

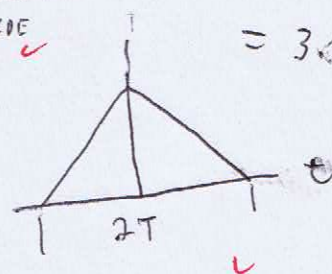
- ## STÖRAUSSENDUNG, STÖREMPEINDLICHKEIT

- $$10 dB = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{P_m}\right) \Rightarrow \text{new } 10W$$

- ~~RADI~~ HF-GENERATOREN  
RADIOSENDER  
OSZILATOREN ✓

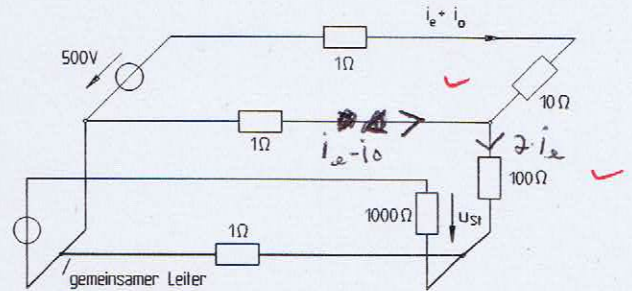
- 

$f_{\text{3dB}} = 1 \text{ MHz}$   
 $T = \frac{1}{f_{\text{3dB}} \pi} = 0.32 \mu\text{s}$   
 $= 3.14 \mu\text{s}$



5.

Zwei Stromkreise verkoppeln wie im Bild dargestellt ungewollt über einen gemeinsamen Leiter, da am Abschluss des hinteren Stromkreises durch den  $100\ \Omega$  Widerstand eine Unsymmetrie auftritt.



Der hintere Stromkreis kann einer Gleich- Gegentaktanlyse unterzogen werden. Tragen Sie in dem Bild die Zählpfeile für die Ströme  $i_e - i_o$  sowie  $2i_e$  ein.

4P

Wie nennt man die Verkopplung der Kreise?

2P

GALVANISCHE KOPPLUNG

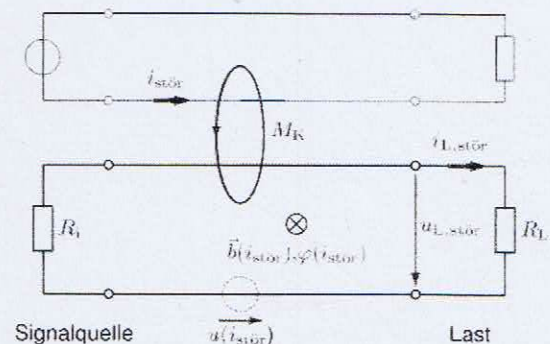
Wie wird sich die Koppelimpedanz in der Realität in Abhängigkeit von der Frequenz verhalten? Begründung!

4P

R steigend bei höheren Frequenzen dominiert Induktivität.

6.

Zwei Stromkreise verkoppeln wie im Bild dargestellt ungewollt über ein magnetisches Feld.



Wie groß ist die Störspannung  $u_{L, \text{stör}}$  am Widerstand  $R_L$  in Abhängigkeit vom Störstrom  $i_{\text{stör}}$ ?

4P

Bei steigendem  $i_{\text{stör}}$  steigt auch  $u_{L, \text{stör}}$  an. trivial

Nennen Sie zwei Maßnahmen um magnetische Kopplung zu vermeiden!

4P

Leitungen schirmen.

Leitungen weiter auseinander legen



7. Bei höheren Frequenzen müssen Effekte der Wellenausbreitung und Abstrahlung beachtet werden.  
Wann muss die Wellenausbreitung auf Leitungen bei der Gestaltung einer Schaltung berücksichtigt werden? 2P

$$l > \frac{\lambda}{10}$$

- Welches ist die wichtigste Maßnahme, um Störeffekte zu vermeiden, wenn Wellenausbreitung auf Leitungen auftritt. 2P

Abchlusswiderstand installieren um Reflektionen zu vermeiden.

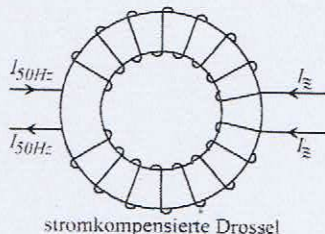
8. In 10 m Entfernung von einem Sender wird bei 2 GHz eine elektrische Feldstärke von 45 V/m gemessen.  
Wird damit der von der ICNIRP zum Schutz der Bevölkerung empfohlene Maximalwert einer Leistungsdichte (Poynting Vektor) von 10 W/m<sup>2</sup> überschritten? 4P

$$\frac{E^2}{120\pi} = \frac{(45 \text{ V/m})^2}{120\pi} = 5,37 \text{ W/m}^2 \Rightarrow \text{NEIN wird nicht überschritten}$$

- Welchen Wert hat die Feldstärke bei 20m Entfernung zum Sender? 4P

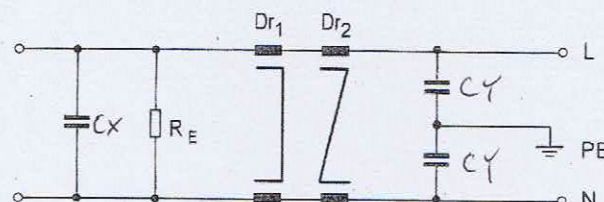
Faktor  $\frac{1}{4}$  Bei Verdopplung des Abstandes.  
~~die Feldstärke wird um den Faktor 1/4 reduziert~~  
 $\Rightarrow 1,34 \text{ W/m}^2$

9. Welche Störung wird durch die dargestellte Drossel unterdrückt? 2P








Gleichfeldstörung

10. Die im dargestellten Netzfilter eingebauten Kapazitäten haben typische Bezeichnungen. Ergänzen Sie diese! 4P



## Teil 2 – Kurzfragen Sensorik

Zulassungsnummer:		
Nachname:		
Vorname:		
Matrikelnummer:		
Semestergruppe:		
Aufgabenpunkte Teil 2:		
Bemerkungen:		
Dauer	30 min	

### Formales

- Verwenden Sie nur die dafür vorgesehenen Aufgabenfelder.
- Aus Rechnungen muss hervorgehen, wie Sie auf das Ergebnis gekommen sind.
- Unleserliche Ergebnisse können nicht gewertet werden.

### Zugelassene Hilfsmittel

- keine, außer Papier, Lineal und Stift

**Viel Erfolg !**



1. **Begriffe und Definitionen**

Wieso liefert ein Sensor mit einer hohen Auflösung unter Umständen Messwerte, die weit mehr von dem wahren Wert abweichen, als es die Auflösung vermuten lässt. Nennen Sie in Ihrer Begründung mindestens zwei andere Kenngrößen eines Sensors.

Auflösung heißt nur die kleinste Änderung des Messwertes, welche noch am Ausgang zu einer Änderung führt. UND nicht dem Fehler. ✓

Weswegen gibt die ~~W~~ Abweichung an die der Wert vom tatsächlichen Wert abweichen kann. ✓

DAS Ansprechverhalten gibt die Zeit an, die es dauert, bei einer Sprunghaftem Änderung des Messwertes am Ausgang anliest. ✓

~~2. Kenngröße fehlt~~

Begründung m. Kenngr.

3P **3**

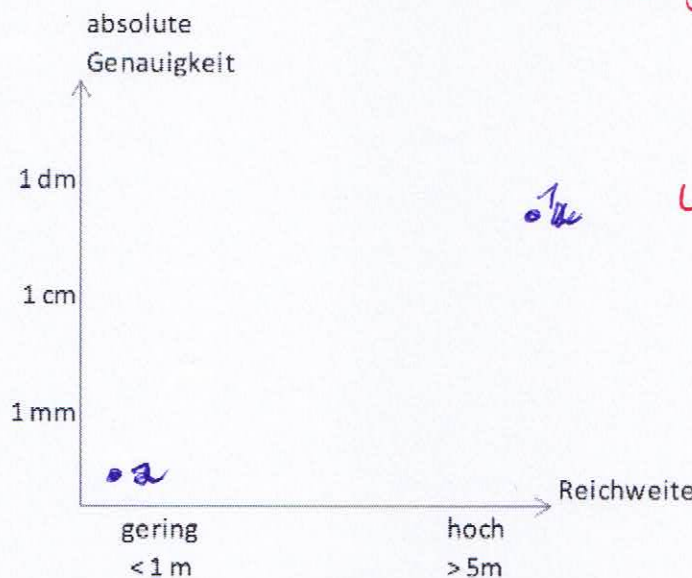
2. **Optische Abstandssensoren**

Nennen Sie zwei verschiedene Messprinzipien von optischen Sensoren für die Abstandsmessung und ordnen Sie diese in dem nachfolgenden Diagramm an.

1. Laufzeitmessung ✓

2. PSD Sensor der den Abstand über dem Einfallswinkel bestimmt.

Triangulation!



Nennung und Einordnung

3P **2**

3. **Reflexlichttaster**

Aus Kostengründen wird bei Lego Mindstorm ein Reflexlichttaster als Abstandssensor zweckentfremdet. Nennen Sie drei Bedingungen, unter denen der zurückgelieferte Helligkeitswert eine reproduzierbare Abstandsmessung erlaubt:

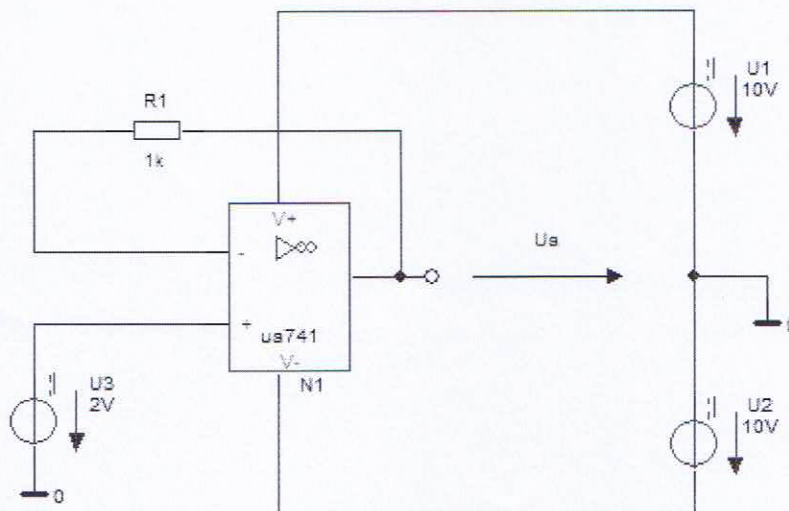
1. - Gleiche Oberfläche ✓
2. Gleichen Winkel ✓
3. Gleiche Fok. -

korrekte Nennungen 3P

3

4. **Operationsverstärker**

Bestimmen Sie die Ausgangsspannung  $U_a$  der nachfolgenden Schaltung und begründen Sie stichwortartig.



$U_a = 20V$

Begründung:

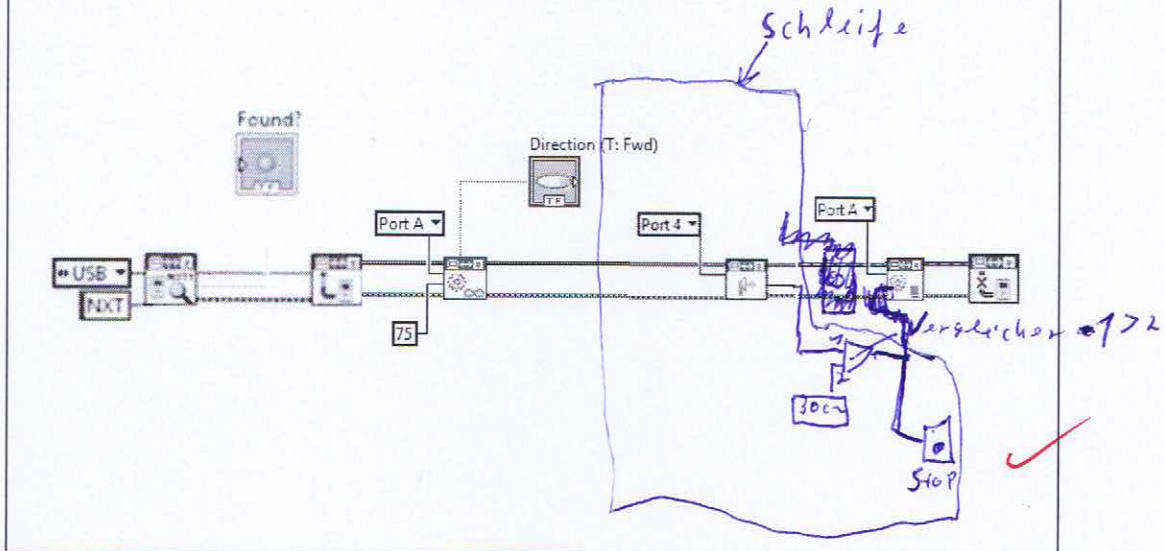
2 Spannungsquellen mit je 10V.

Wert und Begründung 4P

0

5. LabVIEW

Vervollständigen Sie das nachfolgende Datenflußdiagramm, so dass der Motor A stoppt, sobald ein Objekt durch den Ultraschallsensor detektiert wird, das näher als 30 cm ist.

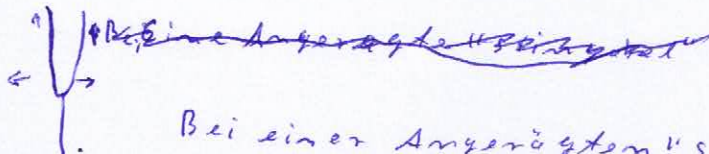


Funktion erfüllt und compilierbar 4P

4

6. Vibrationskreisel

Beschreiben Sie stichwortartig das Messprinzip eines Vibrationskreisels.



Bei einer Anregung der "stimmgabel" wird die Bewegung in die nicht angeregte Richtung gemessen. Beim drehen der Gabel wird diese durch die Corioliskraft auch in die nicht angeregte Richtung ausgelenkt.

Beschreibung 4P

4



7.

**DMS**

Nennen Sie drei Gründe, warum eine Dehnungsmessung in der Regel über 4 Dehnungsmessstreifen in bestimmter Orientierung realisiert und mittels einer Wheatstoneschen Brückenschaltung ausgewertet wird.

1. Genaue ✓
2. ~~etwas~~ etwas weniger stör anfällig als mit 1 DMS da höherer Änderung. ✓
3. Schaltung leichter aufbaubar. f

Begründung

3P

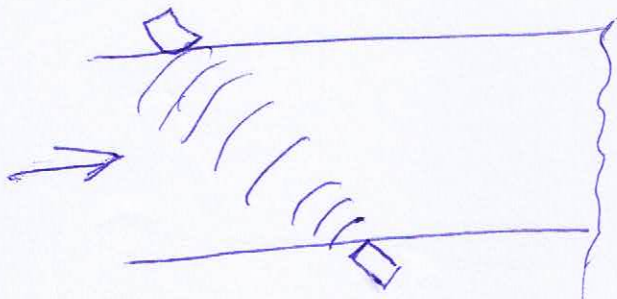
2

8.

**Volumenstrom**

Beschreiben Sie anhand einer Skizze, wie der Volumenstrom in einem Rohr mittels Ultraschall gemessen werden kann. Erläutern Sie dies stichwortartig.

Skizze:



Erläuterung:

~~Steigt das~~  
Steigt der Volumenstrom an  
~~bei~~ durch der Ultraschall länger.  
(Gehört wenn keine Partikel im Medium sind)  
Messung in Gegenrichtung fehlt - 1P.





Begründung

6P

5



## Teil 3 – Aufgaben mit Unterlagen

Zulassungsnummer:	
Nachname:	
Vorname:	
Matrikelnummer:	
Aufgabenpunkte Teil 1:	
Aufgabenpunkte Teil 2:	
Aufgabenpunkte Teil 3:	
Aufgabenpunkte gesamt:	
<del>Notenpunkte:</del>	<del>2,3 von 15</del> 2,0
Bemerkungen:	
Dauer	30 min

### Formales

- Die Aufgabenblätter bitte nicht trennen.
- Nur die Lösungen in den Ergebnisfeldern werden gewertet.
- Aus der Rechnung muss der Lösungsweg hervorgehen.
- Keine Wertung von unleserlichen Ergebnissen.

### Zugelassene Hilfsmittel

#### zugelassen

- handgeschriebene Aufzeichnungen
- programmierbarer Taschenrechner

#### insbesondere sind nicht zugelassen:

- Computer, Laptops außer Taschenrechnern
- Mobiltelefone und andere kommunikationsfähige Geräte mit aktiviertem Funk
- Textbücher
- Kommunikation mit anderen Studierenden

**Viel Erfolg !**



## Lego Mindstorm Modell eines Segway®

Ein Segway® Personal Transporter ist ein zweirädriges selbstbalancierendes elektrisches Fahrzeug zur Fortbewegung von Personen und wird derzeit beispielsweise von der Polizei an Flughäfen genutzt oder im Rahmen von Tourismus-Touren eingesetzt. Ein Modell eines Segway® lässt sich auch über Lego-Mindstorms aufbauen. Im Folgenden werden drei denkbare Lösungsvarianten dargestellt.

		
Konzept A: Stabilisierung über optischen Sensor (Foto: <a href="http://www.nxtprograms.com/NXT2/segway/">www.nxtprograms.com/NXT2/segway/</a> )	Konzept B: Stabilisierung über Beschleunigungssensor (Foto: <a href="http://robotsquare.com/2012/02/12/tutorial-building-segway/">http://robotsquare.com/2012/02/12/tutorial-building-segway/</a> )	Konzept C: Stabilisierung über Gyro (Foto: <a href="http://robotsquare.com/2012/02/12/tutorial-building-segway/">http://robotsquare.com/2012/02/12/tutorial-building-segway/</a> )

Das Modell soll zu Demonstrationszwecken in beliebigen Umgebungen eingesetzt werden und die Machbarkeit einer Lagestabilisierung mittels einfacher Sensorik und Software aufzeigen. Ein möglicher Einsatzfall ist die Vorführung in Vorlesungen, wobei die Inbetriebnahme mit möglichst geringem Zeitaufwand erfolgen muss. Der Roboter soll im Stand ausbalancieren und auch bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt in aufrechter Position bleiben.

Es ist in nachfolgenden Schritten das geeignete Konzept auszuwählen. Dabei sind die folgenden Alternativen zu prüfen:

- a) Lagestabilisierung über optischen Sensor (Reflexlichttaster mit Helligkeitsinformation)
- b) Lagestabilisierung über 3-Achs-Beschleunigungssensor (Accelerometer)
- c) Lagestabilisierung über Kreisel sensor (Gyro)



## **Konzept A: optischer Sensor Lego NXT**

### **Beschreibung**

Der Lichtsensor kann zwischen hell und dunkel unterscheiden und die Helligkeit in einem Raum messen. Der Lichtsensor erkennt verschiedene Farben und Helligkeitsstufen. Dadurch kann der LEGO MINDSTORMS NXT Roboter Gegenstände nach Farbe sortieren und auswählen. Der Lichtsensor kann anhand der Graustufenskala die Helligkeit in einem Raum messen.

Wird der Lichtsensor über einen in Fahrtrichtung angebrachten Arm senkrecht nach unten ausgerichtet, kann bei aktivierter LED eine Information über den Abstand des Sensors zum Boden ermittelt werden.

### **Spezifikation**

- maximale Meßrate: 300 Hz (geschätzt, keine Daten verfügbar)
- Meßbereich: je nach Farbe und Oberfläche des Objekts 1 ... 10 cm

## **Konzept B: HiTechnic 3-Achs-Beschleunigungssensor (Accelerometer)**

### **Beschreibung**

Sensor zur Messung von Beschleunigung und Neigung. Sehr gut einsetzbar für die Erfassung von Beschleunigungskräften in Fahrzeugen oder auf Fahrgeschäften wie Achterbahnen, Karussells oder Schiffschaukeln und zur Bestimmung der Neigung des Roboters, um beispielsweise zu transportierende Objekte waagrecht zu halten. Messung in drei Achsen im Bereich von -2 G bis +2 G mit einer Auflösung von 5 mG.

### **Spezifikation**

- Meßachsen: x, y und z
- maximale Beschleunigung:  $\pm 2g$
- Auflösung: 1/200 g
- maximale Meßrate: 100 Hz
- Lego Certified Sensor für NXT mit Analogausgang

## **Konzept C: HiTechnic Kreiselsensor (Gyro)**

### **Beschreibung**

Dieser Kreiselsensor von HiTechnic wurde speziell für den Lego Mindstorms NXT Bausatz entwickelt. Er kann mithilfe eines einachsigen Kreisels mit Quarzresonator Rotationen wahrnehmen. Der Kreiselsensor misst die Rotationen in Grad pro Sekunde und ermittelt die Rotationsrichtung. Der Sensor ist ein unverzichtbares Zubehör für alle Roboter, die viel mit Rotationen arbeiten.

### **Spezifikation**

- maximale Drehrate:  $\pm 360^\circ/s$
- maximale Meßrate: 300 Hz
- Lego Certified Sensor für NXT mit Analogausgang
- Temperaturstabilität und Drift nicht offiziell spezifiziert



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

## Aufgabenstellung

### 1. Analyse der Anforderungen

Erstellen Sie einen möglichst vollständigen Anforderungskatalog. Spezifizieren Sie die Anforderungen möglichst konkret und ergänzen Sie auch weitere implizite Anforderungen, die nicht direkt im obigen Text genannt sind.

Nr

1	Logikstabilisierung (STAND+FAHRT)	✓
2	HANDHABUNG EINFACH	✓
3	IN GESCHLOSSENEN RÄUMEN ANWENDBAR	✓
4	IN BETRIEBNAHME SCHNELL	✓
5	GÜNSTIG	(V)
6	Thermostator unempfindlich.	(V)
7	Leicht SOFTWARE AUSWERTUNG	(V)
8	keine Oberflächenabhängigkeit	✓

Anforderungsanalyse

5P

4

Einsatz bei Fahrt (x-Beschleunigung)  
fehlt - 1P.

siehe Nr. 1

50% / 11.7.



2 **Konzeption – Bewertung der Alternativen**

Erstellen Sie eine Bewertungsmatrix für die Alternativen und bewerten Sie den Grad der Erfüllung der einzelnen Anforderungen. Verwenden Sie eine geeignete Skala zur Bewertung der Eignung und fügen Sie je Bewertung eine kurze stichpunktartige Begründung hinzu.

Anforderung Nr.	Konzept A: Lichtsensor	Konzept B: Accelerometer	Konzept C: Gyro
1	+	+	- (✓) Dorty Drift KAN POSIM nicht Exot bestimmt werden
2	+	x-Beschleunigung herausrechnen! +	+
3	f Fremdlicht? +	+	+
4	f Kalibration auf Untergrund +	+	- (✓) Drift muss eventuell Vorab bestimmt werden
5/6	KEINE INFO	KEINE INFO	KEINE INFO
7	(KEINE INFO) NXT Sensor	+	+
8	- - (✓) (Oberflächen abhängig)	+	+
		Oberflächen unabhängig Vibration bei verschieden Untergrund	Oberflächen unabhängig

Bewertung 20

12

3

**Auswahl**

Wählen Sie die bestgeeignete Alternative aus und begründen Sie Ihre Wahl. Gehen Sie hier auch auf etwaige fehlende Informationen ein.

AUSWAHL Accelerometer:

- Gyro ~~führt~~ <sup>führt</sup> raus da er Grundausgleich (Kalibrierung) nicht zuverlässig ausführen kann.
- Lichtsensor ~~führt~~ <sup>führt</sup> raus da er punktenörrig schlechter ist als Accelerometer. ~~thats~~ Grade der Punkt oberfläche ist er viel schlechter.

Der Accelerometer ist punktesieger ~~erst~~ Bei schrägem Bohren und schnellen Beschleunigungen kann es aber zu Lagefehlern kommen.

- Ist die Beschleunigung größer 2g kann es sogar zum Totalausfall führen. Es fehlt also die information wie schnell das Fahrzeug fahren bzw. bremsen soll.

(so nicht korrekt)

✓ aber bei Matrix nicht erwähl

Sachlich nachvollziehbare und korrekte Auswahl 5

4

Pro-Arg. für Auswahl: ✓ 1/1

Contra-Arg. gegen Alternativen: ✓ 1/1

schlüssige Begründung: 1/2 da Aspekte unangebracht, die in Matrix fehlen

Ergebnis in Übereinstimmung mit Matrix: ✓ 1/1