

# Regelungstechnik Workshop



Bruno Wamister

Burgistein, Freitag, 22. Mai 1998

## Leitidee:

Mit dieser Werkstatt soll der Lernende die theoretischen Grundkenntnisse im Fach Regelungstechnik anwenden, einsetzen und vertiefen. Für die verschiedenen Regelkreisblöcke soll der Schüler weitere Bauelemente kennenlernen. Er soll sich mit den verschiedenen Reglertypen und Reglereigenschaften auseinandersetzen und einfache regeltechnische Probleme mit Hilfe von zeitgemässen Werkzeugen selbständig lösen können.

## Organisation des Arbeitsablaufes:

- Jede Arbeit in diesem Workshop ist, ihrem Anspruchsniveau und Aufwand entsprechend, mit einer unterschiedlich hohen Punktzahl bewertet.
- Wählen Sie die zu bearbeitenden Themen anhand Ihres Wissensstandes selber aus
- Sie können allein oder in Zweiergruppen arbeiten
- Zu Ihrer Arbeitskontrolle führen Sie einen Arbeitspass, in welchem Sie das Thema, das Datum der Bearbeitung sowie die aufgewendete Zeit eintragen. Ihren Arbeitsstand müssen Sie zudem in der Arbeitskarte der Klasse laufend eintragen.
- Ein Arbeitsblock ist abgeschlossen, wenn Sie die geforderten Ziele erreicht und die zu erstellenden Dokumente dem Lehrer vorgelegt haben.
- Sie bewerten die von Ihnen durchgeführten Arbeiten selber und beurteilen wieviele Punkte Ihre Arbeit wert ist. Die maximale Punktzahl für die jeweilige Arbeit finden Sie bei den Zielsetzungen.
- Hilfsmittel: Kurs Regelungstechnik

## Inhalt des Workshops:

### Regelkreis Grundlagen:

**A:**

Elemente des Regelkreises

**B:**

OPAMP als Regler

### Regelkreiskomponenten:

**C:**

Temperatursensoren

**D:**

Aktoren Stellglieder

**E:**

Spannungsreferenzen

### Zweipunktregler:

**F:**

Ventilator Zweipunktregler

**G:**

Boiler Zweipunktregler

### PID-Regler:

**H:**

PI-Motordrehzahlregler

**I:**

PID-Regler abgleichen

**K:**

Regelkreis mit PSPICE

**L:**

Nachlaufregler für Solarpanel

### Repetition:

**M:**

Mindmap zur Regelungstechnik



# Regelungstechnik Workshop



## Zielsetzungen für die einzelnen Werkstattblöcke:

<b>A</b>	<b>Elemente des Regelkreises</b> Die Elemente eines Regelkreises bezeichnen und einer Schaltung zuordnen. Die Symbole der einzelnen Regelkreistypen skizzieren	<b>5 Punkte</b>
<b>B</b>	<b>OPAMP als Regler</b> Die Funktionsweise der Operationsverstärker-Grundsaltungen skizzieren und anhand der mathematischen Formel die Eigenschaften beschreiben	<b>8 Punkte</b>
<b>C</b>	<b>Temperatursensoren</b> Die Eigenschaften verschiedener Sensortypen vergleichen und die Eignung für den Einsatz in einem Zweipunktregler und einem PID-Regler beurteilen	<b>8 Punkte</b>
<b>D</b>	<b>Aktoren Stellglieder</b> Die Funktionsweise der für Regelkreise gebräuchlichen Stellglieder zusammenfassen und eine Kurzübersicht erstellen	<b>8 Punkte</b>
<b>E</b>	<b>Spannungs-Referenzelemente</b> Geeignete Spannungsreferenzelemente suchen. In einer Kurzübersicht die Eigenschaften der Verschiedenen Referenzelemente einander gegenüberstellen	<b>8 Punkte</b>
<b>F</b>	<b>Ventilator Zweipunktregler</b> Dimensionieren, aufbauen und ausmessen eines einfachen Zweipunktreglers für einen Ventilator. Schaltung dokumentieren.	<b>10 Punkte</b>
<b>G</b>	<b>Boiler Zweipunktregler</b> Dimensionieren, aufbauen und ausmessen eines einfachen Zweipunktreglers für eine Heizung eines elektrischen Boilers. Schaltung dokumentieren.	<b>12 Punkte</b>
<b>H</b>	<b>PI-Motor-Drehzahlregler</b> Dimensionieren, aufbauen und ausmessen eines PI-Reglers, der die Drehzahl eines Elektromotors konstant hält. Schaltung dokumentieren.	<b>15 Punkte</b>
<b>I</b>	<b>PID-Regler abgleichen</b> Einen bestehenden Regelkreis optimal abgleichen. Das Vorgehen beim Abgleich mit einem Flussdiagramm dokumentieren	<b>8 Punkte</b>
<b>K</b>	<b>Regelkreis mit PSPICE analysieren</b> Mit dem Programm PSPICE einen einfachen Regelkreis simulieren. Die Antwort des Regelkreises auf Laständerungen untersuchen und optimale PID-Anteile bestimmen	<b>12 Punkte</b>
<b>L</b>	<b>Nachlaufregler für Solarpanel</b> Ein eindimensionales Nachlauf-Reglersystem für ein Solarpanel entwickeln, aufbauen und ausmessen. Arbeit dokumentieren.	<b>15 Punkte</b>
<b>M</b>	<b>Mindmap zur Regelungstechnik</b> Erstellen eines Minmaps zum Thema Regelungstechnik. Die während dem Kurs und in diesem Workshop gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen grafisch zusammenfassen.	<b>8 Punkte</b>

# Regelungstechnik Workshop



## Arbeitspass:

	<i>Thema</i>	<i>Datum der Bearbeitung</i>	<i>Aufgewendete Zeit</i>
A	Elemente des Regelkreises		
B	OPAMP als Regler		
C	Temperatursensoren		
D	Aktoren Stellglieder		
E	Spannungs-Referenzelemente		
F	Ventilator Zweipunktregler		
G	Boiler Zweipunktregler		
H	PI-Motor-Drehzahlregler		
I	PID-Regler abgleichen		
K	Regelkreis mit PSPICE analysieren		
L	Nachlaufregler für Solarpanel		
M	Mindmap zur Regelungstechnik		

# Regelungstechnik Workshop



## Arbeitsrückblick:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M
Welche Arbeit war für Sie am Lehrreichsten?												
Welche Arbeiten hat Ihnen nicht viel gebracht?												
Bewerten Sie die Wirksamkeit der Aufgaben mit den Noten 1..6 (6 ist die beste Note).												
Für welche Aufgabe haben Sie am meisten Zeit aufgewendet?												
Welche Aufgabe gab Ihnen am wenigsten zu tun?												
Bei welchen Arbeiten muss der Arbeitsauftrag verbessert werden?												
Welche Arbeiten sollten weggelassen werden?												
Bei welchen Aufgaben waren Sie unterfordert?												
Bei welchen Aufgaben waren Sie überfordert?												

Geben Sie hier noch Ihren persönlichen Kommentar zu diesem Workshop:

# A Elemente des Regelkreises



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Die Elemente eines Regelkreises bezeichnen und einer Schaltung zuordnen. Die Symbole der einzelnen Regelkreistypen skizzieren

## Unterlagen:

Versuchen Sie dieses Blatt als Repetition ohne weitere Unterlagen auszufüllen.

## Aufträge:

- Ergänzen Sie die Skizze auf der folgenden Seite mit den entsprechenden Bezeichnungen
- Ordnen Sie in der untenstehenden Tabelle die Elemente des Regelkreises den Komponenten eines Spannungsreglers zu
- Zeichnen Sie die Symbole der in der Tabelle aufgeführten Regelkreiselemente

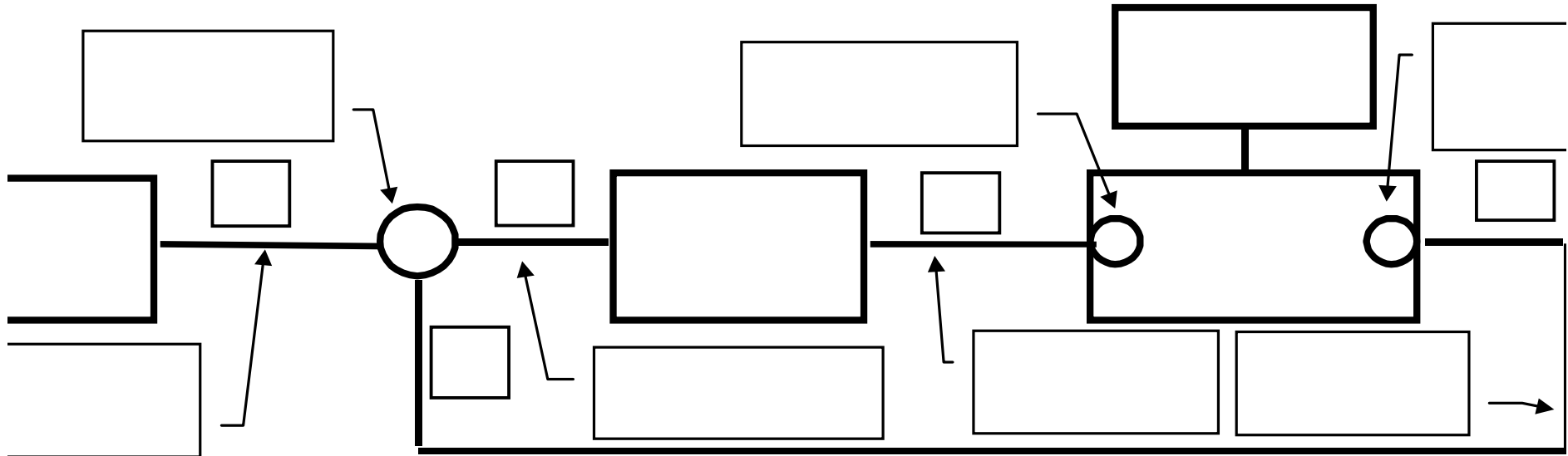
Ordnen Sie den Elementen eines Regelkreises die Baugruppen eines Spannungsreglers zu:

<i>Regelkreisbezeichnung:</i>	<i>Spannungsreglerkomponente:</i>
Sollwertgeber	Spannungsreferenz z.B. Zenerdiode, TL431

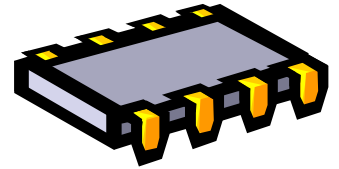
Skizzieren Sie die Symbole der folgenden Regelkreistypen:

<i>P-Regler</i>	<i>I-Regler</i>	<i>D-Regler</i>	<i>Totzeitglied</i>

Bezeichnen Sie die einzelnen Blöcke und Signale eines Regelkreises:



# B OPAMP als Regler



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

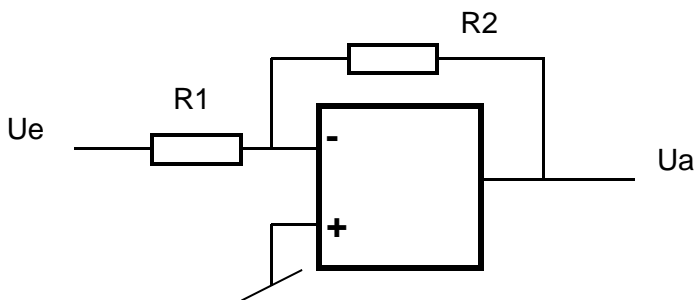
## Ziel:

Die Funktionsweise der Operationsverstärker-Grundsaltungen skizzieren und anhand der mathematischen Formel die Eigenschaften beschreiben

## Aufträge:

- Skizzieren Sie die verschiedenen OPAMP Schaltungen
- Geben Sie an, wie sich  $U_a = f(U_e)$  verhält
- Beschreiben Sie in Stichworten die Schaltungsfunktion

### Invertierender Verstärker (Beispiel)



$$V = U_a/U_e = R_2/R_1$$

$$U_a = - U_e (R_2/R_1)$$

Die Eingangsspannung  $U_e$  wird um den Faktor  $V$  verstärkt und mit umgekehrtem Vorzeichen (invertiert am Ausgang ausgegeben ( $U_a$ )). Der Eingangswiderstand des invertierenden Verstärkers ist entspricht dem Widerstand  $R_1$

### Nicht-Invertierender Verstärker

---

## B OPAMP als Regler

---

### Operationsverstärker als Integrator

--	--

--

### Operationsverstärker als Differentiator

--	--

--

---

---

## B OPAMP als Regler

---

### Summierender Verstärker

--	--

### Subtrahierender Verstärker

--	--

### Operationsverstärker als Schmitt-Trigger

--	--

# C

# Temperatur- sensoren



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Die Eigenschaften der verschiedenen Sensortypen vergleichen und die Eignung für den Einsatz in einem Zweipunktregler und einem PID-Regler beurteilen

## Aufgabe:

Temperatursensoren sind weit verbreitet und werden in vielen Anwendungen eingesetzt. Sie sollen eine Übersicht erstellen welche die verschiedenen Sensoren vergleicht. Informationen erhalten sie aus Datenbüchern (CD's) von Fabrikanten und Distributoren. Viele Hersteller solcher Sensoren publizieren die Daten Ihrer Produkte auch im Internet. In einer Zusammenfassung soll ein möglichst breites Spektrum von gängigen Temperatursensoren dargestellt wer-

## Aufträge:

- Beschaffen Sie Sich die Datenblätter von verschiedenen Temperatursensoren
- Stellen Sie die verschiedenen Typen mit den wichtigsten Kriterien einander gegenüber.
- Beurteilen Sie die Eignung der Sensoren für die Anwendung in einem Zweipunktregler und in einem PID-Regler

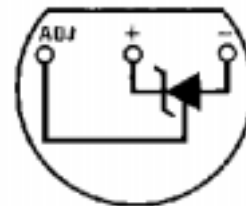
## Sensortypen:

- NTC, PTC Widerstände
- Silizium Temperatursensoren (KTY..)
- Schwellenspannung einer Si-Diode
- Elektronische Sensoren (IC's)
- Thermoelemente

## Beispiele von Temperatursensoren:

### LM 335 Temperatursensor (National)

- Directly calibrated in °Kelvin
- 1°C initial accuracy available
- Operates from 400  $\mu$ A to 5 mA
- Less than 1 $\Omega$  dynamic impedance
- Easily calibrated
- Wide operating temperature range
- 200°C overrange
- Low cost

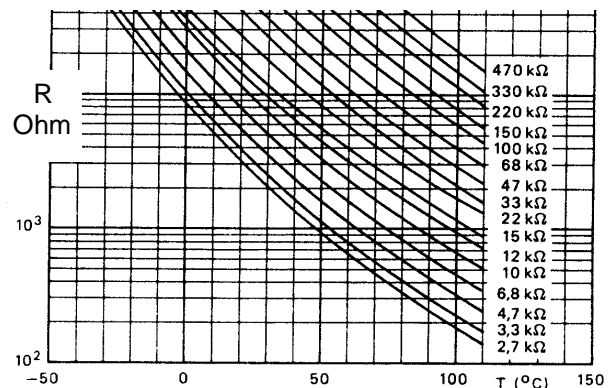


TL/H/5698-8

Bottom View

Order Number LM335Z or LM335AZ

### NTC-Widerstände



# D Aktoren Stellglieder



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Die Funktionsweise der für Regelkreise gebräuchlichen Stellglieder zusammenfassen und eine Kurzübersicht erstellen

## Aufgabe:

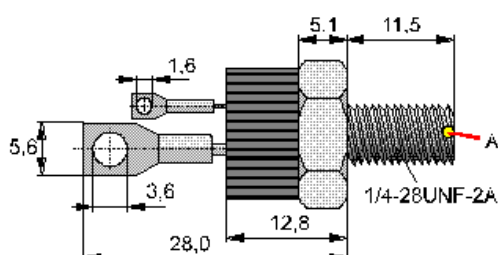
Als Stellglieder in elektronischen Reglern werden meistens Leistungshalbleiter eingesetzt. Sie sollen Elektronikkomponenten suchen die sich als Stellglieder eignen.

## Aufträge:

- Beschaffen Sie sich die Datenblätter von verschiedenen Leistungshalbleitern
- Stellen Sie die verschiedenen Typen mit den wichtigsten Daten einander gegenüber.
- Geben Sie an, für welche Anwendungen sich die entsprechenden Halbleiter eignen.

## Quellen:

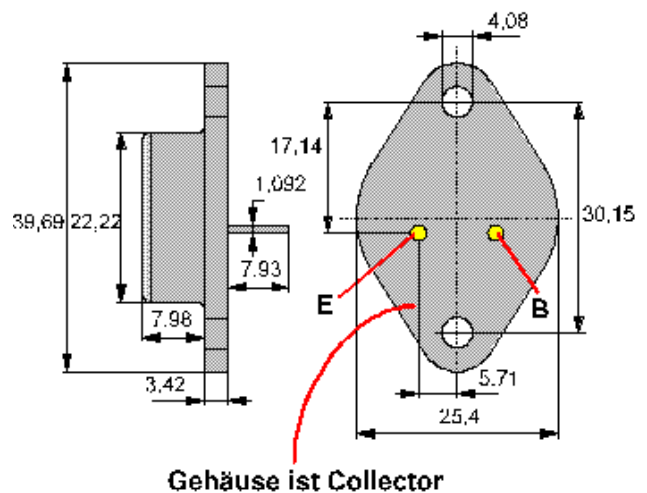
- Datenbücher von Halbleiterherstellern
- CD's mit Halbleiterdaten
- Recherche im Internet
- Elektronik Zeitschriften
- Kataloge von Distributoren
- Elektronik Fachbücher
- Elektronik Lexikon (CD)



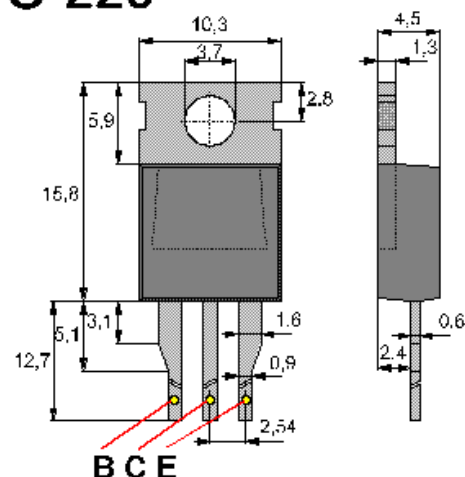
## Leistungshalbleiter:

- Leistungstransistoren
- Power MOSFET
- Power MOSFET mit Schutzschaltungen
- Thyristoren
- GTO
- Triac
- Power OPAMP
- Motor-Treiber
- Power OPAMP

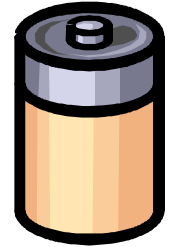
## TO-3



## TO-220



# E Spannungs-Referenzelemente



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Geeignete Spannungs-Referenzelemente suchen. In einer Kurzübersicht die Eigenschaften der verschiedenen Referenzelemente einander gegenüberstellen.

## Aufgabe:

Spannungsreferenzen werden in Regelkreisen oft als Sollwertgeber eingesetzt. Sie sollen sich eine Übersicht verschaffen, welche Elemente sich für diesen Zweck eignen. Neben Zenerdioden sollen Sie auch die Eigenschaften von elektronischen Spannungs-Referenzen beurteilen.

## Aufträge:

- Beschaffen Sie Sich die Datenblätter von verschiedenen Spannungs-Referenzelementen
- Stellen Sie die verschiedenen Typen mit den wichtigsten Kriterien einander gegenüber.
- Beurteilen Sie die Eignung für die Anwendung in einem Regelkreis als Sollwertgeber

## Beispiele von Spannungsreferenzen:

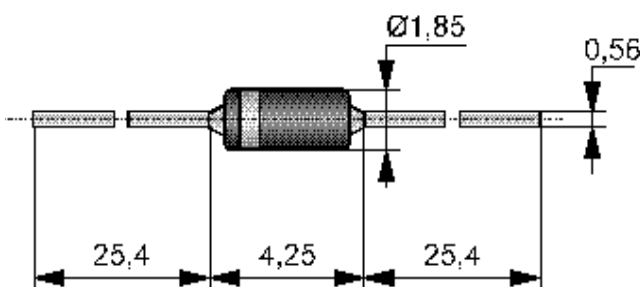
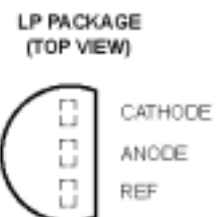
### LM78L00 Series 3-Terminal Positive Voltage Regulators

#### Features

- Output current up to 100 mA
- No external components
- Internal thermal overload protection
- Internal short circuit current-limiting
- Available in JEDEC TO-92
- Output Voltages of 5.0V, 6.2V, 8.2V, 9.0V, 12V, 15V
- Output voltage tolerances of  $\pm 5\%$  over the temperature range

### TL431C, TL431AC, TL431I, TL431AI, TL431M, TL431Y ADJUSTABLE PRECISION SHUNT REGULATORS

- Equivalent Full-Range Temperature Coefficient . . . 30 ppm/°C
- 0.2- $\Omega$  Typical Output Impedance
- Sink-Current Capability . . . 1 mA to 100 mA
- Low Output Noise
- Adjustable Output Voltage . . .  $V_{I(ref)}$  to 36 V
- Available in a Wide Range of High-Density Packaging Options:
  - Small Outline (D)
  - TO-226AA (LP)
  - SOT-89 (PK)



## Dioden

Typ:	BZX79/C12	Art:	Z
U <sub>sper</sub> :	12 V	I <sub>R</sub> :	nA
I <sub>F</sub> :	mA	C <sub>f</sub> :	pF
P <sub>tot</sub> :	500 mW	r <sub>f</sub> :	10 Ohm
T <sub>j</sub> :	200 °C	t <sub>v</sub> :	ns
		Gehäuse:	DO-35

657 Typen

# F Ventilator Zweipunktregler



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Dimensionieren, aufbauen und ausmessen eines einfachen Zweipunktreglers für einen Ventilator. Schaltung dokumentieren.

## Aufgabe:

In Automobilen wird durch einen Ventilator das Kühlerwasser gekühlt, sobald die Temperatur einen bestimmten Wert überschreitet. Der Ventilator schaltet bei einer oberen Grenztemperatur ein und läuft solange bis die Temperatur unter einen bestimmten Wert gesunken ist. Sie sollen ein solches System mit einem kleinen Ventilator und einem Heizkörper simulieren. Der Ventilator soll einschalten sobald die Temperatur des Heizkörpers den Wert von 65°C überschreitet. Ist die Temperatur unter 50°C gesunken, soll der Ventilator ausschalten.

## Aufträge:

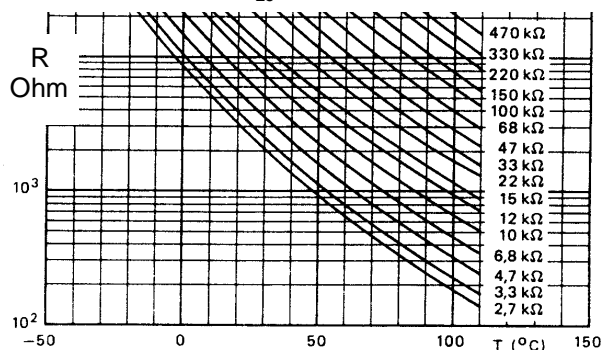
- Technologieschema für den Regler aufzeichnen
- Schema der Schaltung entwerfen
- Schaltschwellen dimensionieren
- Schaltung aufbauen
- Regeleigenschaften bei verschiedenen Heizleistungen ausmessen, Messergebnisse dokumentieren

## Material und Hilfsmittel:

- Ventilator 12V DC
- Kühlkörper mit Heizwiderstand
- NTC-Widerstand als Temperaturfühler
- Temperaturmessgerät
- Operationsverstärker LM324
- Spannungsversorgung 12V DC
- Schalttransistor BD137

## Daten der Komponenten:

NTC-Widerstand:  $R_{25} = 10\text{k}\Omega$



## Transistor BD135 (NPN):

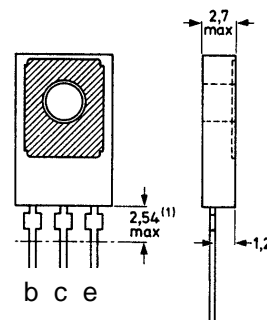
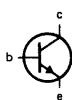
Collector-emitter voltage ( $R_{BE} = 1\text{ k}\Omega$ )	$V_{CEr}$	max.	45
Collector current (d.c.)	$I_C$	max.	1,5
Collector current (peak value)	$I_{CM}$	max.	2,0
Total power dissipation up to $T_{mb} = 70\text{ °C}$	$P_{tot}$	max.	8
Junction temperature	$T_j$	max.	150
D.C. current gain	$h_{FE}$	>	40
$I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$		<	250
Transition frequency	$f_T$	typ.	250
$I_C = 50\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$			

## MECHANICAL DATA

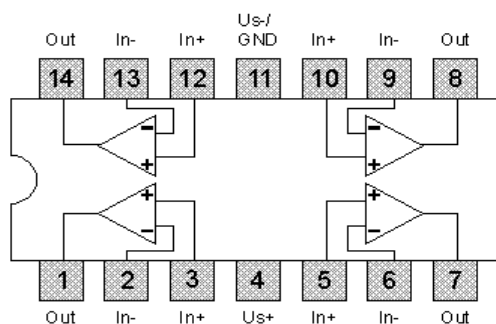
Fig. 1 TO-126 (SOT-32).

Collector connected to metal part of mounting surface.

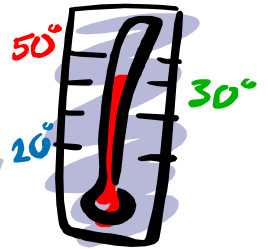
Pinning  
1 = emitter  
2 = collector  
3 = base



## OPAMP LM324:



# G Boiler Zweipunktregler



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Dimensionieren, aufbauen und ausmessen eines einfachen Zweipunktreglers für eine Heizung eines elektrischen Boilers. Schaltung dokumentieren.

## Aufgabe:

Ein Zweipunktregler für einen elektrischen Boiler soll mit einem Tauchsieder und einer Relaissteuerung simuliert werden. Die Wassertemperatur wird mit einem elektronischen Sensor (LM335) gemessen. Der Regler soll mit einem Operationsverstärker aufgebaut werden. Der Sollwert der Temperatur (50°C bis 80°C) ist mit einem Potentiometer einstellbar. Sinkt die Boilertemperatur 5°C unter den Sollwert, schaltet die Heizung ein. Ist die Temperatur 5°C über dem Sollwert, soll die Heizung ausgeschaltet

## Aufträge:

- Technologieschema für den Boiler-Regler aufzeichnen
- Schema der Schaltung entwerfen
- Schaltschwellen dimensionieren
- Schaltung aufbauen
- Regeleigenschaften bei verschiedenen Heizleistungen ausmessen, Messergebnisse dokumentieren

## Material und Hilfsmittel:

- Tauchsieder 220V
- Relais 12V
- Temperaturfühler LM335
- Temperaturmessgerät
- Operationsverstärker LM324
- Spannungsversorgung 12V DC
- Schalttransistor BD137

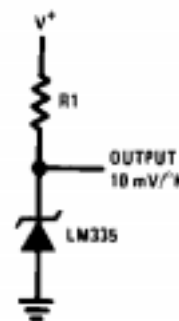
## Daten der Komponenten:

### Temperatursensor LM335

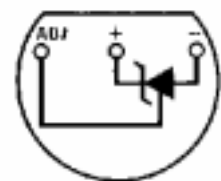
- Directly calibrated in °Kelvin
- 1°C initial accuracy available
- Operates from 400  $\mu$ A to 5 mA

Parameter	Conditions	LM335A		
		Min	Typ	Max
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_C = 1\text{ mA}$	2.95	2.99	3.01
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_C = 1\text{ mA}$	1		3

### Basic Temperature Sensor



### TO-92 Plastic Package



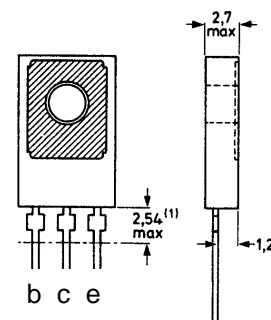
### Bottom View

### Transistor BD135 (NPN):

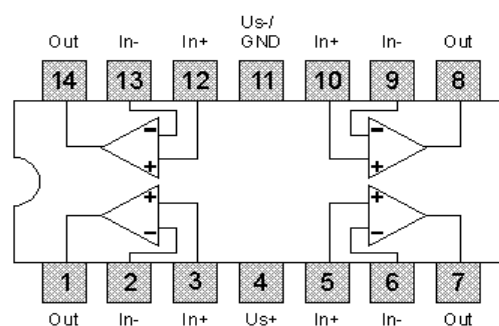
Fig. 1 TO-126 (SOT-32).

Collector connected to metal part of mounting surface.

Pinning  
1 = emitter  
2 = collector  
3 = base



### OPAMP LM324:



# H PI-Motor- Drehzahlregler



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Dimensionieren, aufbauen und ausmessen eines PI-Reglers, der die eingestellte Drehzahl eines Elektromotors konstant hält. Schaltung dokumentieren.

## Aufgabe:

Ein Elektromotor (DC 24V/2A) muss unabhängig von der mechanischen Belastung mit einer konstanten Drehzahl laufen. Dazu soll ein PI-Regler mit einem Operationsverstärker aufgebaut werden. Der Sollwert der Drehzahl wird mit einem Potentiometer vorgegeben. Ein auf der Motorachse montierter Generator gibt eine Spannung ab, welche proportional zur Drehzahl des Motors ist. Der Motor wird linear angesteuert und läuft nur in einer Richtung. Als Stellglied wird ein TEMPFET mit integrierter Überlastsicherung eingesetzt.

## Aufträge:

- Technologieschema für den Drehzahlregler aufzeichnen
- Schema der Schaltung entwerfen
- Schaltung aufbauen
- Regeleigenschaften bei verschiedenen Belastungen ausmessen, Messergebnisse dokumentieren

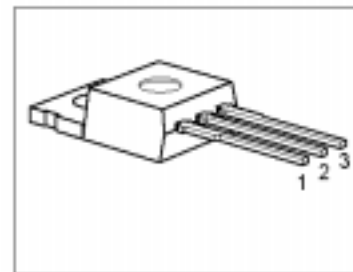
## Material und Hilfsmittel:

- Motor (24V/2A) mit Generator auf der Achse
- POWER-MOSFET (TEMPFET BTS140A)
- Potentiometer für die Sollwerteingabe
- Operationsverstärker LM324
- Spannungsversorgung 24V/2ADC
- Widerstände, Kondensatoren nach Wahl

## Daten der Komponenten:

### TEMPFET BTS140A

- N channel
- Enhancement mode
- Temperature sensor with thyristor characteristic
- The drain pin is electrically shorted to the tab

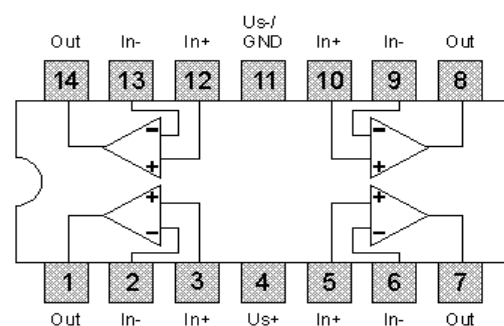


Pin	1	2	3
	G	D	S

#### Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Values	Unit
Drain-source voltage	$V_{DS}$	50	V
Drain-gate voltage, $R_{GS} = 20 \text{ k}\Omega$	$V_{DGS}$	50	
Gate-source voltage	$V_{GS}$	$\pm 20$	
Continuous drain current, $T_C = 85 \text{ }^\circ\text{C}$	$I_D$	42	A
ISO drain current $T_C = 85 \text{ }^\circ\text{C}$ , $V_{DS} = 10 \text{ V}$ , $V_{GS} = 0.5 \text{ V}$	$I_{D(ISO)}$	13.5	
Pulsed drain current, $T_C = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	$I_{D(puls)}$	168	
Short circuit current, $T_C = -55 \dots +150 \text{ }^\circ\text{C}$	$I_{SC}$	80	
Short circuit dissipation, $T_C = -55 \dots +150 \text{ }^\circ\text{C}$	$P_{SC(max)}$	1200	W
Power dissipation	$P_{tot}$	125	
Operating and storage temperature range	$T_C, T_{stg}$	$-55 \dots +150$	$^\circ\text{C}$
DIN humidity category, DIN 40 040	-	E	-
IEC climatic category, DIN IEC 68-1	-	55/150/26	-
Thermal resistance			K/W
Chip-case	$R_{\theta,JC}$	$\leq 1.0$	
Chip-ambient	$R_{\theta,JA}$	$\leq 75$	

### OPAMP LM324:



# PID-Regler abgleichen



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Einen bestehenden Regelkreis optimal abgleichen. Das Vorgehen beim Abgleich mit einem Flussdiagramm dokumentieren.

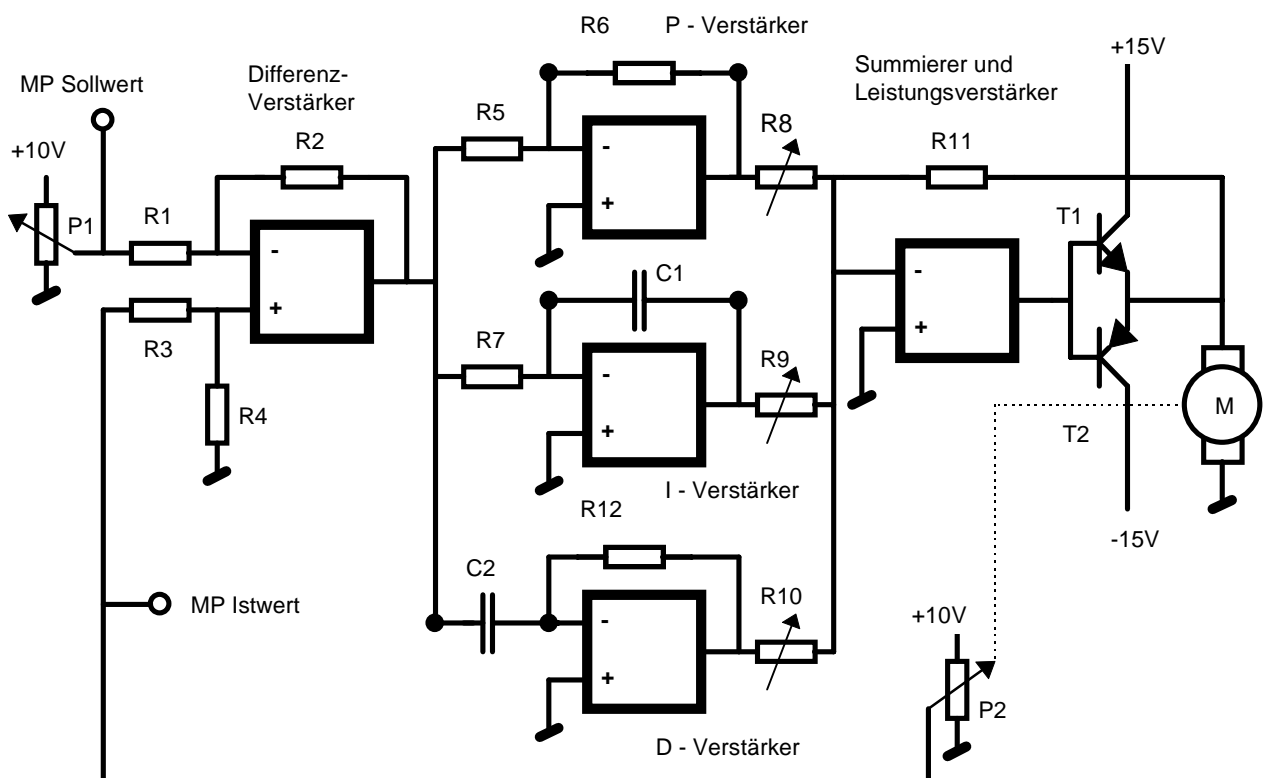
## Aufgabe:

Mit einem Regelkreis wird durch einen Motor ein Potentiometer (Istwert) verstellt bis es die gleiche Position hat, wie ein zweites von Hand einstellbares Potentiometer (Sollwert). Durch das systematische Verändern der PID-Anteile soll der Regelkreis optimal abgeglichen werden. Die Spannung zwischen den Abgriffen der beiden Potentiometer ist ein Mass für die Genauigkeit der Regelung.

## Aufträge:

- Schalten Sie den Regler als reinen P-Regler und bestimmen Sie die minimal erreichbare Regelabweichung.
- Schalten Sie den Regler als PI-Regler und bestimmen Sie die minimal erreichbare Regelabweichung.
- Untersuchen Sie welchen Einfluss eine Erweiterung des PI-Reglers mit einem D-Anteil hat.
- Stellen Sie das schrittweise Vorgehen beim Abgleichen in einem Flussdiagramm dar.
- Beschreiben Sie die gewonnenen Erkenntnisse in einer kurzen Zusammenfassung.

## Schaltung des abzugleichenden PID-Reglers:



# K Regelkreis mit PSPICE analysieren



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Mit dem Programm PSPICE einen einfachen Regelkreis simulieren. Die Antwort des Regelkreises auf Laständerungen untersuchen und optimale PID-Anteile bestimmen

kopplungspfad des OPAMP's lassen sich die Regeleigenschaften anpassen und optimieren.

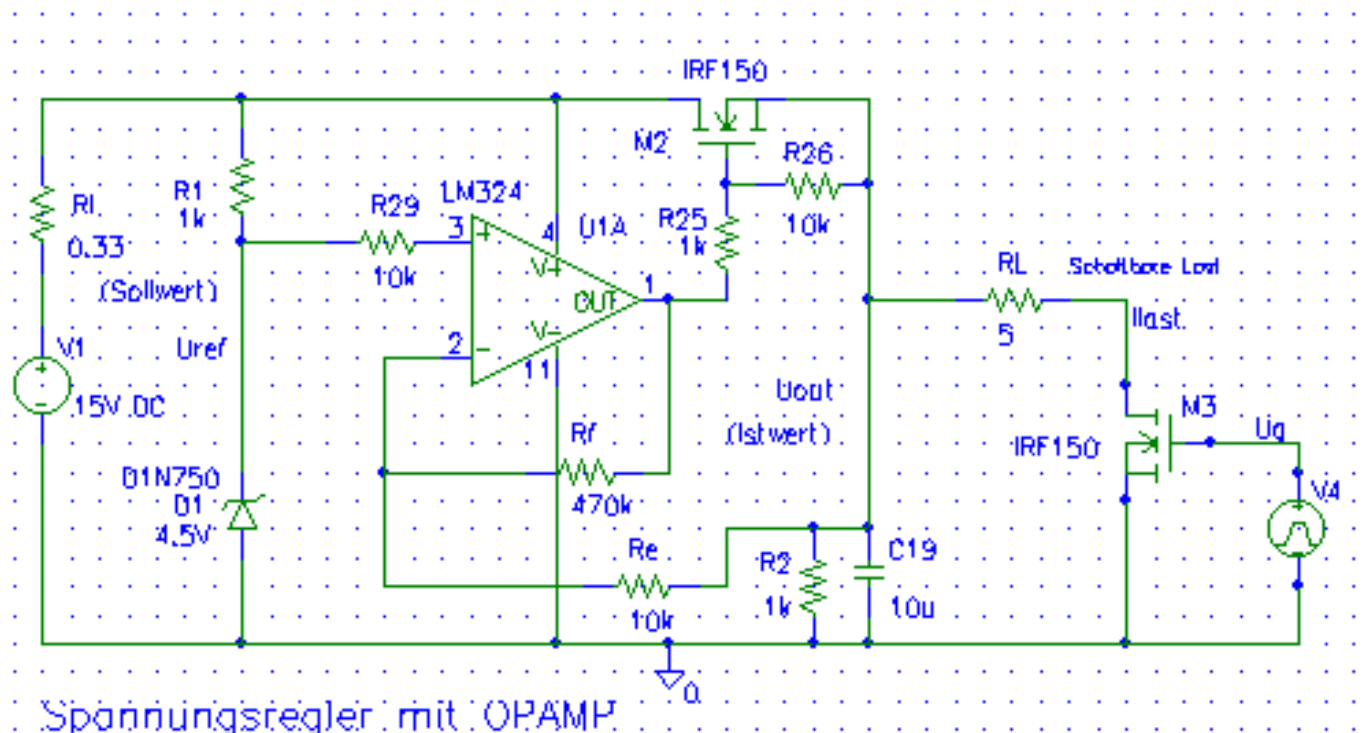
## Aufgabe:

Das Netzwerkanalyseprogramm PSPICE eignet sich sehr gut um das Verhalten eines Regelkreises beim Auftreten einer Störgröße zu beurteilen. Die untenstehende Schaltung zeigt einen Spannungsregler mit einem Operationsverstärker. Bei einer Laständerung sollte sich die Ausgangsspannung nicht oder nur geringfügig ändern. Die Schaltung darf auch nicht schwingen. Durch das Ändern der Komponenten im Rück-

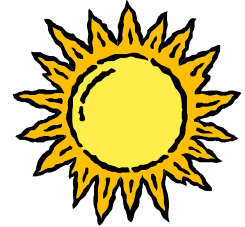
## Aufträge:

- Geben Sie die unten dargestellte Schaltung im PSPICE Schematics ein
- Simulieren Sie die vorliegende Schaltung und beurteilen Sie die Antwortfunktion auf eine sich ändernde Last
- Optimieren Sie die Schaltung als P-Regler
- Erweitern Sie die Schaltung mit einem I-Anteil.
- Stellen Sie eine Dokumentation zusammen in welchem Ihr Vorgehen bei der Optimierung und die erzielten Resultate zusammengestellt sind.

## OPAMP-Spannungsregler mit zuschaltbarer Last:



# L Nachlaufregler für Solarpanel



Bruno Wamister

Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

## Ziel:

Ein eindimensionales Nachlauf-Reglersystem für ein Solarpanel entwickeln, aufbauen und ausmessen. Arbeit dokumentieren

## Aufgabe:

Ein Motor mit einem Getriebe soll ein Solarpanel immer rechtwinklig zur Sonneneinstrahlung ausrichten. Die Lichtintensität wird mit zwei auf der Motorachse befestigten LDR-Widerständen gemessen. Ein mit einem OPAMP aufgebauter Regler soll den Motor richtig positionieren.

## Aufträge:

- Entwerfen Sie die Reglerschaltung.
- Bauen Sie den Regler auf .
- Optimieren Sie den Regler mit den entsprechenden PID-Anteilen
- Erstellen Sie für Ihre Arbeit eine Dokumentation. Beschreiben Sie darin auch wie Sie beim Abgleichen des Reglers vorgegangen sind.

## Material und Hilfsmittel:

- Getriebemotor 24V
- 2 LDR-Widerstände
- Operationsverstärker LM324
- Transistoren BD135/BD136 für die Ansteuerung des Motors

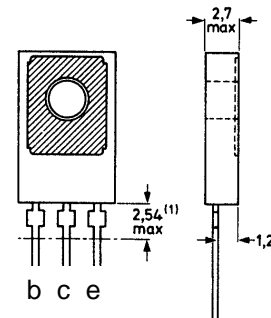
## Komponentendaten:

### Transistor BD135 (NPN), BD136 (PNP):

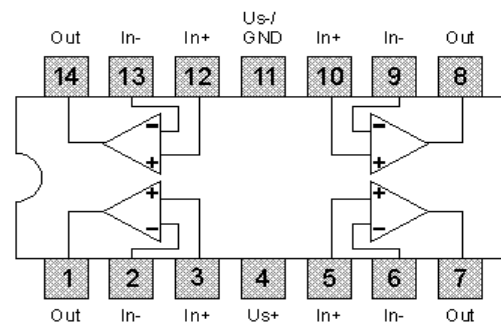
Fig. 1 TO-126 (SOT-32).

Collector connected to metal part of mounting surface.

Pinning  
1 = emitter  
2 = collector  
3 = base



### OPAMP LM324:

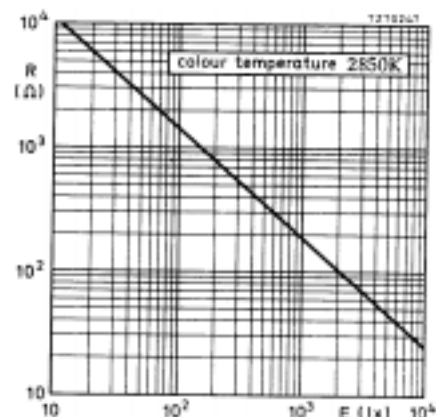


### LDR Widerstände:

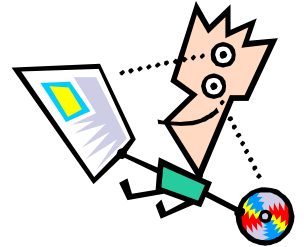
Hellwiderstand: 0.8...6kOhm

Dunkelwiderstand > 70kOhm

Ansprechzeit 100ms



# M Mindmap zur Regelungstechnik



Bruno Wamister

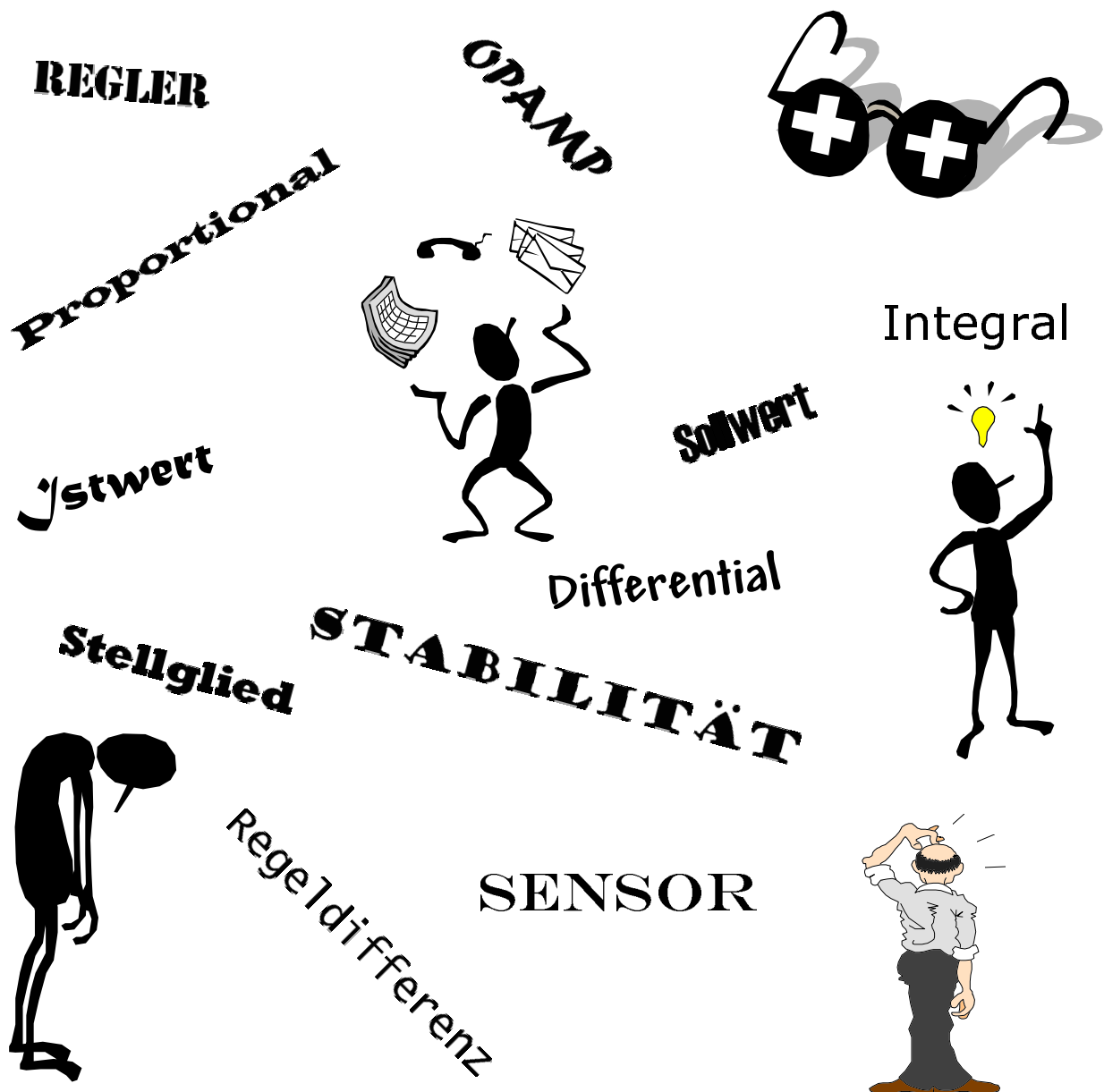
Burgstein, Freitag, 22. Mai 1998

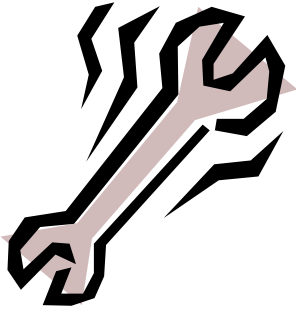
## Ziel:

Erstellen eines Mindmaps zum Thema Regelungstechnik. Die während dem Kurs und in diesem Workshop gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse grafisch zusammenfassen.

## Aufgabe:

Zur Repetition des bearbeiteten Stoffes im Fach Regelungstechnik sollen Sie eine Mindmap erstellen. Es soll sowohl die grundsätzlichen Aspekte der Regelungstechnik als auch Ihre Erfahrungen beim Bearbeiten dieses Workshops darstellen..





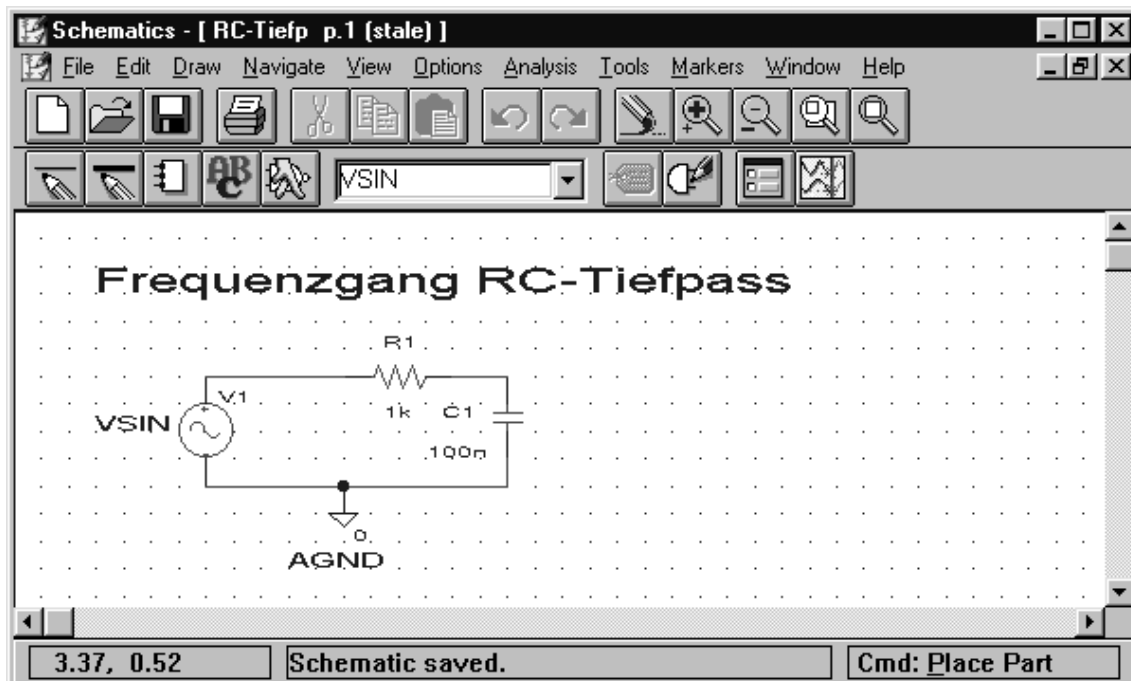
# Analyse mit PSPICE

B.Wamister

Burgstein, 7.Juni 1997

## SIMULATION EINES RC-TIEFPASSFILTERS:

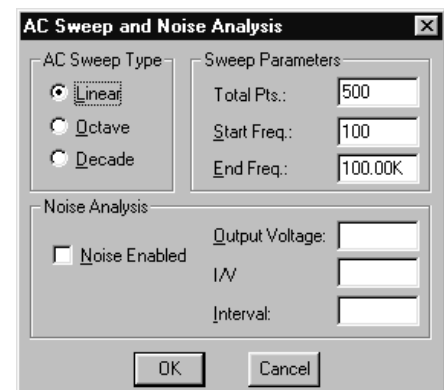
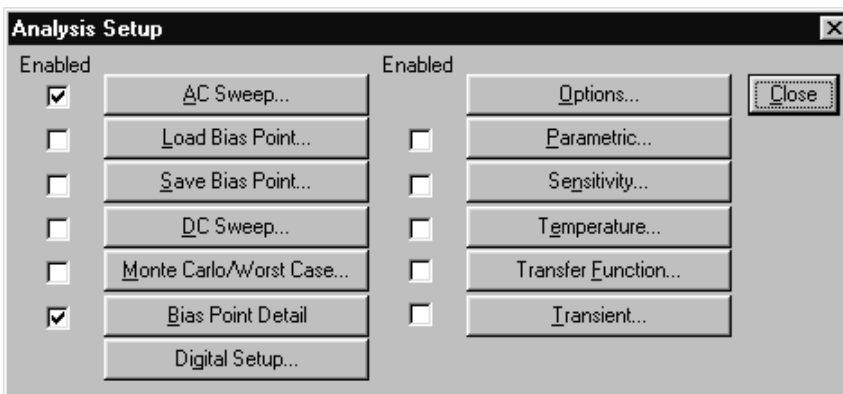
Schaltung zeichnen: (Schematics öffnen)



Vorgehen:

- Komponenten im Komponentenmenue auswählen und placieren (vgl. auch Menu Edit)
- Nach Doppelclick auf Komponente Wert eingeben
- Mit Bleistift Verbindungen zeichnen
- Analog Ground definieren AGND
- Sinusquelle VSIN definieren:  
DC=0, AC=1, VOFF=0, VAMPL=0  
FREQ=1000
- Menu Analysis Setup öffnen

Analysis Setup: AC Sweep definieren:

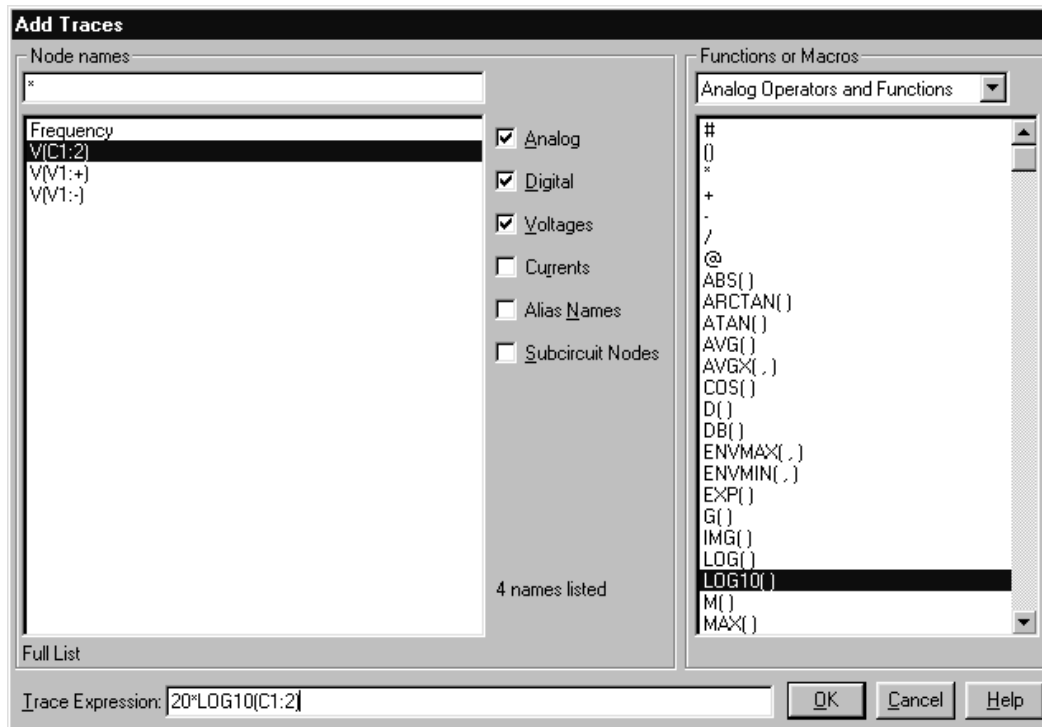


## Analysis Simulate: Schaltung simulieren

Nach abgeschlossenen Berechnungen wird automatisch **Probe** geöffnet:



Mit dem Menu **Trace Add..** können die berechneten Spannungen und Ströme dargestellt werden. Im Menu **Plot** besteht mit **Add Plot** die Möglichkeit zusätzliche Diagramme einzufügen.



Im Menu **Add Traces** kann der berechnete Frequenzgang auch in einer Dezibel-Darstellung ausgegeben werden. Dazu sind auf der Rechten Seite des Menues verschiedene mathematische Funktionen aufgeführt.



Der Frequenzgang des Tiefpassfilters in Dezibel-Darstellung.