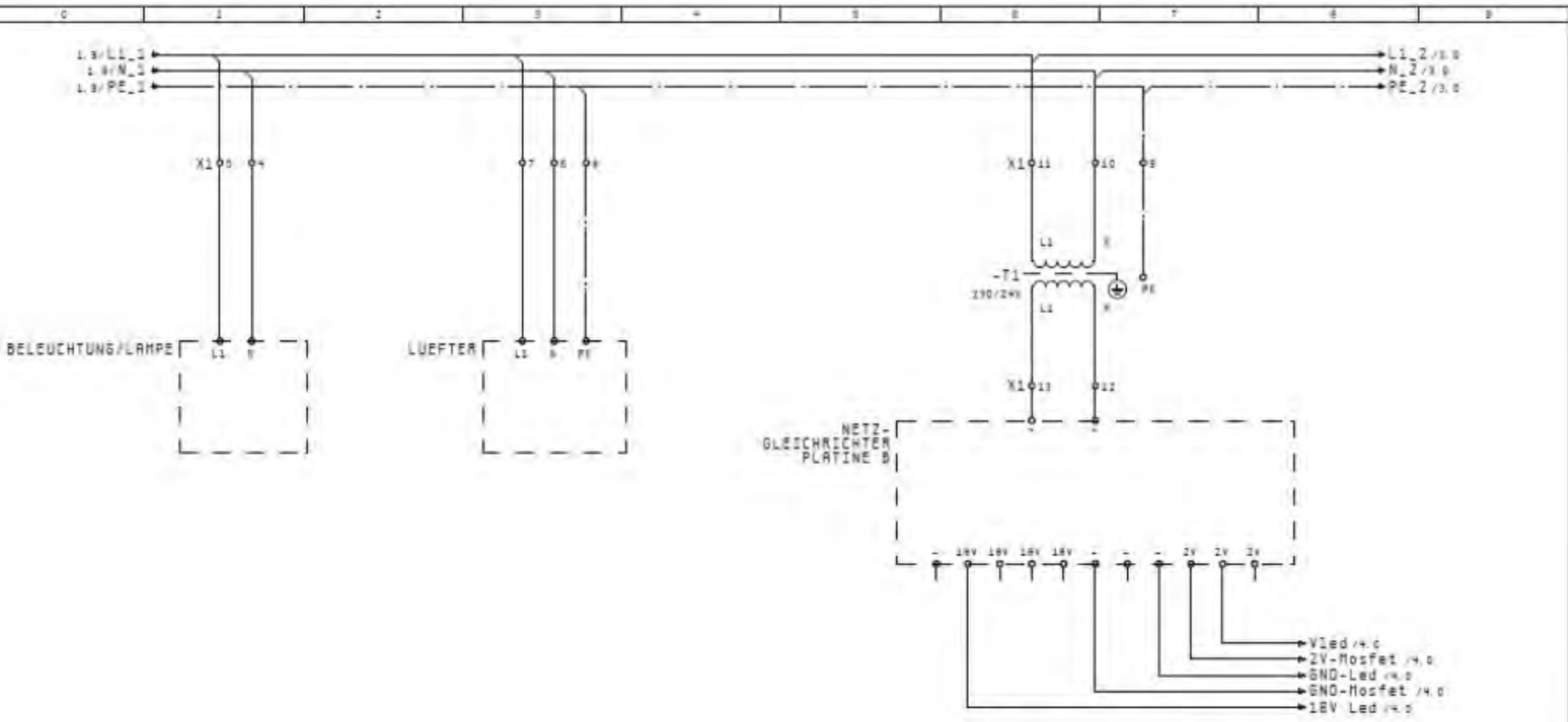


LED-Platine D
MOS-FET Platine E
Pegelanpassung Platine F

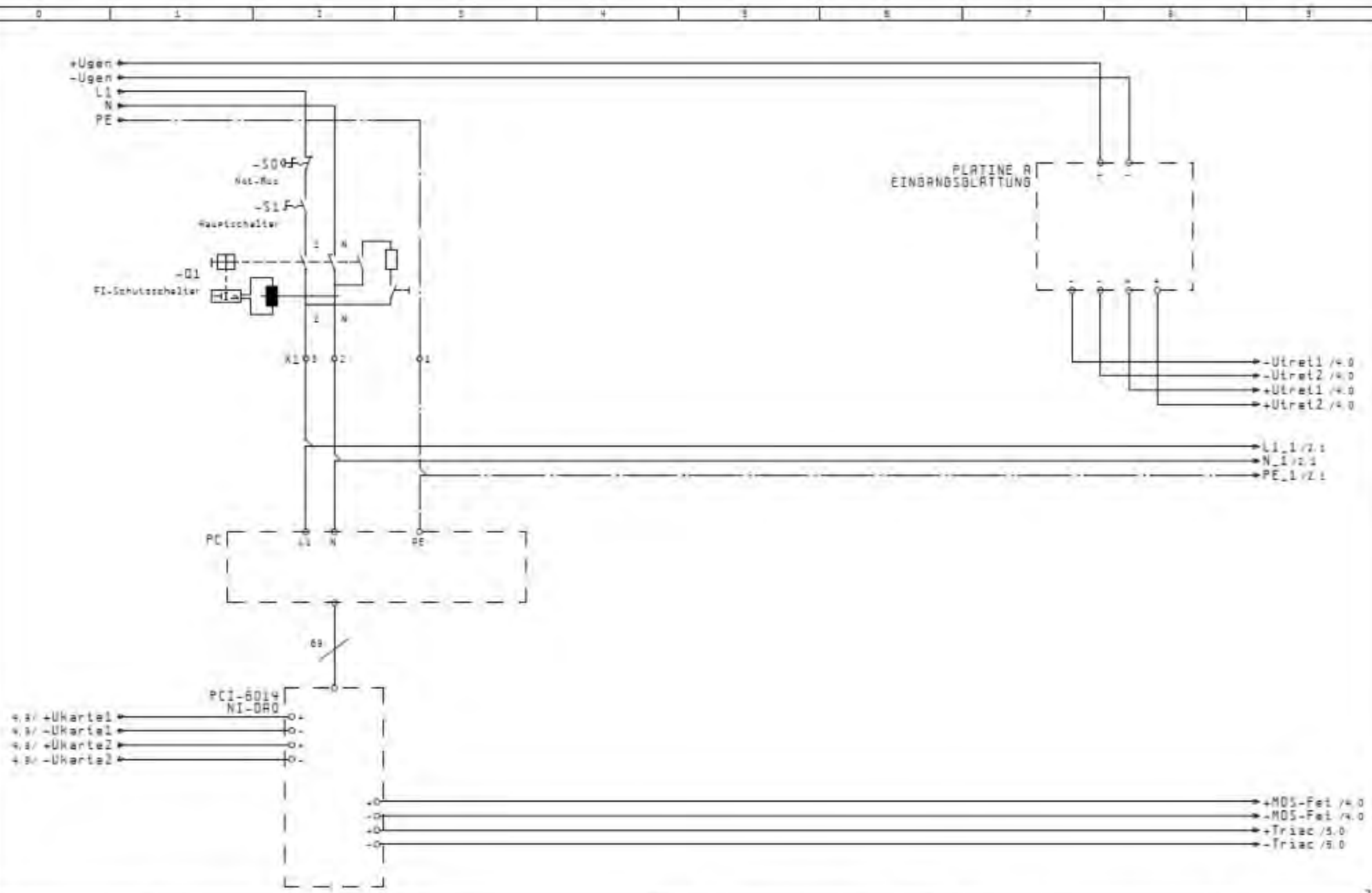
Cerny Lukas			
SAHETE	ERLE/ELME	Bl.	4
			5 st.



	Datum		Energiefahrrad. Diplomarbeit		Radionetzteil Platine C		Cerny Lukas			
	Bearb.	HTL								
	Gez.	11.08.05								
Änderung	Datum	Name	Name			SAHETE	ERLE/ELNE		81. 3 5 st.	



		<table border="1"> <tr><td>Zeichn.</td><td></td></tr> <tr><td>Bearb.</td><td>HTL</td></tr> <tr><td>Datum</td><td>11.05.09</td></tr> <tr><td>Rev.</td><td></td></tr> </table>	Zeichn.		Bearb.	HTL	Datum	11.05.09	Rev.		Energiefahrrad Diplomarbeit		Beleuchtung/Lüfter N.-Gleichrichter Platine B	Cerny Lukas	SAHETE ERLE/ELNE	Bl. 2 5/8
Zeichn.																
Bearb.	HTL															
Datum	11.05.09															
Rev.																



		Datum		Energiefahrrad	Eingangsglättung Platine A NI-DAQ-Karte	Cerny Lukas		
		Bearb.	HTL					
		Genr.	11.08.08	Diplomarbeit			Bl.	1
Änderung	Datum	Name					SAHETE	EALE/ELME



3.5 „H.O.T.“ BENUTZEROBERFLÄCHE

Das folgende Kapitel dient zur näheren Erläuterung der einzelnen Benutzer- und Unterprogramme. Dabei wird verstärkt auf die Blockdiagrammebene und somit auf die Programmierung bzw. Parametrierung

eingegangen. Weitere Informationen bezüglich der Kommunikation zwischen einzelnen Programmen und Messdatenerfassung sind den Kapiteln 4.8 und 5.1.3 zu entnehmen. (Daniel Leanyi)

3.5.1 HAUPTMENÜ

Aus Sicht des Benutzers ist das Hauptmenü die oberste Programmebene, mit der er nach dem Einschalten des Steuer-PCs konfrontiert wird. Sämtliche Booleschen Funktionsblöcke (grün) auf der linken Seite von Abb.3.9 repräsentieren Schaltflächen für die Auswahl der zur Verfügung stehenden Programme (Testlauf, Geschwindigkeitstest etc). Somit nehmen sie abhängig vom Schaltzustand den Wert „1“ oder „0“ an. Die neun Verbindungslinien werden mittels „Build-Array“ Funktion in ein Datenfeld geschrieben. Der darauf folgende „Search 1D-Array“ Funktionsblock

übernimmt die Aufgabe, das dazu entsprechende Unterprogramm zu suchen und zu aktivieren. Wenn nun die Schaltfläche „Testlauf“ betätigt wird, aktiviert „Search 1D-Array“ das dazugehörige Unterprogramm, das sich in der Case Structure im Fall „1“ befindet.

Eine übergeordnete „While“-Schleife sorgt für eine permanente Abfrage der Schaltzustände. Das Betätigen der „Beenden“-Schaltfläche führt zur Aktivierung der „Loop-Condition“ und somit zum Beenden des Programmes. (Daniel Leanyi)



Abb. 3.8 Hauptmenü Benutzeroberfläche

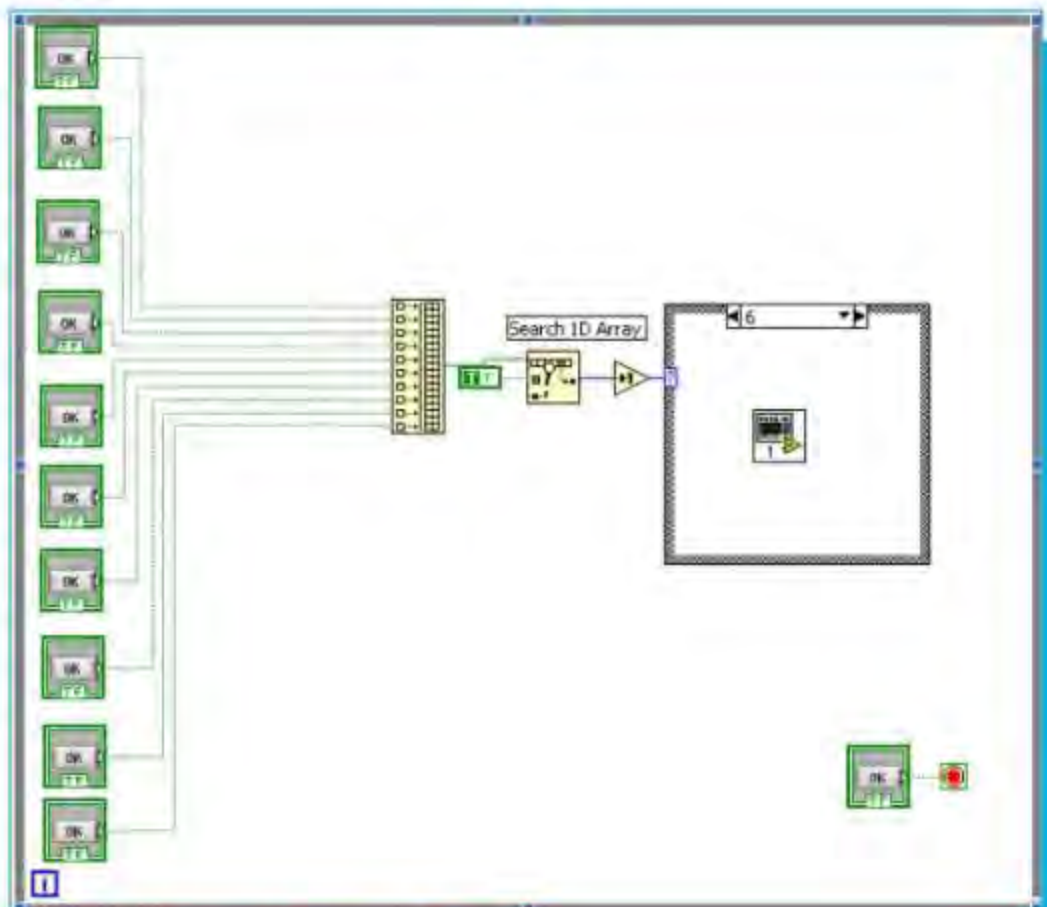


Abb. 3.9 Hauptmenü Programmier Ebene

3.5.2 SPANNUNGSMESSUNG

Das Unterprogramm „Spannungsmessung.vi“ übernimmt die Erfassung und Berechnung sämtlicher Messwerte. Darunter fallen Momentanspannung-, Strom und Leistung. In weiterer Folge werden diese Größen auch für die Berechnung des Kalorienverbrauchs und der Geschwindigkeit benötigt. Aktivieren eines Benutzerprogrammes bewirkt das automatische Ausführen der Spannungsmessung. Um das SubVI in den Hauptprogrammen zu implementieren, müssen die Ein- und Ausgänge deklariert werden. Somit erhält man beim Einfügen des Bausteins in ein anderes Programm 4

Anschlüsse. Ein Dateneingang für den eingestellten Leichtigkeitsgrad und 3 Ausgänge für die momentanen Spannungs-, Strom- und Leistungswerte.

Im Unterprogramm selbst läuft die Berechnung der einzelnen Werte über bestimmte Faktoren ab. Die Abfrage der analogen Eingangsgröße ist in Abb.3.10 mit dem obersten linken Funktionsblock dargestellt. Über die U/I-Pegelanpassung wird die gemessene Spannung an den analogen Eingangskanal der Messkarte geschickt. Diese wird aufgrund des Spannungsteilerverhältnisses mit einem

Faktor von 16,12 multipliziert. Dadurch wird das Spannungssignal zwischen 0-9V an der Messkarte auf tatsächlich produzierte 0-150V umgerechnet.

Für die Berechnung des Laststromes wird ein externer Eingang mit dem Wert der Tretleichtigkeit benötigt. Da der Lastwiderstand bekannt ist, berechnet sich der Momentanstrom wie folgt:

$$I_{last} = \frac{U_{tret}}{R_{tret}} * g$$

Ilast...Laststrom

Utret...Tretspannung

Rtret...Lastwiderstand

g...Duty Cycle

Der Duty Cycle Wert wird über die Tretleichtigkeit angepasst und kann einen Wert zwischen 0-1 annehmen. Dieser wird letztendlich mit dem Verhältnis von Tretspannung zu Widerstand multipliziert.

Der nun erhaltene Laststrom führt durch

erneute Multiplikation mit dem Spannungswert zur momentanen Leistung. Dieser stellt die dritte und letzte Ausgangsvariable des Unterprogramms dar.

Alle 3 Momentanwerte sind als orangene Funktionsblöcke dargestellt und repräsentieren in den einzelnen Hauptprogrammen die eigentlichen Anschlüsse.

Der Integer im unteren Bereich des Funktionsblock stellt die Aktualisierungsrate der Ein- und Ausgangswerte dar. Dieser ist mit einer Wait-Funktion verbunden, und bildet elektrotechnisch gesehen eine „Einschaltverzögerung“.

Ein Großteil der Programme zeigt die drei Momentanwerte (Strom, Spannung, Leistung) in digitaler Form an. Wird nun die Sampling Rate nicht begrenzt so würden sich die Zahlenwerte rasant ändern und das Ablesen unmöglich machen. Durch die eben erwähnte „Wait“-Funktion wird die Sampling Rate auf 5Hz begrenzt. Damit werden die Werte nur noch alle 200ms aktualisiert. (Daniel Leany)

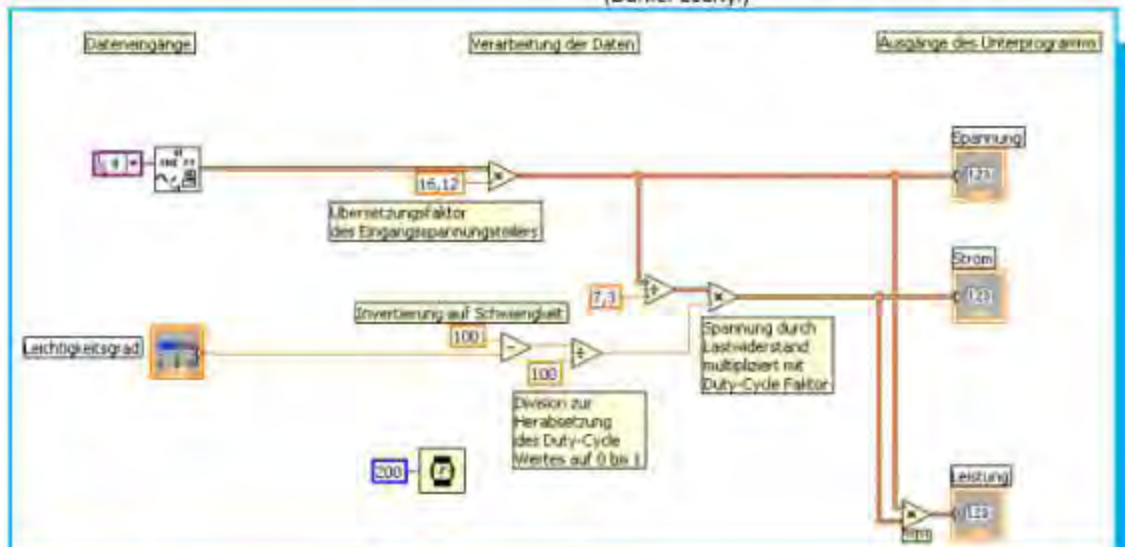


Abb. 3.10 Spannungsmessung Programmierebene

3.5.3 TESTLAUF

Die Funktion „Simulate Signal“ bildet die richtige Signalform für die anzusteuende MOSFET-Platine. Diese ist eine Rechteckspannung, da eine Pulsweitensteuerung des MOSFETs ermöglicht wird. Die Platine E ist für einen analogen Spannungseingang (+NIDAQ) mit 5V dimensioniert. Daher muss der Offset und die Amplitude mit den Fixwerten 2,5 behaftet werden. Somit entsteht das gewünschte Rechtecksignal in Grundform (50% der Zeit auf 5V, die anderen 50% auf 0V) d.h. mit einem Duty Cycle von 0,5. Die Frequenz des Steuersignals wird mittels Doppelklick auf das „Simulate Signal“ Symbol eingestellt. Diese beträgt in unserem Fall 10Hz, da das „H.O.T“ keiner schnellen Steuervorgänge bedarf.

Die Tretleichtigkeit wird durch den Drehknopf in Abb.3.12 verändert. Dieser bewirkt äquivalent zum eingestellten Wert unterschiedliche Duty Cycles und somit Laststromänderungen. Abb.3.13 und Abb.3.14 veranschaulichen den Steuersignalverlauf bei einer Leichtigkeit von 20% und 80%.

Eine Tretleichtigkeit von beispielsweise 100% ergibt einen Duty Cycle von 0, wodurch kein Laststrom fließt. Dieser Beispielwert hat jedoch keine praktische Bedeutung, da Strom und Leistung Null wären. Da im Leerlauf jedoch minimale Ströme fließen, musste die maximale Tretleichtigkeit in sämtlichen Programmen auf 99% begrenzt werden.

Die im Blockschaltbild ersichtliche Diagramm-Funktion zeichnet die produzierte Spannungsform auf. Diese wird im weiteren Verlauf (durch die blau-weiß strichlierte Verbindungslinie) an einen analogen Ausgang übertragen. Die anzusteuende Messkarte ist als „Device“ (Gerät) 0 definiert (im Bild als I/O 0), wobei der analoge Ausgangskanal 1 ausgewählt ist.

Das Beenden des Programms erfolgt wie üblich durch Betätigen der „Stop“-Schaltfläche. (Daniel Leany)

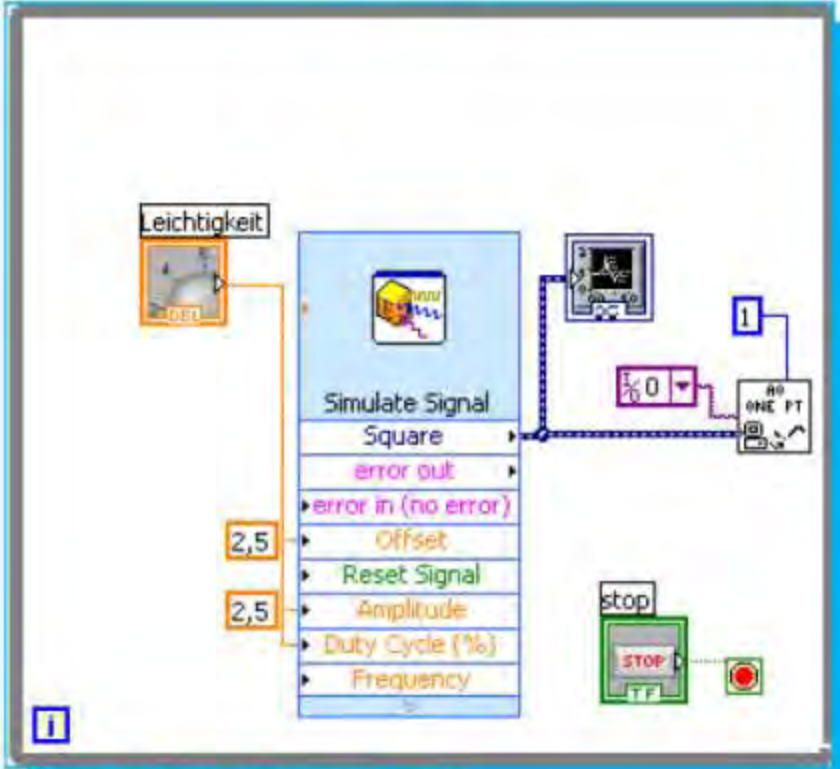


Abb. 3.11 Testlauf Programmiererebene

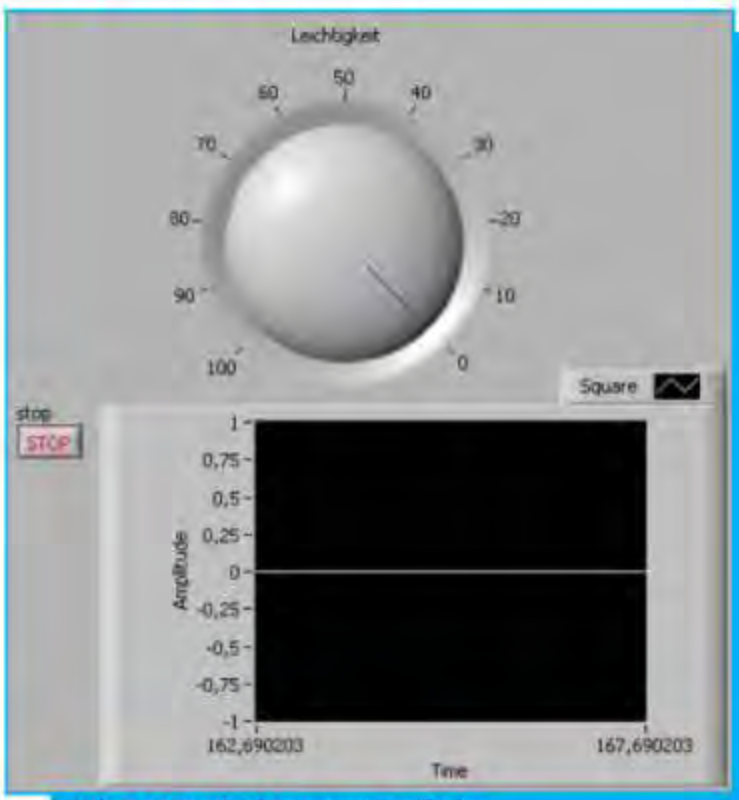


Abb. 3.12 Testlauf Benutzeroberfläche

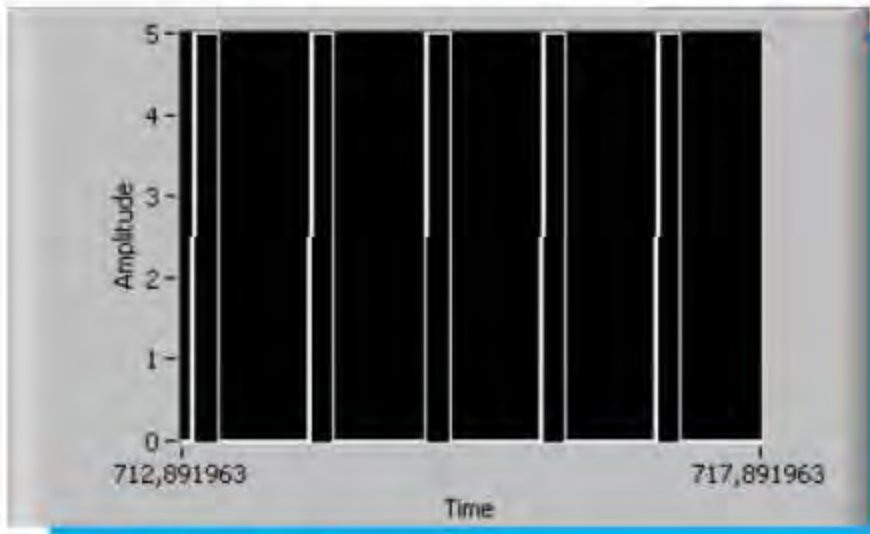


Abb. 3.13 Testlauf 20% Leichtigkeit

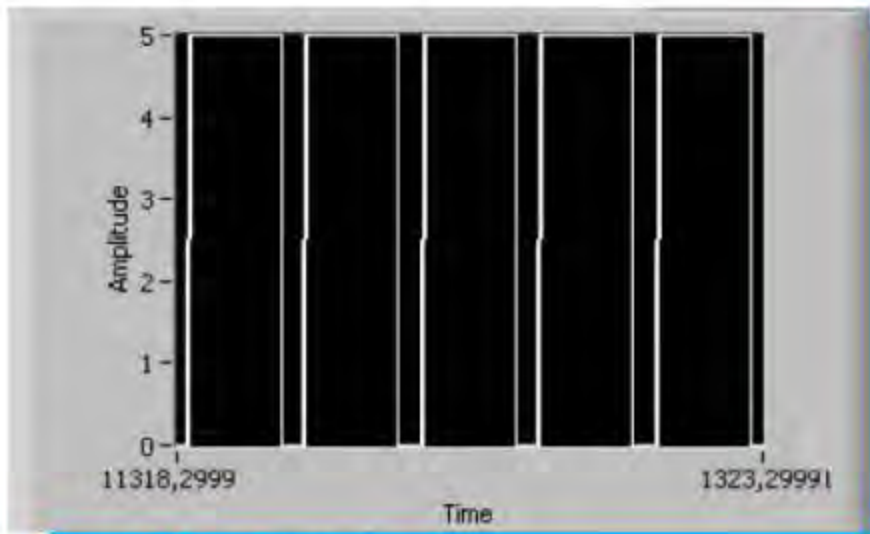


Abb. 3.14 Testlauf 80% Leichtigkeit

3.5.4 GESCHWINDIGKEITSTEST

Abb.3.15 stellt die Benutzeroberfläche von „Geschwindigkeit.vi“ dar. Dieses Programm ist speziell auf die LED-Platte abgestimmt und dient dazu, das Energiefahrrad im Leerlauf zu betreiben und somit individuell die maximale Tretgeschwindigkeit zu ermitteln. Dies führt in weiterer Folge auch automatisch zum Aufleuchten der LED-Kette. Einerseits wird die Geschwindigkeit in km/h angegeben, welche proportional zur getretenen Spannung ist, andererseits wird die jeweilig bereits erreichte Stufe der LED-Kette angezeigt (Abb.3.15). Insgesamt gibt es 9 Leuchtstufen. Mit einer Leuchtstufe werden 15 LEDs eingeschaltet. Somit indiziert die dritte Anzeige von oben in Abb.3.17, wie viele Stufen momentan leuchten.

Der konstante Steuerwert von 100 im Blockfunktionsbild (Abb.3.17) stellt die Eingangsvariable (Leichtigkeitsgrad) für das Unterprogramm „Spannungsmessung.vi“ dar, und bildet die Steuerung des Pulsmusters für die Simulate Signal-Funktion, (die bereits in Testlauf.vi beschrieben wurde). Der Anschluss für den momentanen Stromwert führt vom Spannungsmessungs-Unterprogramm direkt zu einer Diagrammanzeige (Abb.3.17 Waveform Chart 2), ist aber unerheblich, da mit einem Leichtigkeitswert von 100% kein Strom auftritt (Leerlauf). Dies gilt ebenfalls für die Leistungsanzeige im Diagramm. Der Spannungsausgang wird an die



Abb. 3.15 Geschwindigkeitstest
Benutzeroberfläche

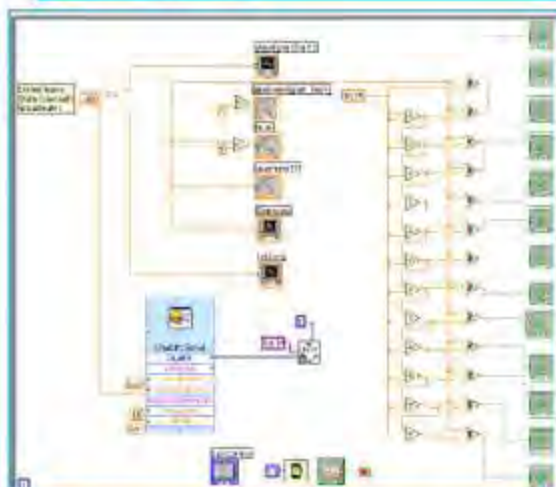


Abb. 3.16 Geschwindigkeitstest
Programmirebene

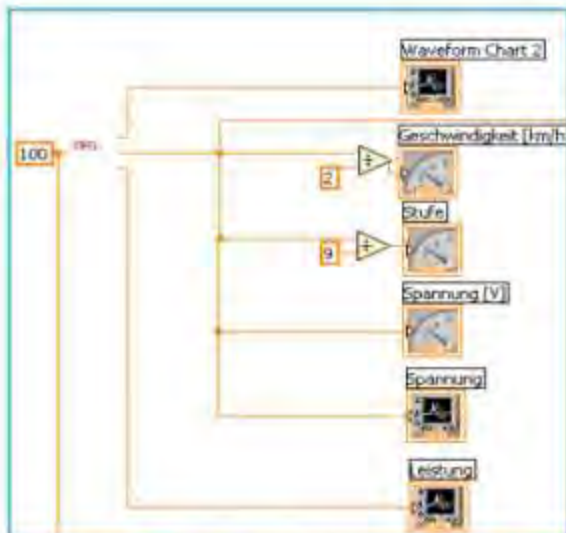


Abb. 3.17 Geschwindigkeitstest Anzeigen, Detail aus Abb. 3.16

Geschwindigkeitsanzeige (Abb.3.17) angeschlossen, wobei die Spannung auf die Hälfte herabgesetzt werden muss. Dieser Faktor wurde aufgrund empirischer Ermittlungen festgelegt. Durch Messen von Tretspannungswerten ergaben sich die dazugehörigen Geschwindigkeitswerte vom Tachometer des Fahrrades. Wie bereits erwähnt befindet sich im Funktionsblock ein direkter Anschluss zur Spannungsanzeige in Form eines Diagramms sowie einer sogenannten „Gauge“ (Tachometer). Die Stufenanzeige für die LED-Kette wird ermittelt, indem der Spannungsmomentanwert durch 9 dividiert wird, da ca. alle 9V ein LED-Block eingeschaltet wird. Somit bildet die Stufenanzeige einen Bereich zwischen 0 und 90V.

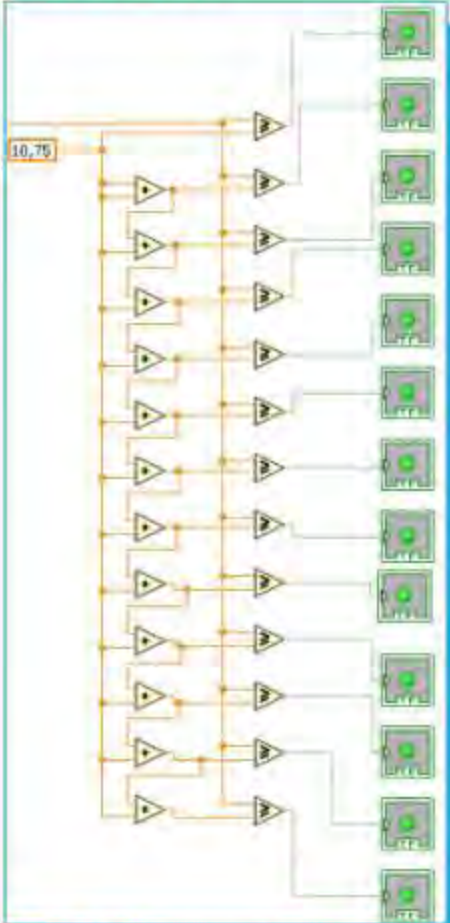


Abb. 3.18 Geschwindigkeitstest virtuelle LEDs, Detail aus Abb. 3.16

Die parabelförmig angelegten virtuellen LEDs in der Benutzeroberfläche (Abb.3.15) leuchten ab gewissen Spannungsstufen auf, bis die empirisch ermittelte Höchstspannung von 140V erreicht wird. Um den Schwellwert für die virtuellen LEDs zu berechnen wurde die maximale Tretspannung durch die Anzahl der LEDs dividiert. Das ergab den Wert von 10,75V pro Stufe.

Aufgrund der Notwendigkeit sämtliche Werte permanent zu aktualisieren, befindet sich auch in diesem Programm eine übergeordnete „While“-Schleife. Sie besitzt eine Sampling Rate von 100Hz (alle 10ms).

Das Programm wird erneut durch Betätigen der „Stop“-Schaltfläche beendet. (Daniel Leanyl)

3.5.5 LEISTUNGSDIAGNOSE

Die obere „While“-Schleife aus Abb.3.19 stellt die automatische Steuerung der Tretschwierigkeit mit gleichzeitiger Messdatenerfassung dar. Sie muss daher permanent aktualisiert werden. Die untere Schleife bildet den Sekunden- und Minutenzähler und benötigt daher eine

Sampling Rate von 1Hz. Der Zähler ist ein wichtiger Bestandteil für die Füllung der blauen Balken (Fortschrittsanzeige) in der Benutzeroberfläche. Durch das Vorhandensein der zwei Schleifen werden die Programmteile parallel ausgeführt.

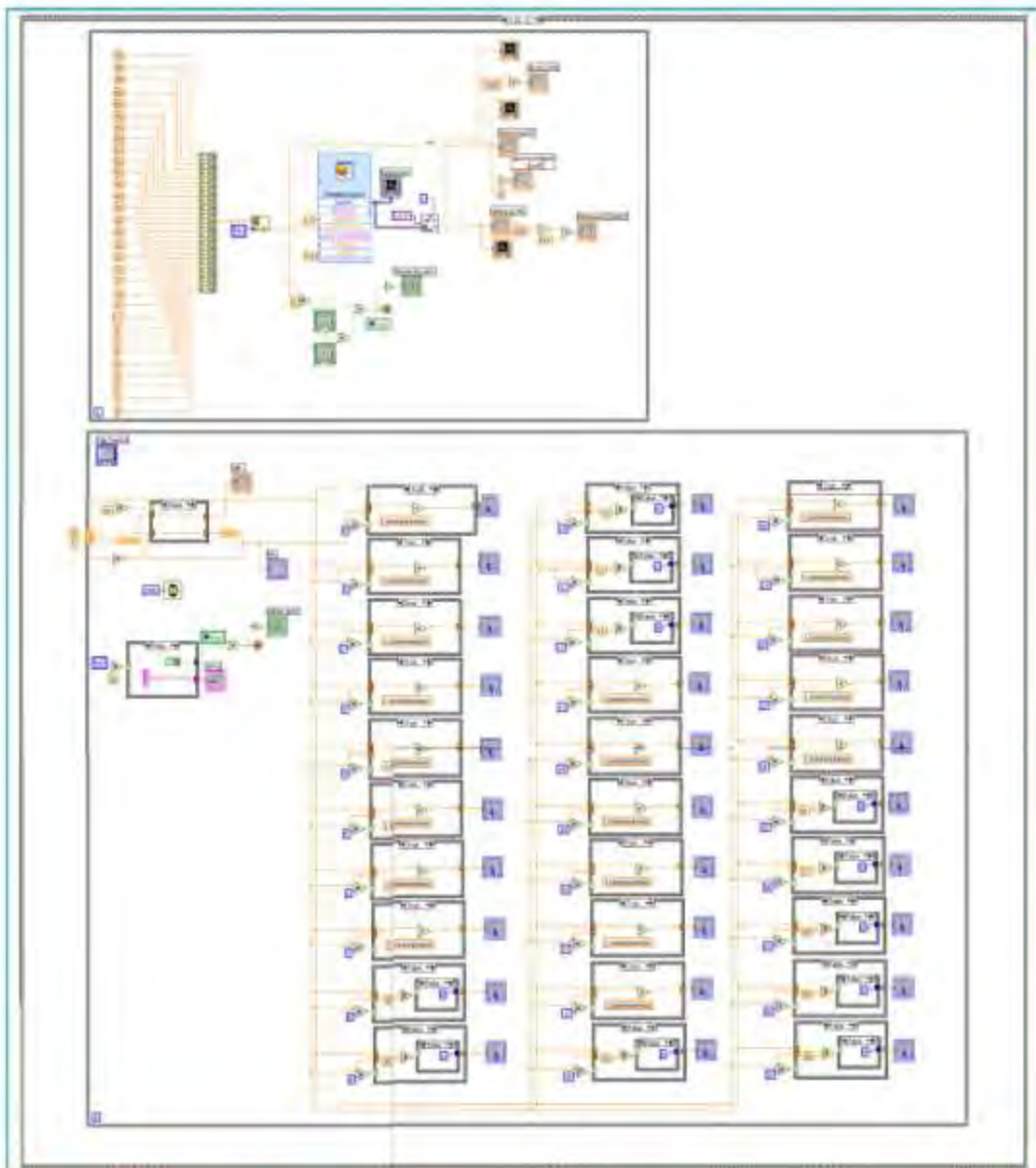


Abb. 3.19 Leistungsd Diagnose Programmierenebene

Abb.3.20 zeigt die obere Schleife aus dem Übersichtsbild und ist aufgrund der Ähnlichkeit mit den bereits beschriebenen Programmen recht einfach zu erklären. Für die automatische Steuerung der Tretleichtigkeit wurden 31 Zahlenwerte (30+1 wegen Stopp-Bedingung) erstellt. Pro Minute wird ein Wert nach dem anderen aus dem Array abgefragt. Der aktuelle Minutenwert wird mittels einer „local variable“ aus der zweiten Schleife bezogen. Somit wird in der „Simulate Signal“-Funktion beispielsweise der Wert 95 ab der zweiten Minute verwendet.

Der aktuelle Leichtigkeitswert wird in weiterer Folge in das Unterprogramm „Spannungsmessung“ geführt. Dies ermöglicht die Berechnung von Strom und Leistung, welche in digitalen Anzeigen und Diagrammen dargestellt werden.

Erneut wird die getretene Geschwindigkeit aus der Momentanspannung, herabgesetzt mit dem Faktor 2, errechnet.

Durch Recherchen im Internet konnten wir einen durchschnittlichen Kalorienverbrauch ermitteln. Beim Treten eines Homeainers mit 100W Schwierigkeit verbrennt man in einer Stunde durchschnittlich 441kcal. Daher

wird der Messwert für die getretene Leistung durch 100 dividiert um einen Bezugsfaktor zu erhalten. Dies bedeutet lediglich, dass bei einem Messwert von 100W der Bezugsfaktor 1 beträgt und der Verbrauch mit 441kcal angegeben werden kann. Bei einer Leistung von 200W würde ein Bezugsfaktor von 2 den Wert auf 882kcal pro Stunde verdoppeln.

Abb.3.21 stellt einen Teil der unteren Schleife dar. Wenn die Bedingung der „Case-Structure“ falsch ist, zählt die Sekundenanzeige alle 1000ms um eins weiter. Dies wird durch die „+1“-Funktion symbolisiert. Der Pfeil in Rückwärtsrichtung stellt Schieberegister dar. Die untere der beiden Boxen am linken Rand der „While“-Schleife legt dabei den Anfangswert fest. Somit erhält man einen Zähler, der beim Starten des Programms mit dem Wert 0 beginnt, und den Wert mit jeder Sekunde erhöht. Die bereits erwähnte Bedingung für „richtig“ oder „falsch“ ist der Schwellwertgeber für die Sekundenanzeige. Erreicht nämlich die Sekundenanzeige den Wert 60, so kippt die „Case-Structure“ auf „True“ und setzt den Sekundenzähler erneut auf den Wert 0. Gleichzeitig wird jedoch die Minutenzählschleife um den Wert eins erhöht.

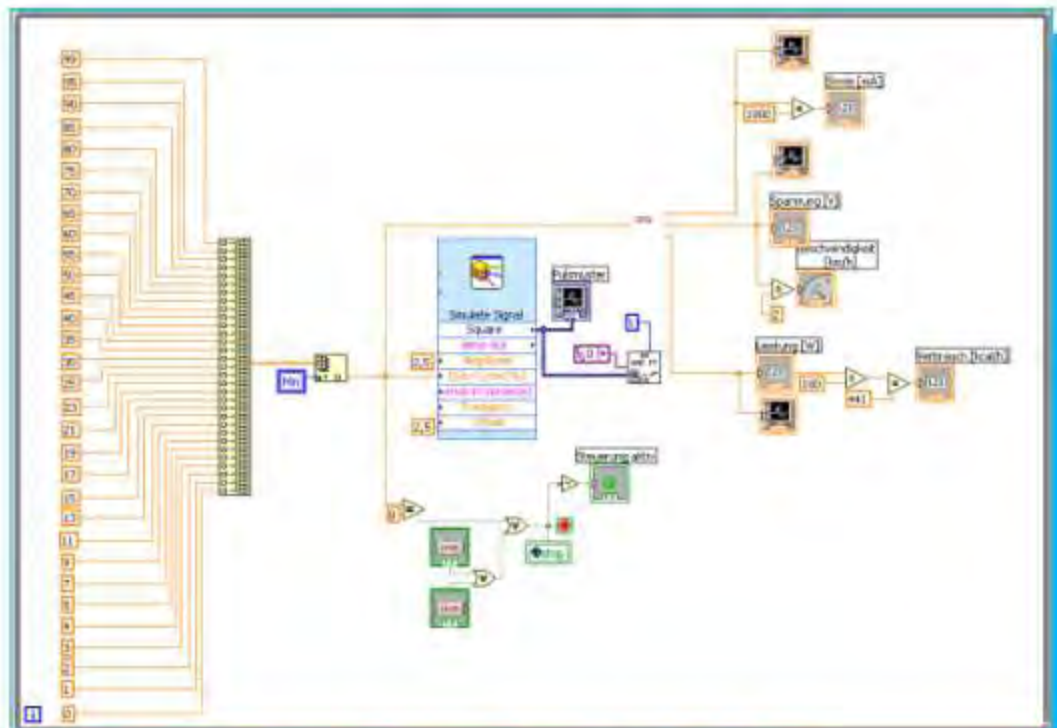


Abb. 3.20 Leistungsdiagnose Steuerung allgemein, Detail aus Abb. 3.19

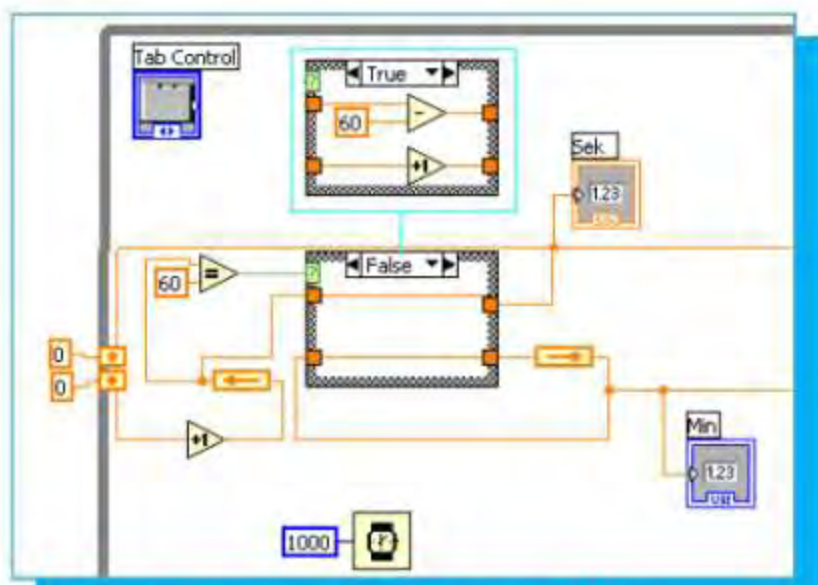


Abb. 3.21 Leistungsdiagnose Zähler, Detail aus Abb.3.19

Die blauen Balken in der Benutzeroberfläche des Leistungstests werden über die Zeitdauer von einer Minute gefüllt. Dies wurde folgendermaßen realisiert: Der Grundbaustein für das Konzept ist eine „Case-Structure“ (Abb.3.22). Bezugswert für die Ansprechbedingung des Bausteins ist der Minutenzähler.

Wenn die erste Minute verstrichen ist, wird die „Case-Structure“ aktiv. Dabei wird der Wert des Sekundenzählers mit einem Faktor

von $\sim 1,7$ multipliziert. Bei 60s ergibt dies einen Wert von 100 und somit einen vollen Balken. Ist nun die dritte Minute angebrochen, so wird im falschen Fall lediglich geprüft, ob die aktuelle Minute größer als 2 ist. Wenn das der Fall ist, so wird der Balken mit 100% angesteuert, um den bereits vorher vollen Balken zu erhalten. Ist das nicht der Fall, also der Minutenzähler erst bei 0, so bleibt der Balken mit einem Wert von 0% leer.

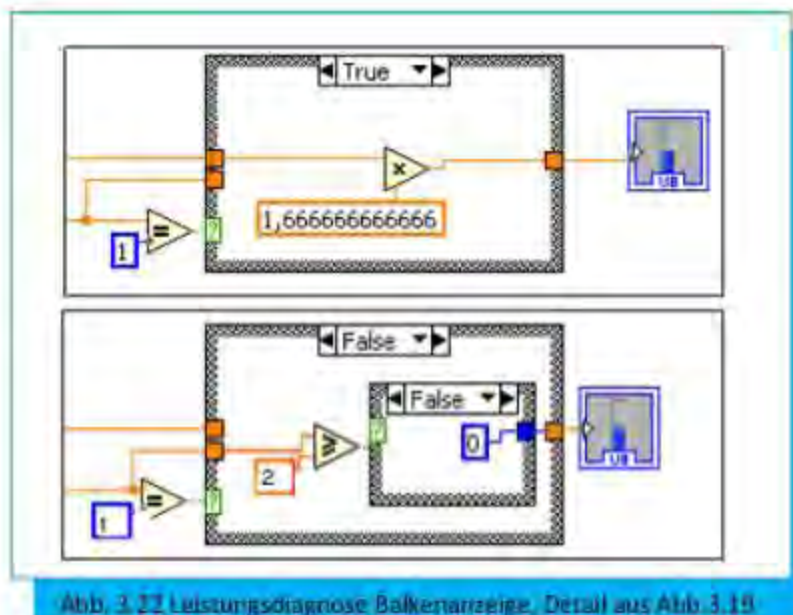


Abb. 3.22 Leistungsdiagnose Balkenanzeige, Detail aus Abb.3.19

Da in diesem Programm zwei „While“-Schleifen verwendet werden, gestaltete sich das Ausschalten über die „Beenden“-Schaltfläche etwas schwieriger. Erstens müssen beide Schleifen beendet werden, zweitens muss das mehr oder weniger gleichzeitig geschehen um das Schließen des Fensters ohne Verzögerungen zu ermöglichen. Darüber hinaus gibt es weitere Endbedingungen:

- 1.) Betätigung einer der beiden „Beenden“-Schaltflächen
- 2.) 30 Minuten (Programmdauer) sind verstrichen
- 3.) Der Leichtigkeitsgrad ist bei 0 angelangt (deshalb ein zusätzlicher 31-ter Wert im Array)

Um all diese Bedingungen zu vereinen, wurden die jeweiligen Variablen unter einem bzw. mehreren „oder“-Gliedern vereint. Nach Verstreichen der 30 Minuten wird zusätzlich ein Gratulationstext ausgegeben. Gleichzeitig wird die Stoppbedingung auf „true“ gesetzt.

Um die Gleichzeitigkeit des Beendens beider Schleifen zu gewährleisten, wurde eine zusätzliche globale Variable als Speicher für die zwei möglichen Fälle „true“ bzw. „false“ angelegt. Diese schreibt ihren Wert, unabhängig vom laufenden Programm in die Stopp-Bedingung der unteren „While“-Schleife und beendet diese. (Daniel Leanyi)

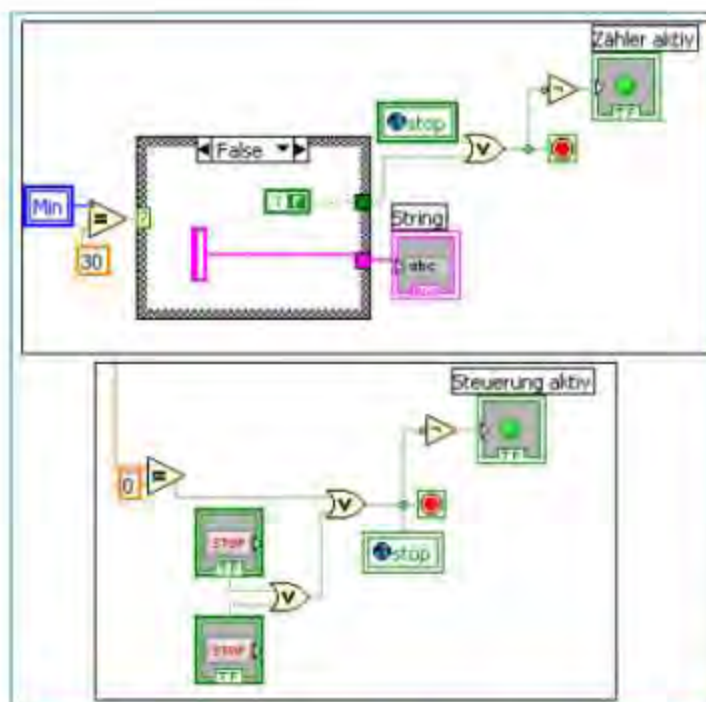


Abb. 3.23 Leistungsdiagnose Stopp-Bedingung, Detail aus Abb. 3.19

3.5.6 ZUFALLSGENERATOR

In Abb.3.24 sind drei Schleifen zu erkennen. Die rechte übernimmt die Steuerung der Tretschwierigkeit und Datenerfassung bzw. Anzeige. Die Schleife links oben erstellt jede Minute einen neuen Zufallswert und die untere repräsentiert schließlich den Sekunden- und Minutenzähler. Auch hier wurde aufgrund der Schleifenanzahl eine spezielle Stopp-Bedingung verwendet.

Der Steuer-, Mess- und Anzeigeteil (Abb.3.25) ist den bisher beschriebenen Programmen nahezu ident. Lediglich der Steuerwert für die Tretleichtigkeit wird über eine „local variable“ aus der Schleife links oben bezogen. Die Anzeige der Strom- und Spannungswerte wird über das Unterprogramm „Spannungsmessung“ ermöglicht.

Die Generierung des Zufallswertes (Abb.3.26) für die Leichtigkeitssteuerung bedarf dagegen einer genaueren Erklärung. Ausgangssituation für den Wechsel des Steuerwertes pro Minute bildet ein

Schieberegister. Es hat den Startwert 0, da bei 0s begonnen wird zu zählen. Jede Sekunde wird um den Wert +1 weitergezählt. Dies wird durch die „Wait“-Funktion mit dem Wert 1000 ermöglicht. Wenn die Schleife den Wert 60 erreicht, so kippt die interne „Case-Structure“ auf „true“ und erstellt einen neuen Zufallswert. Die Funktion für den Zufallswert bewegt sich im Bereich von 0-1. Somit muss dieser mit 100 multipliziert werden, um einen Wert zwischen 0-100 zu erhalten. Bewegt sich der Zähler in einem Bereich unterhalb der 60 Sekunden, so wird ohne jegliche Änderung des Steuerwertes weitergezählt.

Der Minuten und Sekundenzähler (Abb.3.27) wurde in eine separate „While“-Schleife eingebunden, um eine höhere Sampling Rate zu ermöglichen. (Daniel Leany)

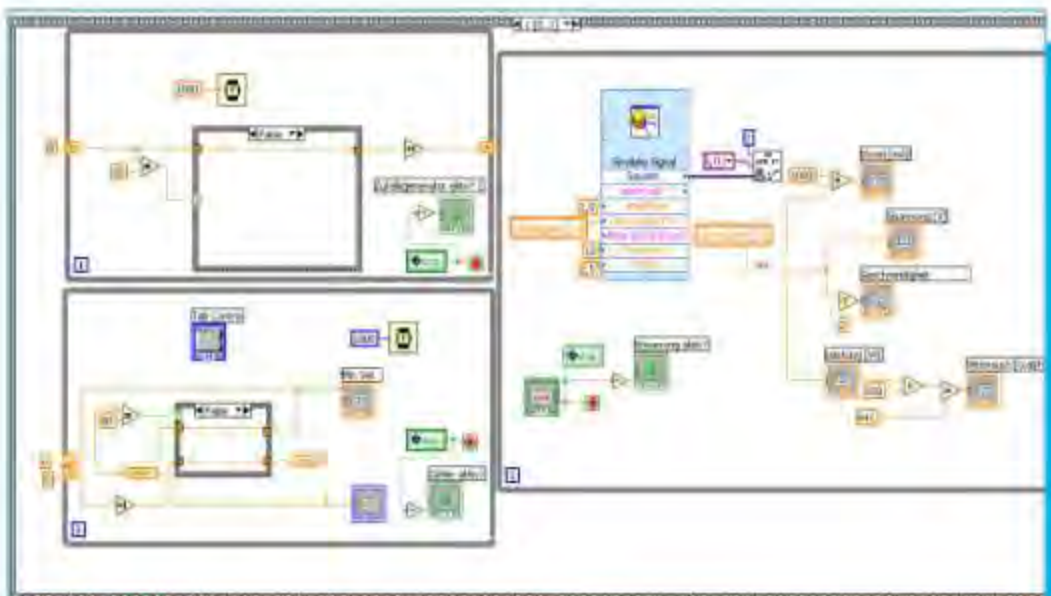


Abb. 3.24 Zufallsgenerator Programmier Ebene

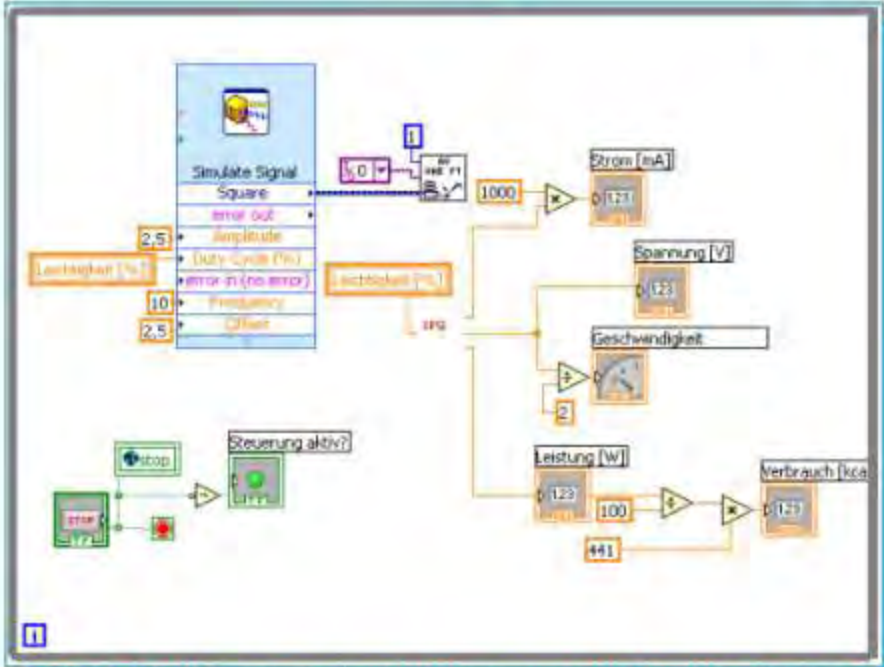


Abb. 3.25 Zufallsgenerator Leuchtigkeitssteuerung und Anzeigen, Detail aus Abb.3.24

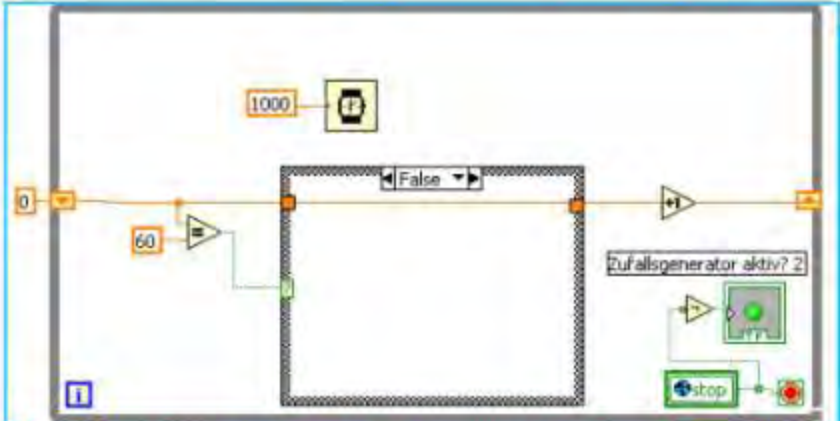


Abb. 3.26 Zufallsgenerator Leuchtigkeitswert-Generierung, Detail aus Abb.3.24

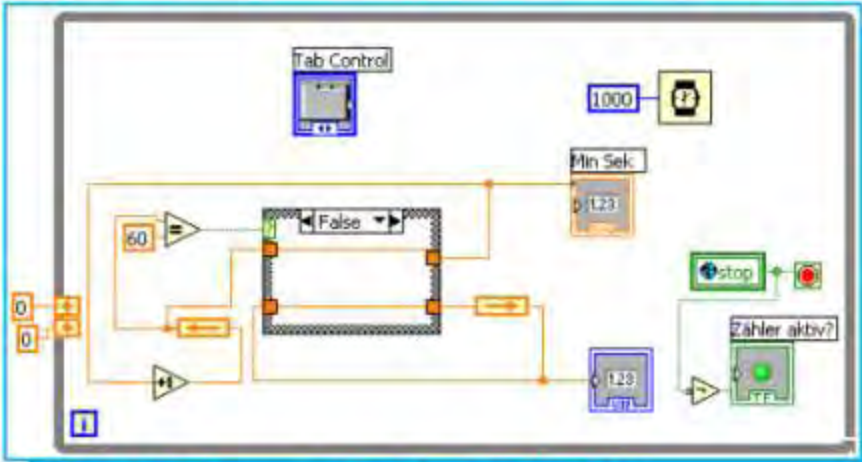


Abb. 3.27 Zufallsgenerator Zähler, Detail aus Abb.3.24

3.5.7 FREIES TRAINING

Die Benutzeroberfläche sowie das Funktionsblockbild sind dem Programm „Zufallsgenerator“ nachempfunden. Dadurch lassen sich viele Ähnlichkeiten feststellen.

Die Vereinfachung dieses Programms besteht in der individuell einstellbaren Tretleichtigkeit. Dadurch wird die Programmierung eines automatischen Steuerwertes nicht mehr benötigt.

Der Minuten- und Sekundenzähler übernimmt hier nur die Darstellung in der Benutzerebene und hat keine weitere Funktion.

Durch die direkte Steuerung des Leichtigkeitswertes über die Benutzeroberfläche werden auch keine schleifenübergreifenden „local variables“ benötigt. Die restlichen Anzeigen, Umrechnungswerte und Stopbedingungen sind mit dem Zufallsgeneratorprogramm ident (siehe Kapitel 3.5.6)

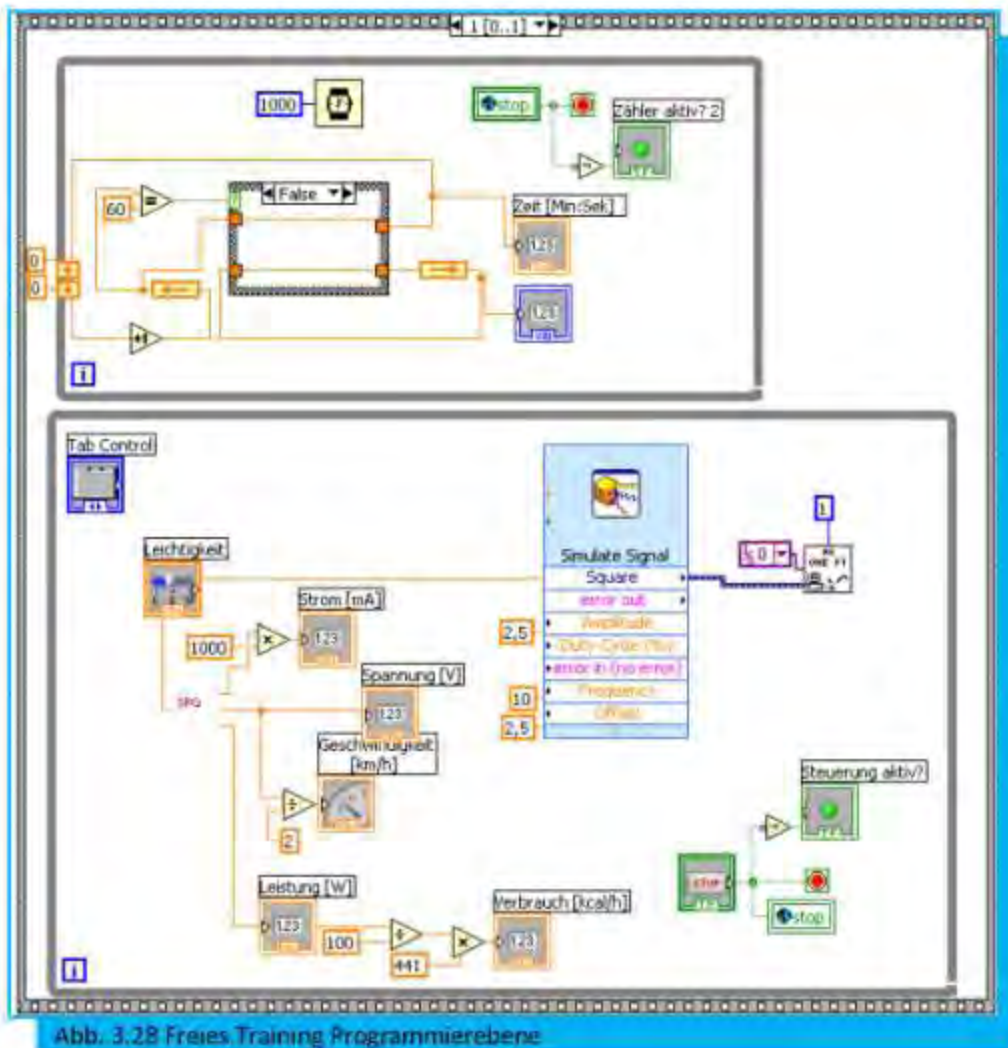


Abb. 3.28 Freies Training Programmiererebene

3.5.8 WEG MIT DEM (WINTER)SPECK

Weg mit dem (Winter)Speck war in der Entwicklungsphase das am schwersten realisierbare Programm. Einerseits bereiteten der Kalorienzählerbalken und die

Anzeige der entsprechenden Produktbilder Probleme. Andererseits konnten aber vorgefertigte Elemente aus den anderen Programmen eingebunden werden.

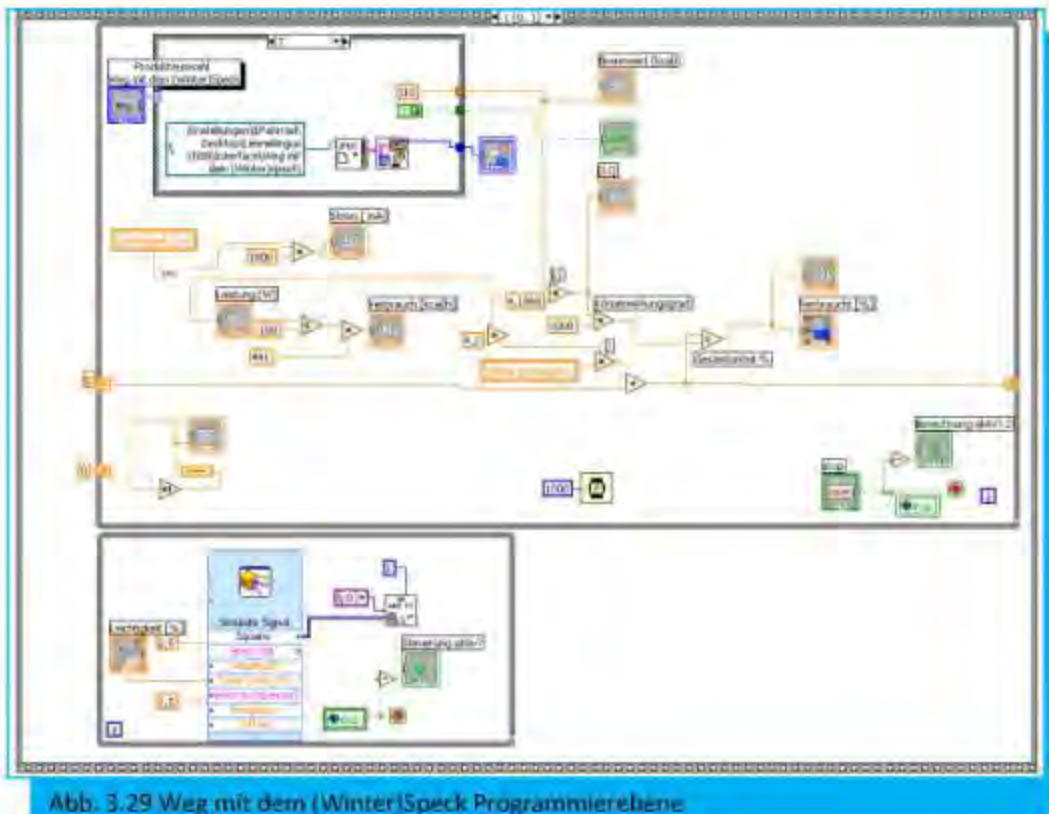


Abb. 3.29 Weg mit dem (Winter)Speck Programmier Ebene

Um eine Auswahl von mehreren Lebensmitteln ermöglichen zu können, wurde ein Ringmenü mit den Einträgen gestaltet. Diese Einträge werden in der Programmier Ebene durch eine „Case“-Structure verarbeitet. Wird nun ein bestimmtes Lebensmittel in der Benutzeroberfläche aufgerufen, so beginnt die „Case-Structure“ mit der dazugehörigen Zahl im Hintergrund zu arbeiten. Fallabhängig wird der zu verbrennende Kalorienwert durch einen Integer angegeben. Er wird für die Anzeige in der Benutzeroberfläche bzw. das weitere Rechnen benötigt.

Die in Abb.3.30 ersichtliche „Boolean“-Konstante dient zur Unterscheidung zwischen dem Ringmenü Eintrag „Produkt Auswählen!“ und den restlichen Fällen. Die damit verbundene virtuelle LED soll den Benutzer auf eine noch nicht getroffene Auswahl des Produktes hinweisen. Passend zum aktivierten Produkt wird das Anzeigebild über die „Case-Structure“ in ein leeres Fenster geladen. Die Bezugsquelle der Datei (Dateipfad) muss jedoch manuell eingegeben werden.

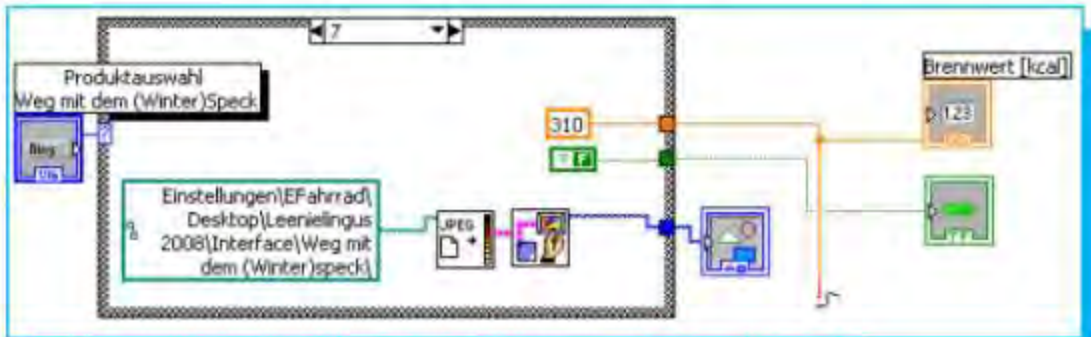


Abb. 3.30 Weg mit dem (Winter)Speck Produktauswahl, Detail aus Abb.3.29

Der wichtigste Kennwert für die Berechnung des Kalorienzählers ist der vorher beschriebene Integer. Er wird mit einem Faktor von 4,1868 auf die Einheit Kilojoule umgerechnet. Die getretene Arbeit bzw. Energie am Hometrainer berechnet sich durch

$$W = P \cdot t$$

Die Arbeit wird also in [Ws] oder [J] angegeben. Die für die Berechnung notwendige Momentanleistung P wird vom Unterprogramm „Spannungsmessung“

gewonnen. Um die Leistung mit der Anzahl der Sekunden multiplizieren zu können, wird ein Zähler benötigt. Dieser ist in Abb.3.31 als „local variable“ sichtbar. Endprodukt der Multiplikation ist der momentane Energieverbrauch. Dieser muss jedoch in ein Schieberegister addiert werden. Der berechnete Wert beinhaltet danach die bereits verbrauchte Energie. Sie muss durch den zu tilgenden Brennwert dividiert werden. Der resultierende Zahlenwert bildet die Eingangsgröße für den prozentuellen Kalorienzähler.

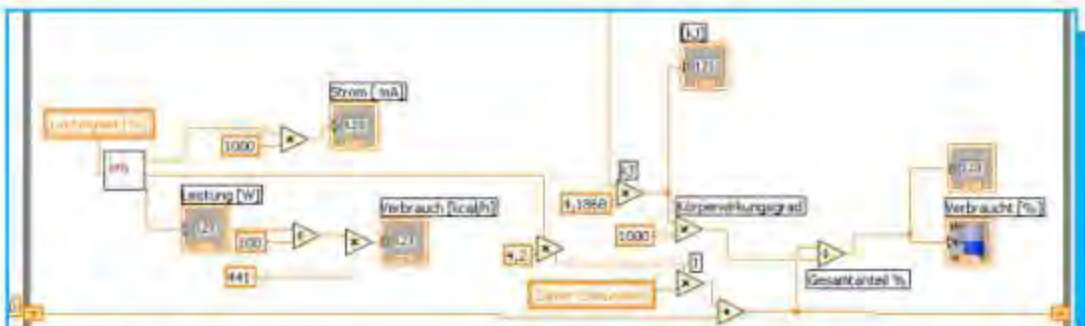


Abb. 3.31 Weg mit dem (Winter)Speck Verbrauchsberechnung, Detail aus Abb.3.29

3.5.9 H.O.T-SPEZIAL

Die Tretleichtigkeit wird in diesem Programm erneut durch die „Simulate Signal“-Funktion gesteuert. Der Steuerwert bildet den Eingangswert des „Spannungsmessung“ SubVI, Ausgegeben wird in diesem Programm nur der Leistungswert, da Strom und Spannung nicht benötigt werden.

Wird ein Verbraucher über das Ringmenü ausgewählt, so wird die dazugehörige „Case-Structure“ aktiviert (Abb.3.33). In dieser wird verglichen, ob der tatsächliche Leistungswert größer oder gleich der erforderlichen Leistung ist. Wenn die Bedingung erfüllt ist, wird der Wert einer LED auf „true“ gesetzt und der dazugehörige digitale Kanal (Verbraucher) freigeschaltet. Ist die benötigte Leistung noch nicht erreicht, so wird die oberste LED in Abb. 3.33 eingeschaltet. Sie ist in der Benutzeroberfläche in Abb.2.8 „Leistung zu gering!“ zu sehen.

Sämtliche „boolean“ Werte der LEDs werden

in ein Datenfeld geschrieben. Dieses wird für die Steuerung der digitalen Kanäle benötigt. Die digitalen Kanäle werden in Abb.3.34 durch die Funktion „Port Config“ als Ausgänge definiert. Diese Einstellung wird an die Funktion „Port Write“ weitergeleitet. Wird über das Datenfeld ein neuer digitaler Kanal ausgewählt, so wird ein neuer Wert in das Schieberegister geschrieben. Entspricht dieser nicht dem alten Wert, so wird das durch das „not equal“ Element registriert. Wenn z.B. der vorige Kanal 1 aktiviert war, und der nächste Verbraucher mit Kanal 2 ausgewählt wird, so kippt die „not equal“ Funktion auf „true“. In weiterer Folge wird die „Case Structure“ aktiviert.

Dadurch kann der Wert für den neuen Kanal 2 in die „Port Write“ Funktion geschrieben werden. Dieser Kanal bleibt so lange aktiv, bis er durch einen neuen abgelöst wird. (Daniel Leanyi)

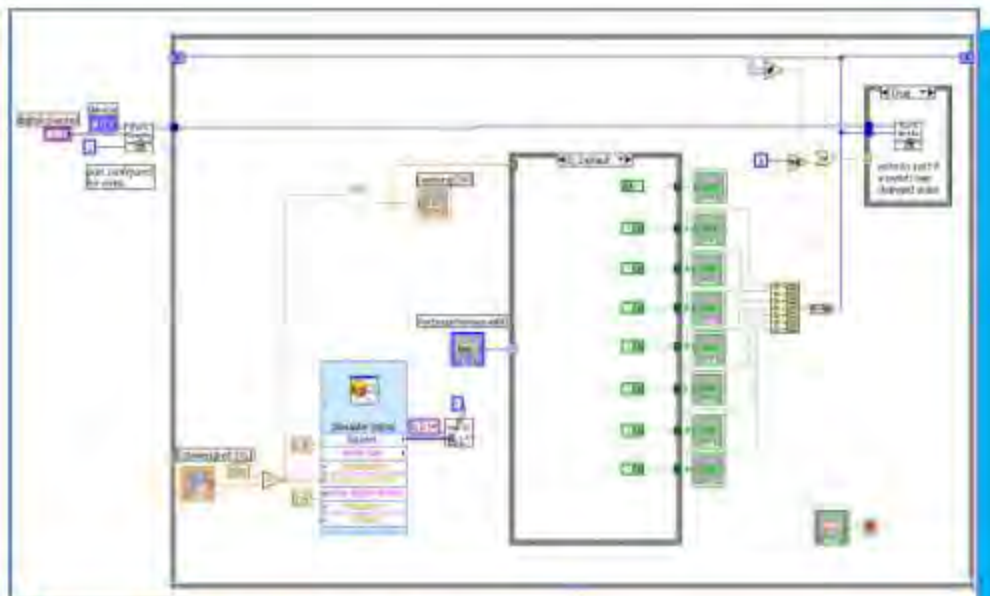


Abb. 3.32 H.O.T-Spezial Programmierschicht

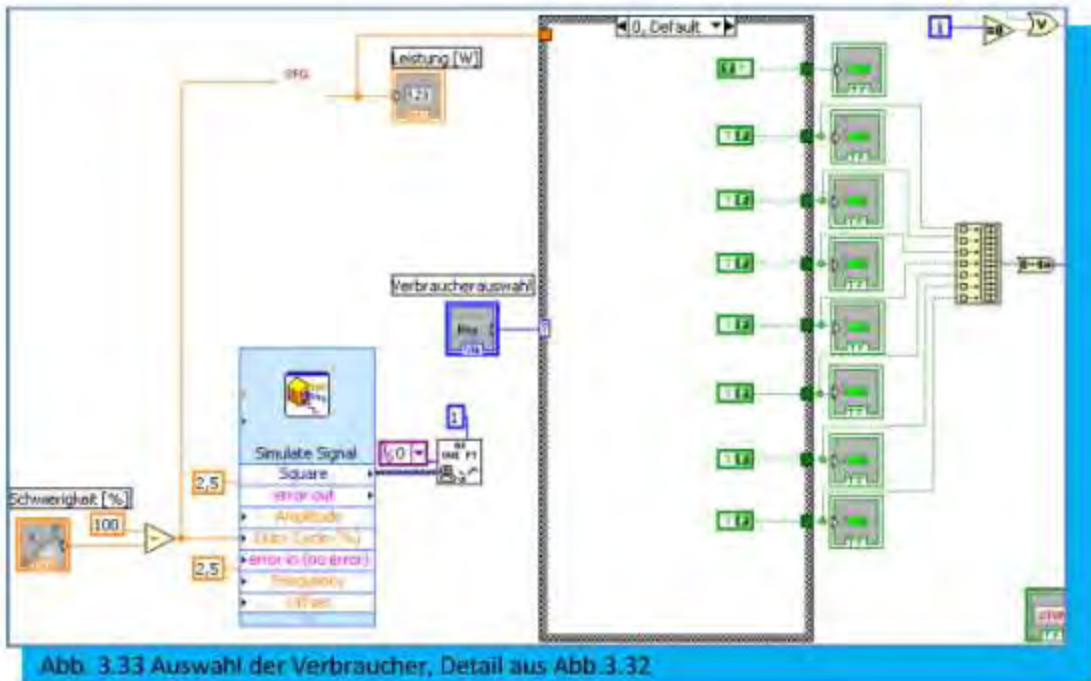


Abb. 3.33 Auswahl der Verbraucher, Detail aus Abb.3.32

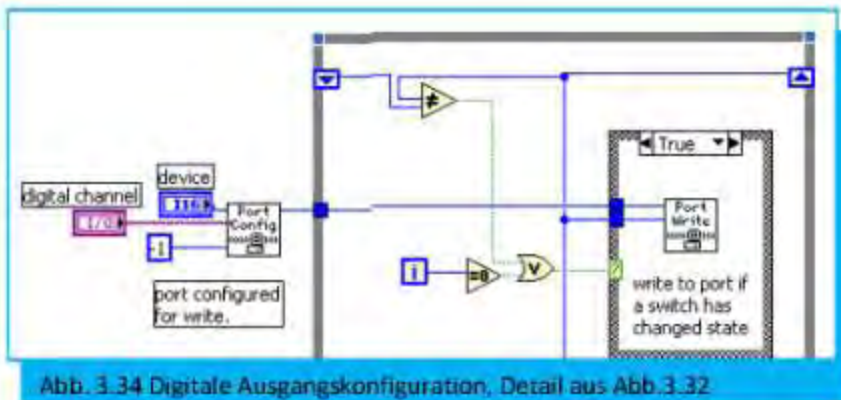


Abb. 3.34 Digitale Ausgangskonfiguration, Detail aus Abb.3.32

3.5.10 ANMERKUNGEN

Da ein Großteil der Programme zwei oder mehr „While“-Schleifen besitzt, wurden spezielle Stopp-Bedingungen eingeführt. Unter anderem wurden „global variables“ verwendet, um schleifenübergreifende Handlungen durchführen zu können. Diese erwiesen sich im Laufe der Testphasen jedoch als problematisch. Bei Betätigung der „Stop“-Schaltflächen wurden die Programme nur teilweise bis gar nicht beendet. Das ist auch der Grund für die Einführung der Kontrollleuchten in den einzelnen „While“-Schleifen. Es stellte sich heraus, dass der Schaltzustand der „global variables“ vor der Ausführung der eigentlichen Programme deklariert werden muss. Dies wird mittels einer „Stacked Sequenz“-Funktion realisiert. Dabei wird die „Stop“-Variable in der ersten „Frame“ als „false“ festgelegt. Somit kann die „Stopp“-Bedingung keinen vorigen gespeicherten Zustand mehr annehmen. Das eigentliche Programm in der zweiten „Frame“ wird nach der Ausführung der ersten gestartet. (Daniel Leanyi)



Abb. 3.35 Variablen Deklaration



Abb. 3.36 Programmsequenz

4. PLATINEN

4.1 EINGANGSGLÄTTUNG A

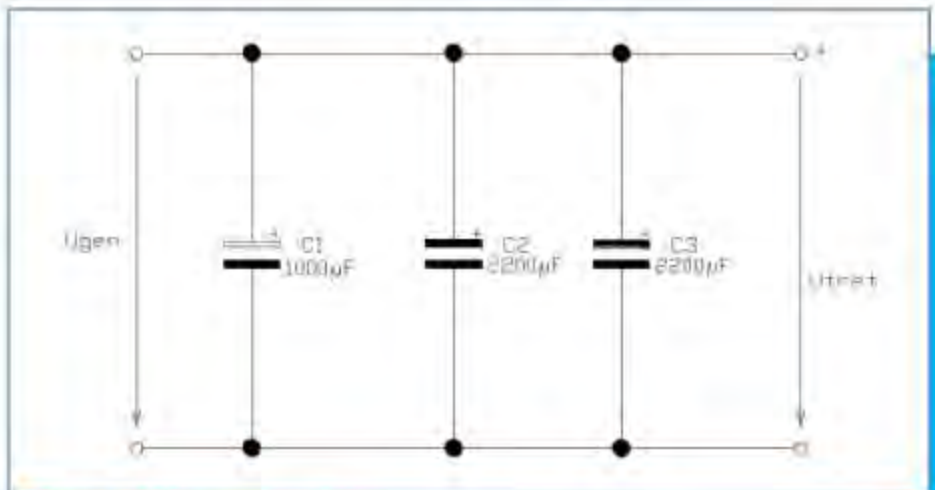


Abb. 4.1 Eingangsglättung

Stückzahl	BMKZ	Bezeichnung	Type	Wert
1	-C1	Kondensator	Elko	1000µF / 385V DC
2	-C2,3	Kondensator	MKT	2200µF

Diese Vorrichtung ist notwendig, da der Gleichstromgenerator zwar Gleichstrom erzeugt, dieser enthält jedoch noch Wechselspannungsanteile und ist nicht für elektrische Vorrichtungen geeignet. Deshalb

muss die Gleichspannung vorerst vollständig geglättet werden. Hierfür verwendeten wir Parallelschaltungen von Kondensatoren mit $C1=1000\mu\text{F}$, bzw. $C2$ und $C3$ mit $2200\mu\text{F}$.
(Lukas Cerny)

4.2 NETZGLEICRICHTER B

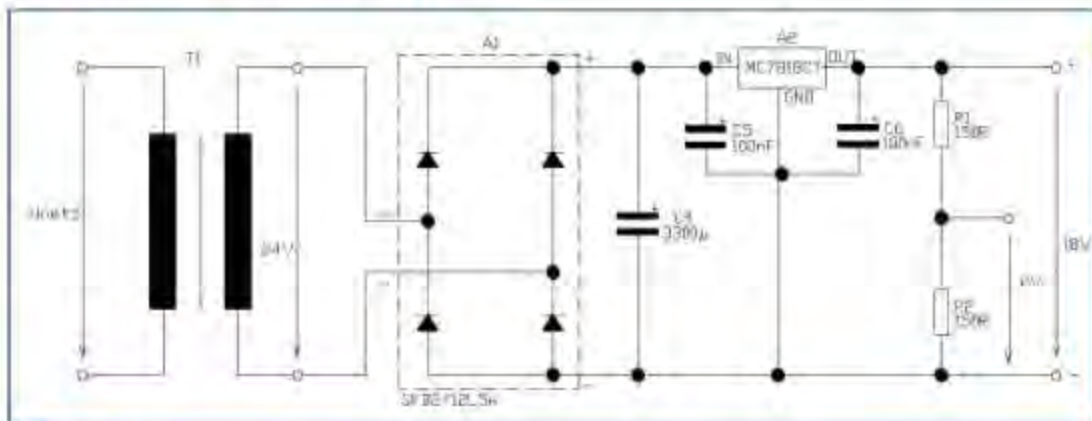


Abb. 4.3 Netzgleichrichter

Stückzahl	BMKZ	Bezeichnung	Type	Wert
1	-T1	Netztrafo	IEC/ BS EN	230/24V
1	-A1	Gleichrichter	SKB2/12L5A	Vrms=500V, Id=2,5A
1	-C4	Kondensator	JAMICON	3300µF
2	-C5,6	Kondensator	SME	100nF
2	-R1,2	Widerstand	CFR	150Ω
1	-A2	Positiver Spannungsregler	MC7818CT	I _{max} =1A, U _{max} =40V

Der Netzgleichrichter hat die Aufgabe eine konstante Gleichspannung in der Höhe von 2V für die Optokopplerversorgung der LED Platine D zu erzeugen. Hauptsächlich werden jedoch 18V abgegriffen um z.B. die Basisspannung für die LED-Reihe und diverse andere Schaltungsversorgungen zu schaffen. Das erste Bauteil nach der angelegten Netzspannung von 230V ist der Trafo, welcher die Wechselspannung von 230V auf 24V herabsetzt. Die nächste Station ist der Kern der Platine B, der Brückengleichrichter, auch bekannt als Graetzschaltung. Die Graetzschaltung besteht aus vier Dioden, welche die anliegende Wechselspannung in eine stark pulsierende Gleichspannung umformen. Dabei werden die negativen Halbwellen „nach oben geklappt“; somit ergibt sich eine Reihe von positiven Halbwellen. Zu beachten ist, dass durch den Brückengleichrichter an jeder Diode

ungefähr 1V abfällt und da an jedem Strang zwei Dioden vorhanden sind (aus der Schaltung ersichtlich), muss man mit einem Spannungsabfall von ca. 2V rechnen. Dieses Signal muss weiter behandelt werden um eine brauchbare Gleichspannung zu erhalten. Hierfür wird ein Ladekondensator verwendet, welcher die Aufgabe hat, die pulsierende Ausgangsspannung zu glätten, um eine geringere Welligkeit der Versorgung zu erhalten. Der Ladekondensator C4 ist dem Laststrom entsprechend mit 3300µF dimensioniert (siehe Radionetzteil). Zusätzlich wird noch ein Spannungsregler mit zwei Stützkondensatoren C5 und C6 verwendet, diese dienen zur Spannungsstabilisierung.

Schließlich wird am Ausgang mithilfe von einem Spannungsteiler 2V und 18V abgegriffen. (Lukas Cerny)

Theorie zum Gleichrichter:

Die Funktion von Gleichrichterschaltungen ist es, die anliegende Wechselspannung so zu verändern, dass sie annähernd einer Gleichspannung gleichsieht. Dabei unterscheidet man verschiedene Gleichrichterschaltungen:

Brücken-Gleichrichterschaltung (Graetzschaltung B2)

Diese Schaltung besteht aus zwei parallel geschalteten Diodenpaaren. Dabei ist zu beachten, dass an jeder Diode ein Spannungsabfall von $0,7V$ auftritt. Das entspricht dann bei einer Serienschaltung von zwei Dioden $\sim 1,4V$, die bei der Dimensionierung einer Gleichrichterschaltung berücksichtigt werden müssen.

Es wird eine gewöhnliche sinusförmige Wechselspannung angelegt. Durch die Dioden entsteht eine pulsierende Gleichspannung, dabei wird jede zweite Halbwelle „hinaufgeklappt“. Diese Form von Gleichspannung kann durch eine erneute Glättung mit einem Kondensator geglättet werden, um die Gleichspannung in der Elektronik verwenden zu können. (Lukas Cerny)

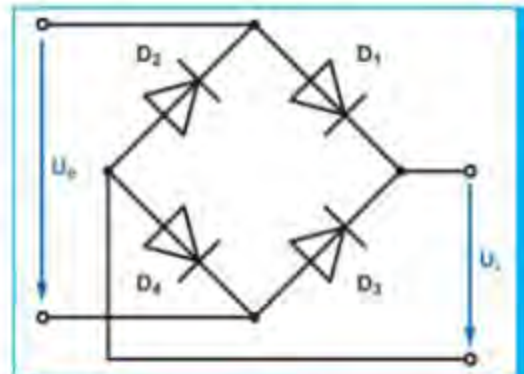


Abb. 4.3 Graetzschaltung

Anliegende Wechselspannung:

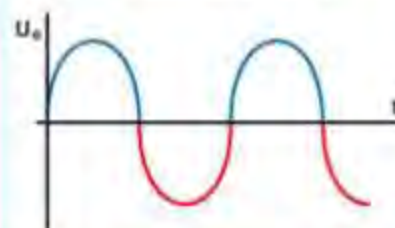


Abb. 4.4 Netzspannungsverlauf

Ausgangsspannung:

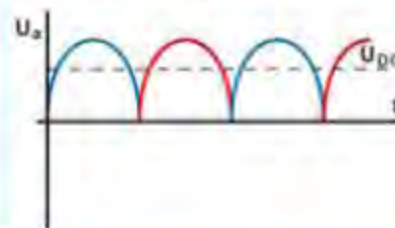


Abb. 4.5 gleichgerichtete Netzspannung

Zur Glättung werden vorwiegend Elektrolytkondensatoren mit einer hohen Kapazität verwendet, diese verhindern das Pulsieren der Spannung weitgehend.

Ausgangsspannung mit Ladekondensator C_L

- 1) Mit dem Anstieg der Spannung wird der Ladekondensator aufgeladen.
- 2) Bei Abklingen der Halbwelle entladet sich der Kondensator und überbrückt somit die Spannungslücke zwischen den beiden Halbwellen. Dabei entsteht jedoch noch eine Restwelligkeit der Spannung, die als Brummspannung U_{Brumm} bezeichnet wird. Je größer die Kapazität des Ladekondensators C_L ist, desto geringer ist die Brummspannung.
- 3) Verwendet man keinen Ladekondensator C_L , so sieht das Signal wie in Abb. 4.5 aus.

Zusätzliche Siebschaltungen haben die Aufgabe den Wechselspannungsanteil, welcher der Gleichspannung überlagert ist, weiter zu verkleinern. Diese RC-Siebung wird theoretisch so wie in Abb. 4.7 ausgeführt. (Lukas Cerny)

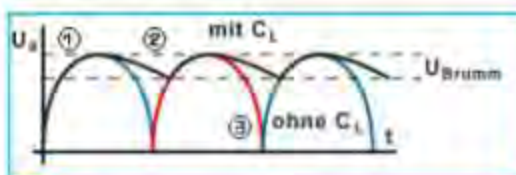


Abb. 4.6 gleichgerichtete Netzspannung mit Ladekondensator

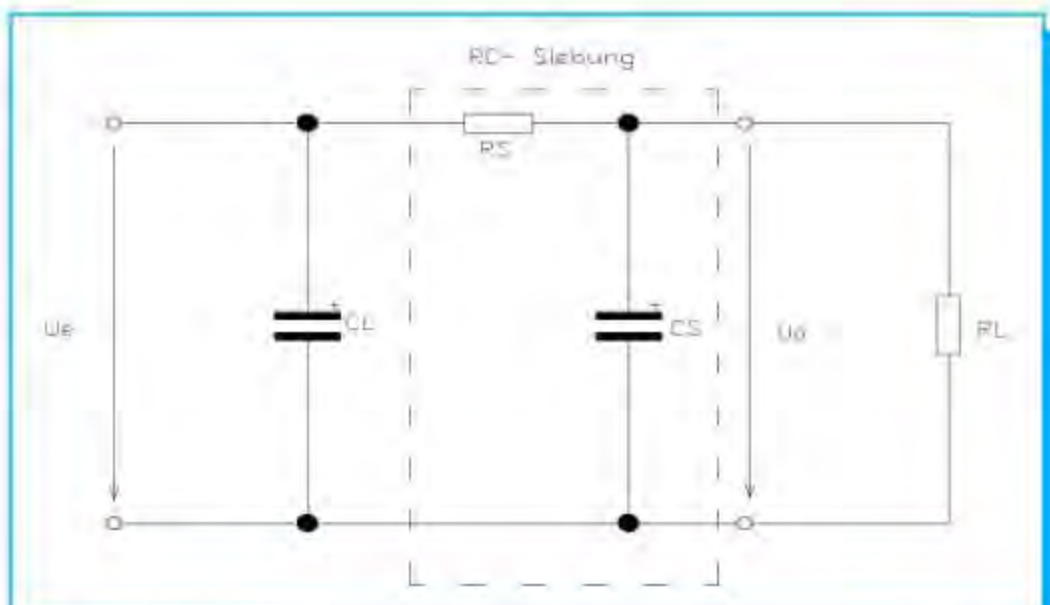


Abb. 4.7 RC-Siebung

4.3 RADIONETZTEIL C

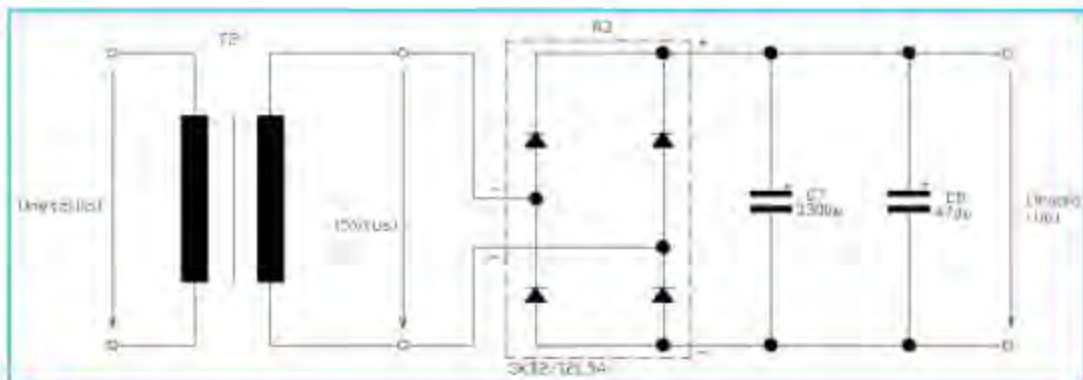


Abb. 4.8 Radionetzteil

Stückzahl	BMKZ	Bezeichnung	Type	Wert
1	-T2	Netztrafo	NTR 411	230/15V
1	-A3	Gleichrichter	SKB2/12L5A	Vrms=500V, Id=2,5A
1	-C7	Kondensator	JAMICON	3300µF
1	-C8	Kondensator	SME	470µF

Zusätzlich zum netzversorgten Computer, Lüfter und dem Netzgleichrichter benötigt die Platine C ebenfalls eine Versorgung aus dem Netz. Da das bereits vorhandene Auto-Radio standardmäßig mit 12 V Gleichspannung versorgt werden muss, wird die Wechselspannung transformiert und anschließend wie in Punkt 4.2.1 gleichgerichtet. Dies geschieht vorerst über einen Transformator, der die angelegte Netzspannung von 230V auf 15V reduziert. Danach werden die 15V durch einen Brückengleichrichter gleichgerichtet, welcher aus vier Dioden besteht, wie schon vorher erwähnt bei der Platine B. Zu beachten ist, dass durch den Brückengleichrichter an jeder Diode ungefähr 1V abfällt und da an jeden Strang zwei Dioden vorhanden sind (aus der Schaltung ersichtlich), muss man mit einem Spannungsabfall von ca. 2V rechnen. Nun wird zur Glättung der Welligkeit der Spannung ein großer Kondensator angelegt.

Da ein Laststrom von ungefähr 1A fließt dimensionierten wir den Kondensator C7 auf 3300µF. Zusätzlich wird eine weitere Glättung vorgenommen; diesmal allerdings mit einem etwas kleineren Kondensator. Wie in der Schaltung ersichtlich wurde dieser Kondensator C8 mit 470µF dimensioniert. Bei den Kondensatoren kann man insgesamt mit einem Spannungsabfall von ungefähr 2V rechnen. Schließlich befindet sich am Ausgang der Platine C nun eine Gleichspannung von 12V, welche direkt an den Radio angeschlossen werden kann.

Durch zwei Boxen, welche an der Frontplatte befestigt sind wird die Funktionstüchtigkeit der Platine C bzw. des Radios bestätigt. (Lukas Cerny)

Berechnung des Ladekondensators:

Die Angaben für den Ladekondensator:

$$U_A = 12V, I_L = 1A, U_p = 230V, U_s = 15V$$

Ansatz:

$$U_{\text{Ladung}} = 0,2 * U_A = 0,2 * 12V = 2,4V$$

$$C_L = 6,5 * \left(\frac{I_L}{U_{\text{Ladung}}} \right) =$$

$$= 6,5 * \left(\frac{1A}{2,4V} \right) = 2708,3 \mu F$$

gewählt $3300 \mu F$

Legende:

U_s = Ausgangsspannung

I_L = Laststrom

U_p = Primärspannung

U_s = Sekundärspannung

0,2 bzw. 6,5

Erfahrungswerte aus dem Lehrbuch Böhmer (S.319)

1.4 LEDPLATINE D

Die Grundidee dieser Schaltung ist es eine getrennten Spannung des Hometrainers anzusteuern. LED-Schritt in Abhängigkeit der Höhe der

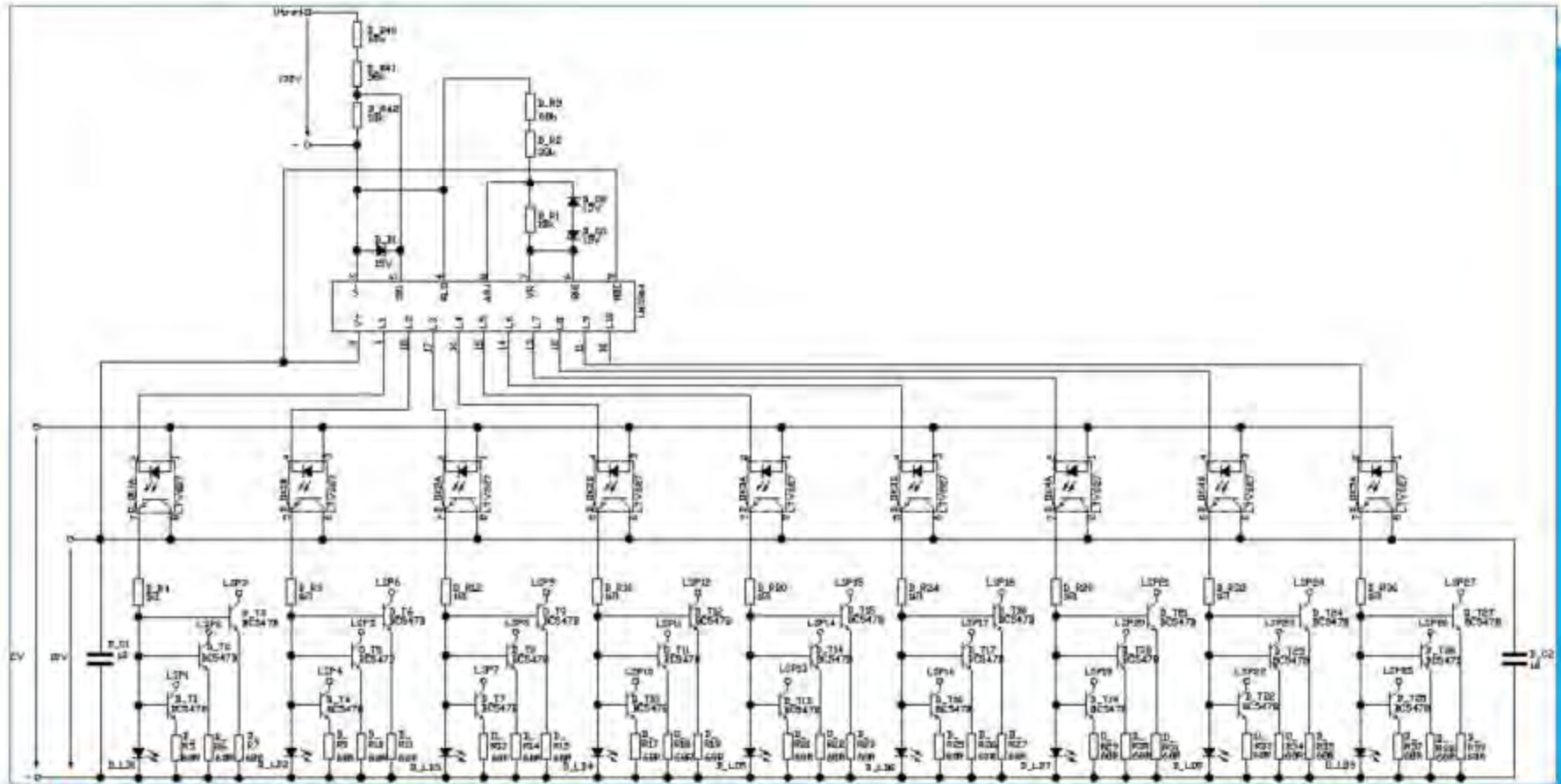


Abb. 4-8 LED-Schaltung

Stückzahl	BMKZ	Bezeichnung	Type	Wert
27	-D_R5..7, -D_R9..11, - DR13..15 -D_R17..19, -D_R21..23, - D_R25..27 -D_R29..31, D_R33..35, D_R37..39	Widerstand	CFR25J68R	68R
9	-D_R4, -D_R8, -D_R12 -D_R16, -D_R20, -D_R24 -D_R28, -D_R32, D_R36	Widerstand	CFR25J1K0	1k1
2	-D_R1, DR42	Widerstand	CFR25J18K	18k
2	-D_R2, D_R41	Widerstand	CFR25J38K	38k
2	-D_R3, D_R40	Widerstand	CFR25J38K	68k
3	-D_D1_3	Z-Diode	SML4740	UR = 15V
9	-D_LD1..9	LED rot 3mm	L-53HD	Uf = 1,2V, 20mA
2	-D_C1, D_C2	Kondensator	USR1H0R1MDD	μ 1
27	-D_T1..27	Transistor	BC547B	UCE = 45V Ic = 100mA
5	-D_OK1..5	Optokoppler	LTV827	Ic = If = 50mA UCE = 35V
1	-IC1	Dot/Bar Anzeige Treiber	LM3914	USup = 25V USig = \pm 35V
3	-BR	Drahtbrücke	-	-
27	-LSP	Lötlöte	-	1mm

Die getretene Gleichspannung, die wir vom Fahrrad erhalten, wird über Platine A geglättet und zu der LED-Platine geführt.

Diese Spannung umfasst einen Wertebereich von 0 – 140V. Da diese Spannung für die elektronische Schaltung unbrauchbar ist, wird sie mit Hilfe des Eingangsspannungsteilers D_R40, D_R41, D_R42 herabgesetzt. Die neue Eingangsspannung hat nun einen Wertebereich von 0 - 14V. Um den nachfolgenden LED-Treiber LM3914 vor möglichen Überspannungen am Eingang zu schützen, wurde die Z-Diode D-D1 mit einer Durchbruchspannung von 15V verwendet.

Die Eingangsspannung wird an die Pins 2 (V-) und 5 (SIG) angelegt. Die Widerstände D_R1, D_R2, und D_R3 dienen für eine interne Referenzspannung die an den Pins 6,7 und 8 eingestellt wird. Die Versorgungsspannung für den IC von 18V, die wir von der Eingangsgleichrichterplatine erhalten, wird an die Pins 3 (V+) und 2 (V-) angelegt.

Pin 9 (MDE) dient für die Einstellung der verschiedenen Anzeigevarianten des ICs. Legt man Massepotential an diesen Pin an so ist der IC nicht in Betrieb.

Bleibt Pin 9 unkontaktiert (Threestate) so

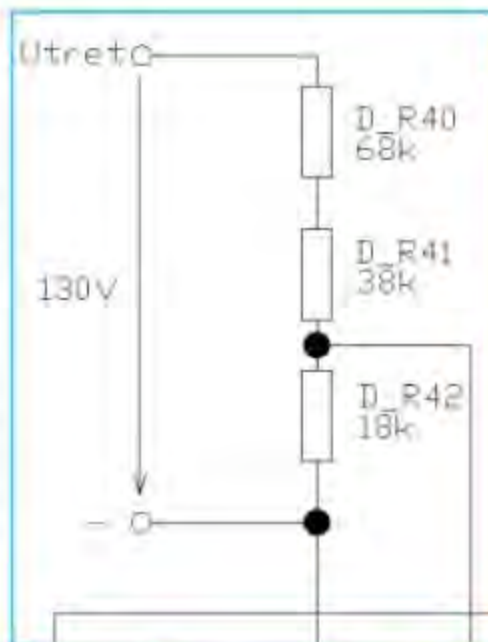


Abb. 4.10 Eingangsspannungsteiler, Detail aus Abb. 4.9

wird der IC im „Dot Display“ – Modus betrieben. Wird eine LED-Stufe freigeschalten so erlischt die LED-Stufe, die davor freigeschalten wurde.

Wird Pin 9 mit Pin 3 (V+) verbunden so befindet sich der IC im „Bar Graph Display“ – Modus. In dieser Kontaktierung werden die verschiedenen LED-Stufen freigeschalten ohne dass die vorherigen LED-Stufen deaktiviert werden, was wir für unsere Schaltung benötigen. Pin 1 und 10-18 (L1 – L10) sind die Ausgänge des ICs.

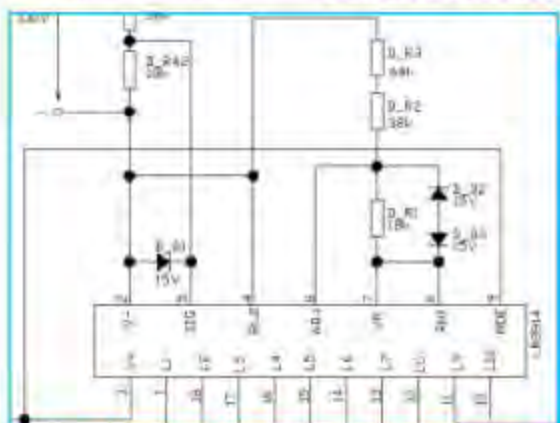


Abb. 4.11 LM3914, Detail aus Abb. 4.9

Für die LED-Platte verwendeten wir zur besseren grafischen Veranschaulichung superhelle LEDs in den Farben Blau und

Grün. Um diese zu betreiben benötigten wir eine Konstantstromquelle, die mit Hilfe einer Transistorschaltung realisiert wurde.

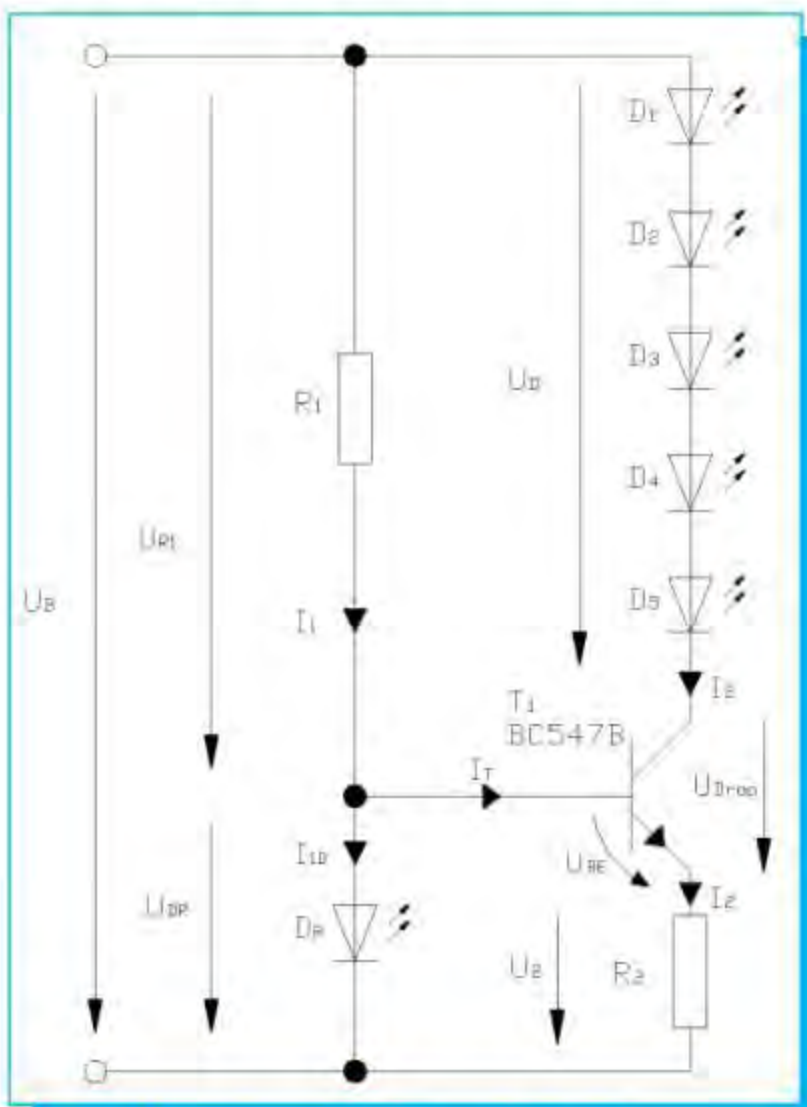


Abb. 4.12 Konstantstromquelle (Allgemeines Beispiel)

Mit jeder Konstantstromquellenschaltung können fünf superhelle blaue oder grüne LEDs versorgt werden. Jede Leuchtdiode benötigt eine Durchflussspannung von 3,2V. Also beträgt die gesamte Diodenspannung für alle LEDs das Fünf-Fache.

$$UD = 5 * 3,2V = 16V$$

Zur Ansteuerung des Transistors muss der Eingangsspannungsteiler dimensioniert werden. Als Eingangsspannungsteiler dient der Widerstand R_1 und die Leuchtdiode D_{11} . Die Diode D_{11} ist eine rote Leuchtdiode mit einer Durchlassspannung von 1,6 V. Diese Diode ist nicht nur Teil des Eingangsspannungsteilers, sondern zeigt gleichzeitig auch an, ob die Konstantstromquelle aktiv ist. Dadurch, dass an der roten LED 1,6V abfallen bleiben von 18V Versorgungsspannung nur noch eine Spannung $UR1$ von 16,9V übrig die am Widerstand $R1$ abfallen. Dieser wird so dimensioniert, dass ca. 15mA fließen können.

$$I1 = \frac{UR1}{R1} = \frac{16,9V}{1100\Omega} = 14,9mA$$

Am Knotenpunkt teilt sich der Strom auf, sodass ca. 10mA in die Diode fließen und 5mA in die Basis des Transistors.

Zur Dimensionierung des Widerstandes $R2$ wird die Maschengleichung A (Abb.4.12) angesetzt.

$$-UDR + UBE + UR2 = 0$$

Die Spannung U_{BE} ist jene Spannung die am Transistor zwischen Basis und Emitter abfällt und ist je nach verwendetem Material unterschiedlich. Für Silizium-Transistoren, die wir in dieser Schaltung verwendeten, beträgt U_{BE} 0,7V. Somit lässt sich die Spannung U_{R2} berechnen.

$$UR2 = UDR - UBE$$

$$UR2 = 1,6V - 0,7V$$

$$UR2 = 0,9V$$

Der Widerstand R_2 muss nun so ausgelegt werden, dass auch im Kollektor-Emitter-Kreis etwa 15mA für die Leuchtdioden zum fließen kommen.

$$I2 = \frac{UR2}{R2} = \frac{0,9V}{63\Omega} = 14,29mA$$

An der Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors fallen etwa 0,4V Spannung ab. Damit bleiben

$$UD = UB - U_{Dropp} - UR2$$

$$UD = 18V - 0,4V - 1,6V$$

$$UD = 16V$$

für die superhellen Leuchtdioden übrig, wie oben errechnet.

Um die einzelnen Segmente unserer LED-Platte mit Hilfe der LEDs aufleuchten zu lassen, wurde für jede der neun Stufen drei solcher Konstantstromquellen parallel geschaltet. (Michael Lechner)

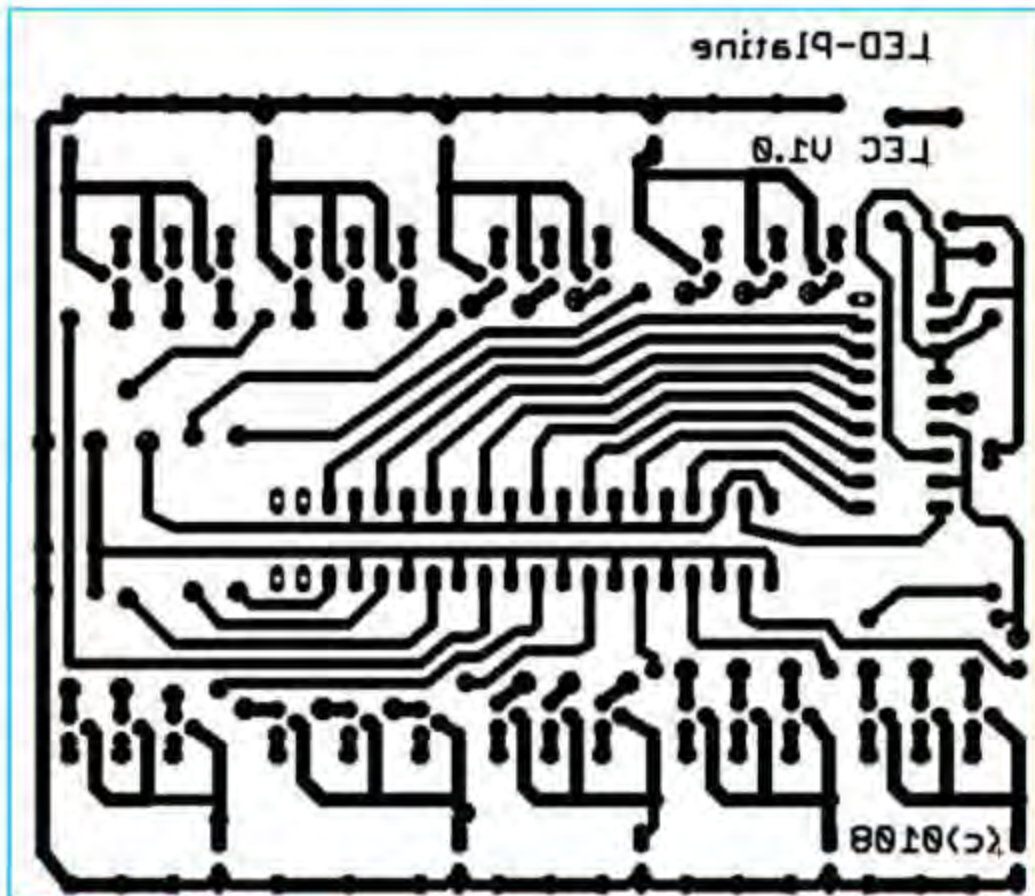


Abb. 4.13 Plattenlayout

4.5 MOS-FET-PLATINE E

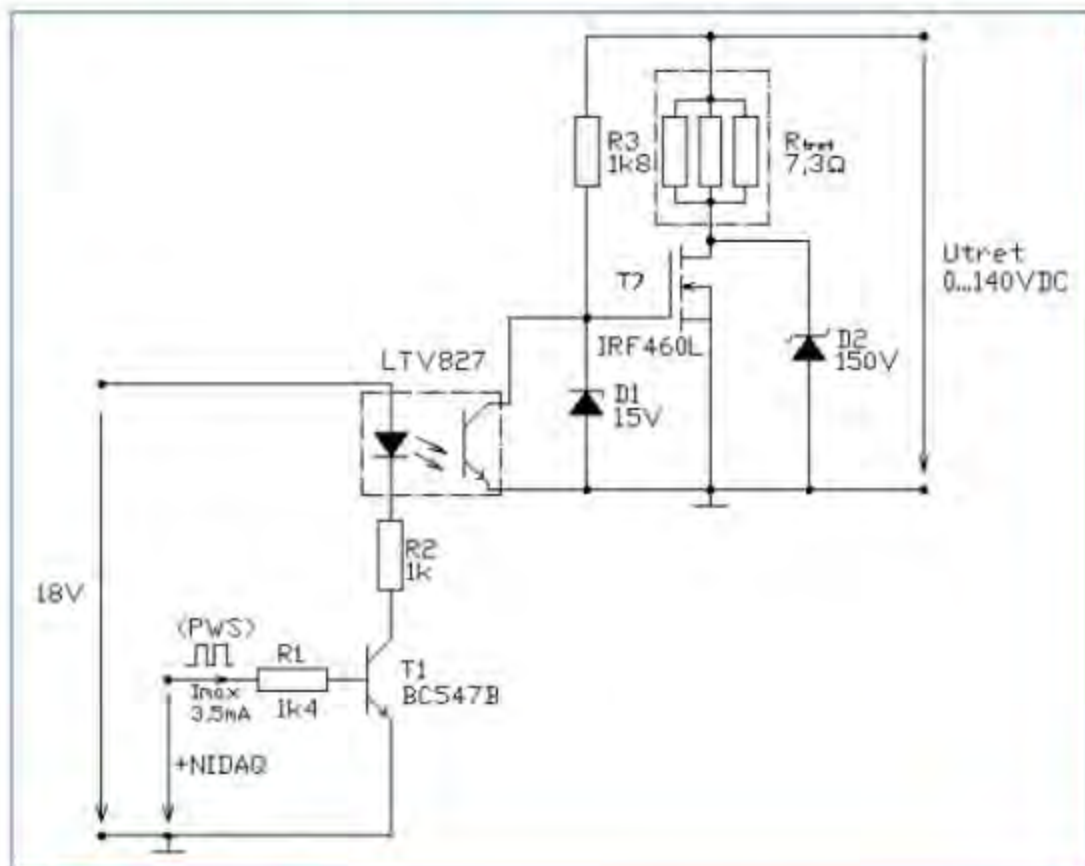


Abb. 4.14 MOS-FET Platine

Stückzahl	BMKZ	Bezeichnung	Type	Wert
1	T2	MOSFET	IRF 460L	
1	T1	Transistor	BC547 B	
1	D1	Optokoppler	LTV 827	
1	D1	Z-Diode		Un=15V
1	D2	Schottky-Diode		Un=150V
1	R1	Widerstand		1,4kΩ/0,25W
1	R2	Widerstand		1kΩ/0,25W
1	R3	Widerstand		1,8kΩ/0,25W
1	Rtref	Widerstand		7,3Ω/600W

Die MOSFET-Platine bzw. der MOSFET Bauteil stellt den elektronisch aufwändigsten Teil des gesamten „H.O.T.“ dar. Hauptproblem der damaligen MOSFET-Platine waren EMV-technische Störungen. Sie verursachten hohe Überspannungen, die das Gate des MOSFETs innerhalb kürzester Zeit zerstörten.

Ein MOSFET wird in der Leistungselektronik als reiner Schalter verwendet. Das heißt in diesem Fall, dass der Laststrom sich abhängig vom Tastverhältnis einstellt. Die Frequenz und das Muster des Ein- und Ausschaltens sind von der Steuerung des Gates abhängig. In dieser Ansteuerung liegt auch die eigentliche Schwierigkeit. Das Steuersignal am Gate ist mit einer Grundfrequenz von 10Hz pulsweitengesteuert. Durch die Pulsweitensteuerung ergeben sich unterschiedliche Laststrommittelwerte über den Widerstand R_{tret} .

Die rechte Seite der Schaltung stellt den eigentlichen Leistungsteil dar. Der linke Teil führt die Ansteuerung des Gates aus. An der Tretpspannung sind der Tretpwiderstand (externer Anschluss) und der MOS-FET angeschlossen. Zwischen Drain und Source des Bauteils befindet sich die Schottky-Diode D2, um eventuelle Überspannungen vom Gleichstromgenerator zu verhindern. Das Gate des MOS-FETs wird laut Datenblatt ab einer Spannung von ca. 3-4V leitend, wobei

diese erforderliche Spannung über U_{tret} bezogen wird. Das geschieht mit dem Spannungsteiler von R3 und der Zenerdiode D1. Die Zenerdiode stellt zudem auch noch sicher, dass das Gate keiner Überspannung ausgesetzt wird, da der MOS-FET ab einer Gatespannung von 30V zerstört wird. Der Transistor des Optokopplers im Leistungsteil schließt die Z-Diode beim Durchschalten kurz und zieht das Gatepotenzial auf Masse. Der Widerstand R3 im Spannungsteiler übernimmt gleichzeitig die Begrenzung des maximalen Transistorstromes.

Der Optokoppler der Schaltung übernimmt eine wichtige schutztechnische Rolle. Er dient der Potenzialtrennung zwischen „NIDAQ“ Messdatenerfassung und Leistungsteil. Die damalige MOS-FET Schaltung hatte den Nachteil, dass Versorgungsspannungen oder ein Teil der Tretpspannung über das Schaltungsnetzwerk in die Karte gespeist werden konnten. Dies hätte zur Zerstörung der „NIDAQ“ Datenerfassungskarte führen können. Durch integrieren des Optokopplers wird diesem Problem aus dem Weg gegangen. Der Optokoppler benötigt für das Betreiben der gehäuseinternen LED einen Strom von mindestens 15mA. Da der analoge Ausgang der Messkarte nur 3,5mA liefert, wird eine Transistor-Verstärkerschaltung benötigt. Sie ist über die Netzgleichrichter-Platine-B mit 18V versorgt. (Daniel Leanyi)

4.6 PEGELANPASSUNG F

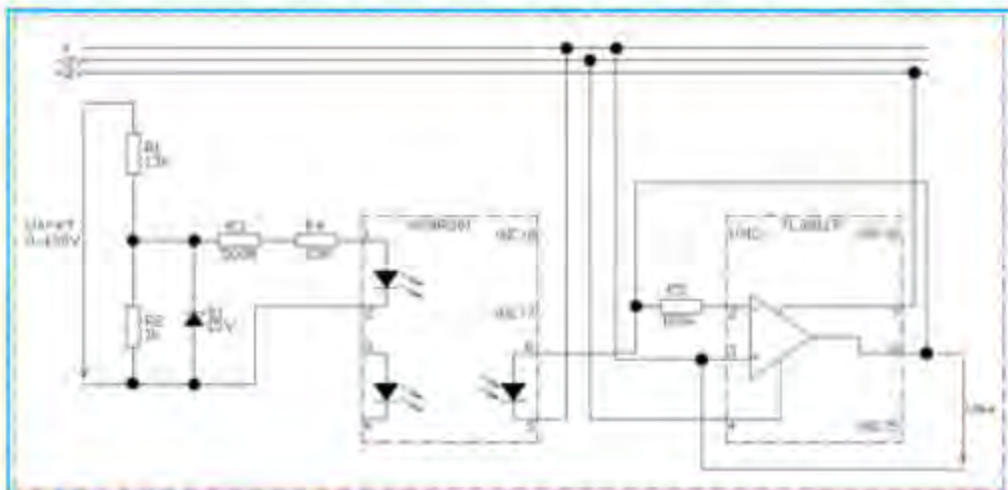


Abb. 4.15 Pegelanpassung

Stückzahl	P_BMKZ	Bezeichnung	Type	Wert
1	P_LOK	Lineartoptokoppler	HCNR201	IF=30mA UR=30V
1	P_OPV1	OPV	TL081 CP	IF=2.8mA UR=20V
1	P_D1	Z-Diode	SML4744	15V
1	P_R1	Widerstand	LR1F13K	13kΩ/0,25W
1	P_R2	Widerstand	CFR50J1K0	1kΩ/0,5W
1	P_R3	Widerstand	RCC025 560R J	560Ω/0,5W
1	P_R4	Widerstand	RCC050 33R J	33Ω/0,5W
1	P_R5	Widerstand	CFR50J180K	180kΩ/0,66W

Die Platine F wird benötigt um die getretene Spannung in ein messbares Signal umzuwandeln. Dazu wird die Tretspannung U_{tref} über den Spannungsteiler R1-R2 auf 10V begrenzt. Als zusätzlicher Schutz ist eine Z-Diode in die Schaltung integriert um den Linear-Optokoppler zu schützen. Die Widerstände R3 und R4 setzen uns in weiterer Folge die Spannung in einen Strom

um, den die LED des Linear-Optokopplers benötigt um zu leuchten. Steuert der Optokoppler durch, so wandelt der Widerstand R5 den Ausgangsstrom des Linear-Optokopplers in eine Spannung zurück die an den Operationsverstärker weitergeleitet wird. Dieser verstärkt die Spannung auf einen messbaren Wert, welche an den Pins 3 und 6 als U_{out} auftritt.

Die zuvor beschriebene Schaltung ist leider nur bei Spannungen im oberen Bereich korrekt arbeitsfähig, da der Spannungsteiler die Eingangsspannung im unteren Bereich zu klein machen würde. In Folge der zu kleinen Spannung könnte auch nicht genügend Strom erzeugt werden um den Linearoptokoppler anzusteuern. Daher verwenden wir nur den Spannungsteiler um

die Spannung in eine messbare Größe von maximal 10V umzuwandeln. Der Strom wird über einen Shunt-Widerstand in eine Spannung umgewandelt und ebenfalls gemessen. Des weiteren wurde eine Zenerdiode mit 10V Ansprechspannung der NI/DAQ-Messkarte vorgeschaltet um diese vor gefährlichen Überspannungen zu schützen. (Markus Titz)

4.7 TRIACSTEUERUNG G

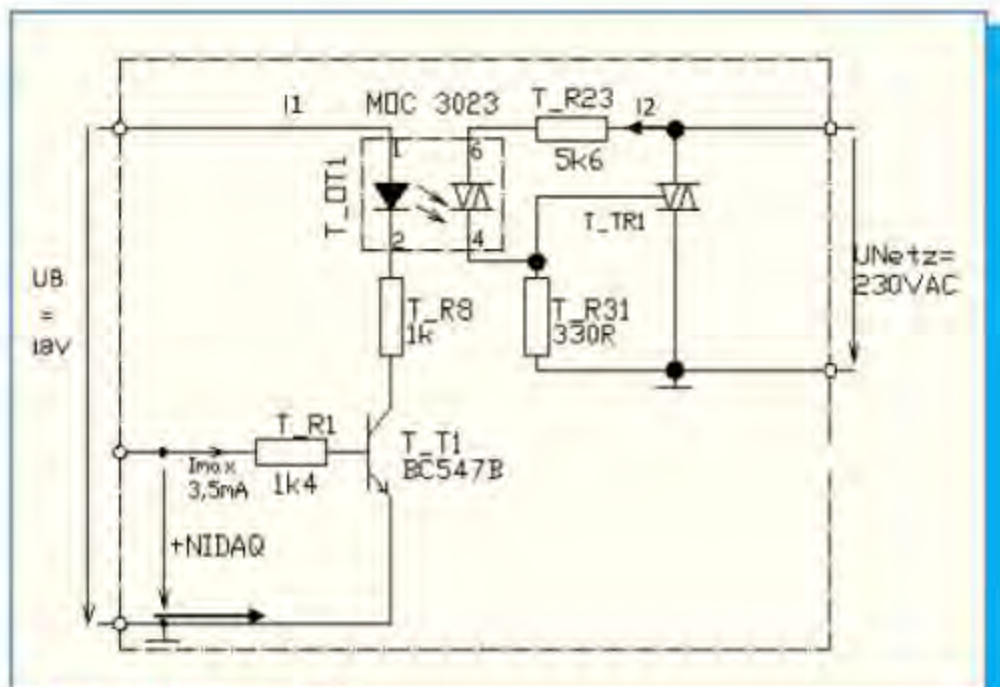


Abb. 4.16 Triacsteuerung

Stückzahl	BMKZ	Bezeichnung	Type	Wert
7	-T_R	Widerstand	CFR25J1k5	1k4
14	-T_R	Widerstand	CFR25J1k0	1k
7	-T_R	Widerstand	CFR25J330R	330R
7	-T_R	Widerstand	CFR25J5k6	5k6
7	-T_T1...7	Transistor	BC547B	$U_{CE} = 45V$ $I_c = 100mA$
7	-T_OT1...7	Optotriac	MOC3023	$I_f = 50mA$
7	-T_Tr1...7	Triac	TIC225S	$I_T = 8A$ $V_{DRM} = 700V$
7	-T_C1...7	Kondensator		2000 μ

Die Grundidee der in Abb. 4.16 gezeichneten Schaltung ist es, dass abhängig von der getretenen Leistung des Benutzers unterschiedliche Verbraucher, die an den Steckdosen am Steuerkasten angeschlossen werden, freigeschaltet werden. Dies geschieht mit Hilfe von Triacs die die Verbraucher freischalten. Welche Verbraucher freigeschaltet werden, kann über ein LabView-Programm ausgewählt werden. Die oben gezeichnete Schaltung ist für jeweils eine Steckdose aufgebaut worden.

Wird ein Verbraucher in dem LabView Programm ausgewählt, so wird über einen von acht analogen Ausgängen ein logischer High-Pegel von 5V an den Optotriac MOC3023 geschickt. Da der Strom, den die Messkarte NIDAQ PCI 6024 über den analogen Ausgang schickt, zu klein ist, muss dieser mit Hilfe einer Transistorschaltung

verstärkt werden. Erhält der Optotriac nun das Signal so fallen an der Basis-Emitterstrecke des Transistors 0,7V ab. Dieser beginnt zu leiten und schließt den Stromkreis für die 18V, die an der Diode des Optotriacs abfällt.

Es fließen nun:

$$I_1 = \frac{UB - U_{be}}{R_2} = \frac{18V - 0,7V}{1k\Omega} = 17,3mA$$

Dieser Strom ist ausreichend um die Diode im Innern des Optotriacs zum Leuchten zu bringen. Dieser schließt nun den 230V-Kreis für die Gateansteuerung des Leistungstriacs. Der Leistungstriac TIC225S schaltet durch und schließt den 230V-Kreis für die Steckdose, an der ein entsprechender Verbraucher angeschlossen werden kann. Die in Abb. 4.16 gezeigte Schaltung wird siebenmal benötigt, da insgesamt sieben Steckdosen angesteuert werden müssen.

Theorie zum TRIAC:

Ein TRIAC (Triode Alternating Current Switch) ist die Antiparallelschaltung zweier Thyristoren innerhalb eines Bauteiles. Der Durchlass/Sperrbereich ist in Vorwärts/Rückwärtsrichtung sehr empfindlich auf schnelle Spannungsänderungen. Das heißt der TRIAC schaltet selbsttätig durch. Daher werden TRIAC's nur bei kleinen Leistungen um die 100W eingesetzt.

In den meisten Fällen wird der TRIAC von einem RC Glied parallel zu MT1 und MT2 geschützt. Dieses RC Glied verhindert zu rasche Spannungsanstiege. (Michael Lechner, Markus Titz)

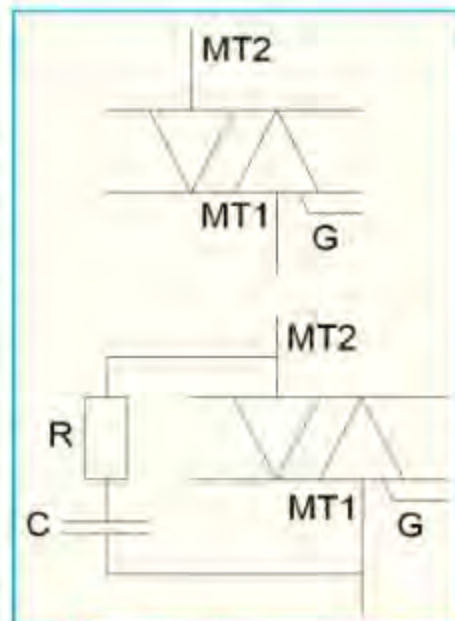


Abb. 4.17 Triac Funktionsweise

4.8 NI-DAQ-PLATINE H

Die Messkarte erfüllt in unserer Diplomarbeit mehrere Funktionen:

- Ansteuerung der MOSFET-Platine (siehe Kapitel 4.5)
- Messung der Spannung (siehe Kapitel 4.6)
- Ansteuerung der TRIAC-Platine (siehe Kapitel 4.7)

Nachdem das Funktionskonzept überarbeitet wurde, musste die Messkarte folgenden Bedingungen erfüllen:

- Ein analoger Eingang zur Messung von Strom und Spannung
- Ein analoger Ausgang zur Steuerung des MOSFETs
- Neun digitale Ausgänge zur Ansteuerung der Steckdosen
- Kompatibilität mit den Programmiersprachen LabView 7© und LabView 8©
- PCI-Slot

Da die Messkarte bereits vorhanden war, blieb uns die Suche nach geeigneter Hardware erspart. Bei der Messkarte handelt es sich um ein Produkt der Firma National Instruments vom Typ PCI-6014.

Eigenschaften der PCI-6014:

- 16 einzelne beziehungsweise 8 differenzielle Analoge Eingänge mit 16 Bit Auflösung und bis zu 200ks/s
- Zwei Analoge Ausgänge mit 12 Bit Auflösung
- Acht digitale Ein,- Ausgänge (TTL); Zwei 24 Bit Counter/Timer
- Vier Eingangssignalbereiche
- Erhebliche Vereinfachung von Konfiguration und Messung
- Kompatibel mit Windows * 2000, NT, XP, Linux und MAC OS

Folgende Software wird von der PCI-6014 unterstützt:

- LabView
- LAB Windows CVI
- VI Logger
- Measurement Studio
- Visual Basic
- C, C++

Um die Verbraucher, die an der Außenwand durch Steckdosen angeschlossen sind, auch schalten zu können wird ein Freigabesignal für jede Steckdose (mit Ausnahme der ersten) benötigt. Die Freigabe der einzelnen Steckdosen erfolgt über elektronische Schalter (TRIAC's).

Um die Verbindung von der Messkarte zu den elektronischen Schaltern zu ermöglichen, wird ein Connectorblock und ein spezielles Datenkabel von National Instruments benötigt.

Das benötigte Datenkabel verfügt über 68 Pole und ist ungeschirmt, da angenommen wird, dass das Energiefahrrad keinen besonders großen Störungen ausgesetzt wird. In Abb. 4.18 ist der Anschlussplan der Pole zu sehen. (Markus Titz)

AI 8	34	68	AI 0
AI 1	33	67	AI GND
AI GND	32	66	AI 9
AI 10	31	65	AI 2
AI 3	30	64	AI GND
AI GND	29	63	AI 11
AI 4	28	62	AI SENSE
AI GND	27	61	AI 12
AI 13	26	60	AI 5
AI 6	25	59	AI GND
AI GND	24	58	AI 14
AI 15	23	57	AI 7
AO 0	22	56	AI GND
AO 1	21	55	AO GND
NC	20	54	AO GND
P0.4	19	53	D GND
D GND	18	52	P0.0
P0.1	17	51	P0.5
P0.6	16	50	D GND
D GND	15	49	P0.2
+5 V	14	48	P0.7
D GND	13	47	P0.3
D GND	12	46	AI HOLD COMP
PFI 0/AI START TRIG	11	45	EXT STROBE
PFI 1/AI REF TRIG	10	44	D GND
D GND	9	43	PFI 2/AI CONV CLK
+5 V	8	42	PFI 3/CTR 1 SRC
D GND	7	41	PFI 4/CTR 1 GATE
PFI 5/AO SAMP CLK	6	40	CTR 1 OUT
PFI 6/AO START TRIG	5	39	D GND
D GND	4	38	PFI 7/AI SAMP CLK
PFI 9/CTR 0 GATE	3	37	PFI 8/CTR 0 SRC
CTR 0 OUT	2	36	D GND
FREQ OUT	1	35	D GND

NC = No Connect

Abb. 4.18 NI-DAQ Pinbelegung

4.9 RADIOSCHALTER PLATINE I

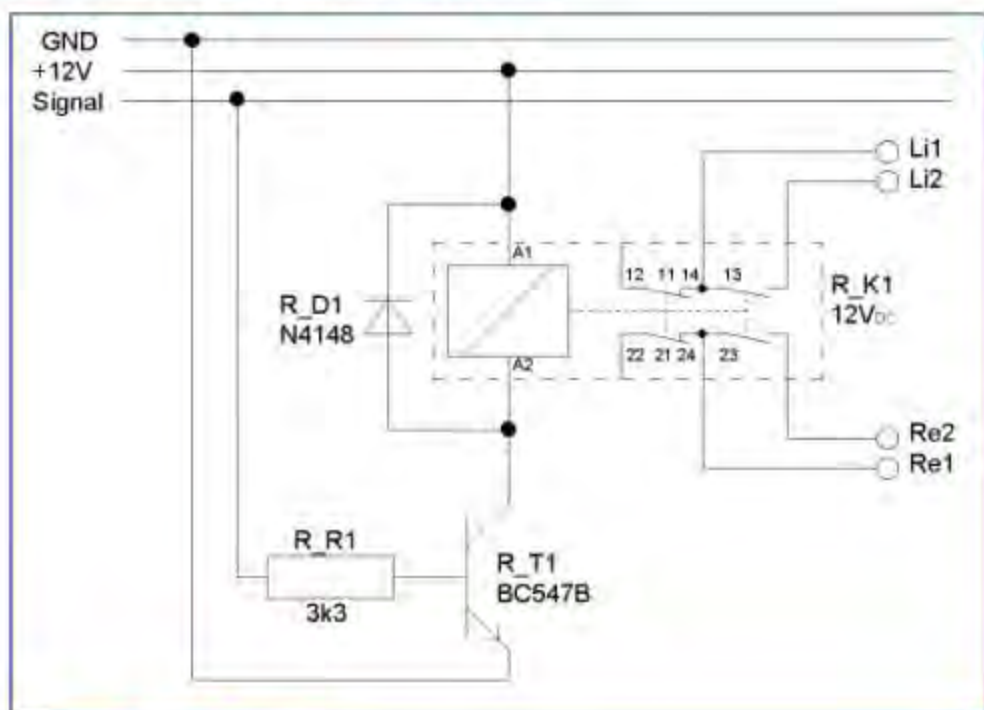


Abb. 4.19 Radioschalter

Stückzahl	BMKZ	Bezeichnung	Type	Wert
1	R_T1	Transistor	BC547	U _{CE} = 45V I _c = 100mA
1	R_R1	Widerstand	CFR50J3K3	3,3kΩ/0,5W
1	R_K1	Relais	O2 Type 40.52	UL=12VDC U _{max} =250A I _{max} =5A
1	R_D1	Diode	1N4148	V _{fmax} =1V

Die Radioschalterplatine wird zum Ein- bzw. Ausschalten der Lautsprecher benötigt. Da das Radio erst ab einer bestimmten getretenen Leistung eingeschaltet wird, müssen die Lautsprecher nicht dauernd eingeschaltet sein um Verluste zu vermeiden.

Sobald das Radio eingeschaltet wird, erzeugt die NIDAQ-Karte ein Signal von +5V. Der Widerstand R_R1 wandelt diese Spannung in einen Strom von 1,5mA um,

womit der Transistor R_T1 durchgeschaltet wird. Nun liegt das Relais R_K1 an +12V und schaltet somit durch. Dies bewirkt, dass der Schaltkontakt umschaltet und somit die Schließer 13/14 und 23/24 schließt. Da die Lautsprecher an den Anschlüssen Li1 und Li2 bzw. Re1 und Re2 angeschlossen sind, werden diese somit aktiviert.

Als Schutz gegen rückfließende Ströme wird die Freilaufdiode R_D1 dem Relais R_K1 parallel geschaltet. (Markus Titz)

5. SONSTIGES

5.1 LED-PLATTE

Die LED-Platte ist eine Sperrholzplatte, auf der alle superhellen LEDs mittels Heißklebepistole befestigt sind. Das Layout der Platte wurde zuerst auf Papier ausgedruckt und auf der Platte befestigt. Danach wurden jeweils zwei Löcher für die LEDs in die Sperrholzplatte gebohrt. Anschließend wurden die LEDs in diese

Löcher gesteckt und ebenfalls mit Heißkleber befestigt. Die Anschlüsse der LEDs wurden über Drähte, die gebündelt in einem Spiralschlauch geführt werden, mit den Lötstiften der LED-Platine verbunden. Um die dünnen Drähte zu schützen wurden diese zugentlastet. (Michael Lechner)



Abb. 5.1 LED-Platte vordere Ansicht



Abb. 5.2 LED-Platte hintere Ansicht

5.2 WECHSELRICHTER

Um mit der generierten Gleichspannung verschiedene Wechselstromverbraucher betreiben zu können, muss vorerst die Spannung umgeformt werden. Dafür eignet sich ein Wechselrichter.

Die erzeugte Gleichspannung unseres Generators hätte planungsgemäß vom

bereits vorhandenen Wechselrichter umgeformt werden sollen. Mit der umgeformten Wechselspannung hätten die elektrischen Verbraucher an den Steckdosen direkt versorgt werden können. Aufgrund des Zeitmangels zum Ende des Jahres konnte der Wechselrichter jedoch nicht mehr in Betrieb genommen werden.

Sinus Wechselrichter

K 500

Datenblatt des K 500 mit Option D

Ausgangsleistung	500 VA / W		
Ausgangsspannung [V _{ac}]	230	± 5 %	Frequenz 50 Hz ± 0,1 %
Ausgangsstrom [A]	2,17		
Spannungskümfaktor	ca. 6 % bei gemischer Last		
Überlastschutz	Abschaltung nach 2 min bei 150%		
	Abschaltung nach 5 sec bei 200%		
	Abschaltung nach 20 msec bei 400%		
	Sofortabschaltung bei 500%		
zulässiger cos φ	Ausgewiesen für jeden Wert innerhalb der Leistungsangabe in VA		
cos φ Faktor	0,9		
Funktionstyp	EN 55014A		
zul. Umgebungstemperatur	- 25° C ... + 70° C		
Kühlung	Konvektion		
Geräusch [db(A)]	45		
Gehäuse	Aluminiumgehäuse lackiert		
Schutzart	IP 20		
Typ	K 500		
Abmessungen (B x T x H) [mm]	206 x 144 x 410 + 30 mm PG-Verschraubung		
Farbe	Blau		
als 19" Einschub [mm]	3 HE x 360 x 50mm Klemmen (Farbe Frontplatte beige (RAL 7032))		
Gewicht [kg]	1,4kg (Open O: 0,9kg)		
Ausführung	gehäusisch getrennt, fernschaltbar durch gehäusisch getrennten Schalter		
Anzeigen	Ausgang	LED grün dauerhaft	Gerät liefert Ausgangsspannung
		LED grün blinkend	signalisiert "Automatisch ein"
	Eingang	LED grün dauerhaft	Eingangsspannung ok
		LED rot blinkend	Unterspannung
		LED rot dauerhaft	Überspannung
	LED rot blinkend	Übertemperatur	
	LED rot blinkend	Überlast	
Verpölungsschutz	durch Paneldiode und Schutzsicherung		
Anschlüsse	über PG-Verschraubung auf interne Klemmen (außer 19"-Einheit)		
Hinweis Option D	Gerät gebaut gemäß EN 50155 in Bezug auf Schock- und Vibrationsfestigkeit, Klimafestigkeit, EMV		

Eingangsspannung Voc	12	24	36	48	50	110	125	220
zulässige Toleranz	30 % V ± 35 %							
U _e max (Abschaltswelle) [V _{dc}]	> 16	> 32	> 48	> 64	> 81	> 148	> 158	> 257
U _e min (Abschaltswelle) [V _{dc}]	< 8	< 17	< 25	< 34	< 42	< 77	< 88	< 154
Stromaufnahme bei Nennlast [A]	5,2	2,6	1,7	1,2	0,8	5,4	4,7	2,5
Stromaufnahme im Leerlauf [A]	0,3	0,25	0,25	0,2	0,2	0,1	0,1	0,07
Stromaufnahme bei Auto ein [A]	± 0,03	± 0,30	± 0,03	± 0,03	± 0,03	± 0,03	± 0,03	± 0,03
Wirkungsgrad [%]	80	80	88	83	85	85	90	90

Gerätebezeichnung Gehäuse K 500 - Eingangsspannung / 230 - D
 19" Einbaueinheit K 500 - Eingangsspannung / 230 - D - G

Abb. 5.3 Wechselrichter Datenblatt

Typenschild

KACO GERÄTETECHNIK GmbH				
Kreuzböschung 35 - D-74081 Heilbronn				
Gerät	Sinus-Wechselrichter, PWM-Technik			
Typ	K 500 - 110 / 230 - D			
Eingang	110 V DC	Frequenz	— Hz	
Ausgang	230 V AC	Frequenz	50 Hz	
Leistung	500 VA	Schutzart	IP 20	
Ausgangsstrom	2,17 A AC	Maxi	2,61 A AC	
Lastart	W, L, C	Betriebsart	OB	
Stromrichterarchib.	brennstoff			
Schutzklasse	1	galvanisch getrennt		
IEC-Norm 145-1-1:1991 EN 60 146				
Geräte-Nr.	25 R34	Baujahr	2002	

Typenschlüssel				
K	500	/	230	D
Gehäusety	Ausgangsleistung in VA	Eingangs- spannung in V _{DC}	Ausgangs- spannung in V _{AC}	im Gehäuse integrierte Optionen

Beschreibung der Optionen

A	Lastabhängige automatische Ein- und Ausschaltung Schaltet bei einer Last von < 50 VA das Gerät verzögert aus Schaltet bei einer Last von > 50 VA das Gerät innerhalb 2 Sekunden ein
B	Funktionsgrad B nach EN 55022 B eingangsseitig: nach EN 55022 B - Eingangsfilter (Option F), Entstörkondensatoren ausgangsseitig: Netzfilter, Entstörmaßnahmen
C	Schweizer Steckdose an Gerätefront Steckdose für Schweizer Netz (Auf Anfrage sämtliche gängigen Steckdosen erhältlich)
D	Bahnausführung Beinhaltet die Optionen R (rüttelfest), K (Gerät auf Schwingmetallen montiert), E (erweiterter Temperaturbereich: -25° C → +70° C), W (erweiterter Eingangsspannungsbereich: +35% / -30%)

Abt. 5.4 Typenschild des Wechselrichters.

Sinus Wechselrichter

K 500



EU-Konformitätserklärung

Für das folgend bezeichnete Gerät:

Sinus-Wechselrichter

Bezeichnung:	K 500
Leistung:	500VA
Eingang:	24 - 220 VDC
Ausgang:	230V / 50Hz

wird hiermit bestätigt, daß es den Schutzanforderungen entspricht, die in der Richtlinie des Rates der Europäischen Union vom 3. Mai 1988 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit (89/336/EWG) und den Niederspannungsrichtlinien (72/23 EWG) festgelegt sind.

Zur Beurteilung des Erzeugnisses hinsichtlich elektromagnetischer Verträglichkeit wurden folgende Normen herangezogen:

Störaussendung:	EN 55014-1: 1993
Störfestigkeit:	EN 55014-2: 1997
Oberschwingungen:	EN 61000-3-2: 1995
Spannungsschwankungen + Flicker:	EN 61000-3-3: 1995

Zur Beurteilung hinsichtlich der elektrischen Sicherheit wurde folgende Norm herangezogen:

Halbleiter-Stromrichter	EN 60146-1-1: 1994
	EN 60146-1-3: 1994

Diese wird verantwortlich für den Hersteller

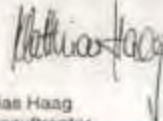
KACO GERÄTECHNIK GmbH
Gottfried-Leibniz-Str. 1
74172 Neckarsulm

abgegeben durch

Matthias Haag
QM-Beauftragter

Neckarsulm, 24. Januar 2003
KACO GERÄTECHNIK GmbH

l. v.



Matthias Haag
QM-Beauftragter

Abb. 5.5 Konformitätserklärung

6. SCHLUSSWORT

Rückblickend ist das Jahr in vielerlei Hinsicht anders als erwartet verlaufen. Durch ausreichende Planung dachten wir das Projekt in kürzester Zeit abschließen zu können. Leider sorgten abermals die feinen Unterschiede zwischen Theorie und Praxis für Probleme und damit große Zeitverluste.

Die Kommunikation innerhalb unserer Gruppe und die Arbeitsteilung bis in kleinste Aufgaben funktionierten fast immer reibungslos. Zwar konnte dadurch die Produktivität auf einem enorm hohen Niveau gehalten werden, die Übersicht über das Gesamtprojekt ging jedoch manchmal verloren.

Der anfangs grenzenlose Optimismus hielt nur wenige Monate. Hauptgrund dafür war die MOSFET-Platine, welche uns, genau wie der damaligen Gruppe, die meisten Schwierigkeiten bereitete. Zudem verschlangen Arbeiten wie das Erstellen von Gleichrichterplatinen für die Versorgung der Schaltungen und die Verdrahtung des gesamten Steuerkastens Unmengen von Zeit. Mechanische Arbeiten und der dafür nötige Zeitaufwand, wie das Zuschneiden von neuen Plastikteilen für den Steuerkasten wurden ebenfalls sehr unterschätzt. Selbst die LED-Platine bereitete uns großen Kummer, obwohl im Vorjahr bereits eine funktionierende Schaltung gefertigt wurde.

Weitere Zeitverluste sind auf teils fehlende Materialien und Bauteile zurückzuführen. Andererseits hätten diese Probleme durch permanente Optimierung der Projektplanung kompensiert werden können.

Das bei weitem größte Opfer, welches die gesamte Gruppe erbrachte, war die Nutzung nahezu aller freien Nachmittage für die Diplomarbeit. Der Begriff Freizeit nahm so völlig neue Dimensionen an.

Neben all den negativen Aspekten unterschätzen wir natürlich die gewonnenen positiven Erfahrungen nicht. Mit Stolz kann jeder von uns behaupten, sein Wissen im Bereich Elektronik und Leistungselektronik vervielfacht zu haben.

Zusätzlich stellten Veranstaltungen wie der Tag der offenen Tür oder die jährliche Projektwoche eine willkommene Abwechslung dar. Diese Events waren wichtige Belastungstests für unsere Diplomarbeit, durch welche wir aber auch erneut Motivation schöpfen konnten.

Im Nachhinein betrachtet, hätten wir im Aufbau und der Planung unserer Diplomarbeit vieles anders machen können. Vor allem hätte verlorene Zeit sinnvoller in die Entwicklung der MOSFET-Platine und vor allem des Wechselrichters investiert werden können. (Daniel Leanyi)

7. DANKSAGUNGEN

Dieses Kapitel möchten wir folgenden Personen widmen, ohne deren Unterstützung die Realisierung dieser Diplomarbeit nicht möglich gewesen wäre:

- Prof. Dipl.-Ing. Herman FREIBERGER, der uns mit seinem Fachwissen über Elektronik und LabVIEW unter die Arme griff.
- Prof. Dipl.-Ing. Johannes DORFNER, der uns ebenfalls mit seinem Fachwissen und moralischen Ansporn zur Seite stand.
- Prof. Dipl.-Ing. Wilhelm BONATZ, der uns in jeder Situation mit Ratschlägen zu helfen wusste.
- OSR FOL Dipl.-Päd. Anton MECHEŠ, der uns mit seinen unterrichteten Themen bei unserer Diplomarbeit geholfen hat und uns Materialien zur Verfügung gestellt hat.
- FOL Dipl.-Päd Otto REISENAUER, der uns ebenfalls Materialien zur Verfügung gestellt hat.
- FOL StR Dipl.-Päd.Ing. Josef RAFETSEDER, der sich Zeit für das Erstellen unserer Platinen genommen hat.
- Den Schulwarten, die uns den Zugang zu den Laboratorien in unserer unterrichtsfreien Zeit gewährt haben.

Und außerdem möchten wir uns bei

- Dir. HR Dipl.-Ing. Dr. Peter ISRAILOFF
- AV Dipl.-Ing. Herman ZAUNER

bedanken, die uns dieses Projekt ermöglichten.

B. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1.1 Technologieschema	5
Abb. 2.1 Hauptmenü Benutzeroberfläche	7
Abb. 2.2 Testlauf Benutzeroberfläche	8
Abb. 2.3 Geschwindigkeitstest Benutzeroberfläche	9
Abb. 2.4 Leistungsdiagnose Benutzeroberfläche	10
Abb. 2.5 Zufallsgenerator Benutzeroberfläche	11
Abb. 2.6 Freies Training Benutzeroberfläche	12
Abb. 2.7 Weg mit dem (Winter)Speck Benutzeroberfläche.....	13
Abb. 3.1 Hometrainer	15
Abb. 3.2 DC Generator	15
Abb. 3.4 Steuerkasten Verbraucher.....	16
Abb. 3.6 Steuerkasten LED-Front.....	16
Abb. 3.3 Steuerkasten Innenseite.....	16
Abb. 3.5 Steuerkasten Lüfter.....	16
Abb. 3.7 Elektrischer Funktionsblockplan	18
Abb. 3.8 Hauptmenü Benutzeroberfläche	20
Abb. 3.9 Hauptmenü Programmierenebene.....	21
Abb. 3.10 Spannungsmessung Programmierenebene.....	22
Abb. 3.12 Testlauf Benutzeroberfläche	24
Abb. 3.11 Testlauf Programmierenebene.....	24
Abb. 3.13 Testlauf 20% Leichtigkeit	25
Abb. 3.14 Testlauf 80% Leichtigkeit.....	25
Abb. 3.15 Geschwindigkeitstest Benutzeroberfläche	26
Abb. 3.16 Geschwindigkeitstest Programmierenebene	26
Abb. 3.17 Geschwindigkeitstest Anzeigen, Detail aus Abb.3.16	27
Abb. 3.18 Geschwindigkeitstest virtuelle LEDs, Detail aus Abb 3.16.....	27
Abb. 3.19 Leistungsdiagnose Programmierenebene.....	28
Abb. 3.21 Leistungsdiagnose Zähler, Detail aus Abb.3.19	30
Abb. 3.20 Leistungsdiagnose Steuerung allgemein, Detail aus Abb.3.19	30
Abb. 3.22 Leistungsdiagnose Balkenanzeige, Detail aus Abb.3.19	31
Abb. 3.23 Leistungsdiagnose Stopp-Bedingung, Detail aus Abb.3.19	32
Abb. 3.24 Zufallsgenerator Programmierenebene.....	33

Abb. 3.27 Zufallsgenerator Zähler, Detail aus Abb.3.24	34
Abb. 3.26 Zufallsgenerator Leichtigkeitswert-Generierung, Detail aus Abb.3.24	34
Abb. 3.25 Zufallsgenerator Leichtigkeitssteuerung und Anzeigen, Detail aus Abb.3.24	34
Abb. 3.28 Freies Training Programmiererebene.....	35
Abb. 3.29 Weg mit dem (Winter)Speck Programmiererebene	36
Abb. 3.30 Weg mit dem (Winter)Speck Produktauswahl, Detail aus Abb.3.29	37
Abb. 3.31 Weg mit dem (Winter)Speck Verbrauchsberechnung, Detail aus Abb.3.29	37
Abb. 3.32 HOT-Spezial Programmiererebene.....	38
Abb. 3.34 Digitale Ausgangskonfiguration, Detail aus Abb.3.32	39
Abb. 3.33 Auswahl der Verbraucher, Detail aus Abb.3.32	39
Abb. 3.35 Variablendeklaration.....	40
Abb. 3.36 Programmsequenz.....	40
Abb. 4.1 Eingangsglättung.....	41
Abb. 4.2 Netzgleichrichter.....	42
Abb. 4.3 Graetzschaltung	43
Abb. 4.4 Netzspannungsverlauf.....	43
Abb. 4.5 gleichgerichtete Netzspannung	43
Abb. 4.6 gleichgerichtete Netzspannung mit Ladekondensator	44
Abb. 4.7 RC-Siebung.....	44
Abb. 4.8 Radionetzteil.....	45
Abb. 4.9 LED-Schaltung	47
Abb. 4.11 LM3914, Detail aus Abb. 4.9.....	49
Abb. 4.10 Eingangsspannungsteiler, Detail aus Abb. 4.9.....	49
Abb. 4.12 Konstantstromquelle (Allgemeines Beispiel).....	50
Abb. 4.13 Platinenlayout.....	52
Abb. 4.14 MOS-FET-Platine	53
Abb. 4.15 Pegelanpassung	55
Abb. 4.16 Triacsteuerung	56
Abb. 4.17 Triac Funktionsweise.....	57
Abb. 4.18 NI-DAQ Pinbelegung.....	59
Abb. 4.19 Radioschalter	60
Abb. 5.2 LED-Platte hintere Ansicht.....	61
Abb. 5.1 LED-Platte vordere Ansicht.....	61
Abb. 5.3 Wechselrichter Datenblatt	62

Abb. 5.4 Typenschild des Wechselrichters.....	63
Abb. 5.5 Konformitätserklärung.....	64

9. QUELLENVERZEICHNIS

- Böhmer, Erwin: Elemente der angewandten Elektronik. Vieweg Verlag 2000
- Diplomarbeit „Energiefahrrad“, 2005/06
- Netzgleichrichter: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/slt/0201071.htm>
- Ladekondensator: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/slt/0210251.htm>

INHALTSVERZEICHNIS

PROJEKTIDEE	1
EINLEITUNG	2
ABSTRACT	3
1. FUNKTIONSPRINZIP UND TECHNOLOGIESCHEMA	4
2. INBETRIEBNAHME UND BENUTZERANLEITUNG	6
2.1 INBETRIEBNAHME DER STEUERKONSOLE	6
2.2 PROGRAMMBEDIENUNG	7
2.2.1 Hauptmenü	7
2.2.2 Testlauf	8
2.2.3 Geschwindigkeitstest	9
2.2.4 Leistungsdiagnose	10
2.2.5 Zufallsgenerator	11
2.2.6 Freies Training	12
2.2.7 Weg mit dem (Winter)Speck	13
2.2.8 H.O.T-Spezial	14
3. TECHNISCHE ÜBERSICHT	15
3.1 HOMETRAINER	15
3.2 STEUERKASTEN KONSTRUKTION	16
3.3 ELEKTRISCHER FUNKTIONSBLOCKPLAN	17
3.4 KLEMMEN- UND SCHALTKONTAKTPLAN	19
3.5 „H.O.T.“ BENUTZEROBERFLÄCHE	20
3.5.1 Hauptmenü	20
3.5.2 Spannungsmessung	21
3.5.3 Testlauf	23
3.5.4 Geschwindigkeitstest	26
3.5.6 Zufallsgenerator	33
3.5.7 Freies Training	35
3.5.8 Weg mit dem (Winter)Speck	36
3.5.9 H.O.T-Spezial	38
3.5.10 Anmerkungen	40

4. PLATINEN	41
4.1 EINGANGSGLÄTTUNG A	41
4.2 NETZGLEICHRICHTER B	42
4.3 RADIONETZTEIL C	45
4.4 LED-PLATINE D	47
4.5 MOS-FET-PLATINE E	53
4.6 PEGELANPASSUNG F	55
4.7 TRIACSTEUERUNG G	56
4.8 NIDAQ-PLATINE H	58
4.9 RADIOSCHALTER PLATINE I	60
5. SONSTIGES	61
5.1 LED-PLATTE	61
5.2 WECHSELRICHTER	62
6. SCHLUSSWORT	65
7. DANKSAGUNGEN	66
8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	67
9. QUELLENVERZEICHNIS	70