

Name	Matr. Nr.	Punkte
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

1. Im Wesentlichen werden in der EMV zwei Eigenschaften eines Gerätes 4P oder einer Anlage betrachtet. Welche beiden sind das?

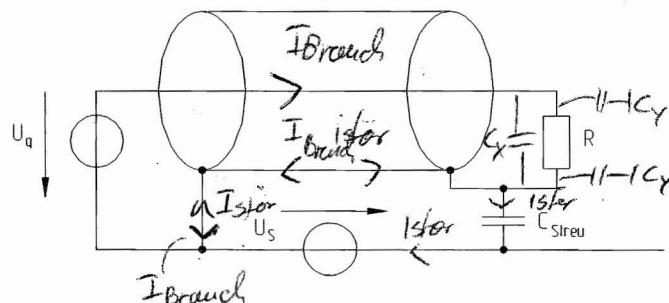
Immunität, Emission sowohl durch ⁴
integrierte gebundene oder
gestrahlte Energie

2. Welcher absoluten Leistung entspricht ein Leistungspegel von 10 dBm? 2P

$$10 \text{ dBm} = 10 - \log \frac{P}{\text{Watt/m}} \Rightarrow 10^1 = P_{\text{Watt/m}} \quad P = 10 \text{ mW}$$

$$1 \text{ dBm} = \log \frac{P}{\text{Watt/m}}$$

3. Ein Signal mit der Gleichspannung U_q wird über ein Koaxialkabel zu einem Verbraucher R übertragen.



In welcher Betriebsart wird das Signal übertragen. Zeichnen Sie den zugehörigen Strom ein. (I_Brauch) 4P

I_Brauch

Gegentaktströme ✓

14

In der Massefläche tritt eine höherfrequente Störspannung U_s auf. Welche Ströme rufen die Störspannung hervor. Zeichnen Sie die Ströme ein. Wie nennt man den Betrieb bzw. die Art der Störung? (I_Stör) 4P

Gegentaktstörung ✓

Störströme f 2

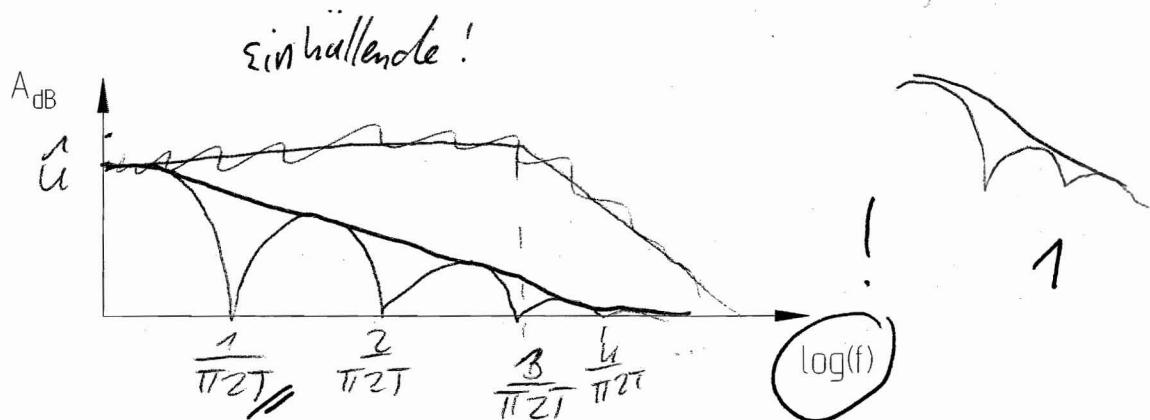
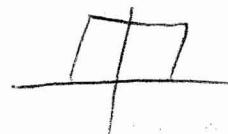
Wie könnte vermieden werden, dass die Störspannung U_s einen unerwünschten Spannungsabfall an der Last R hervorruft? 4P

Durch C_y oder C_x Kondensatoren vor und bzw. hinter R ✓

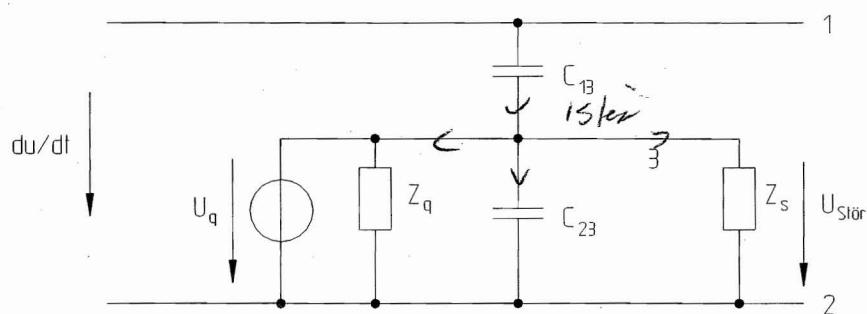
4. Nennen Sie ein Beispiel für eine EMV Schmalbandstörquelle und zwei Beispiele für eine EMV Breitbandstörquelle. 6P

Schmalband: *Breitband:*
RFID ✓ *Bürstenläufer von Motoren* ✓
Zündanlagen bei Autos ✓ 6

5. Skizzieren Sie die Einhüllende des Amplitudendichthespektrum eines Dreieckimpulses unter Angabe wesentlicher Werte in das Diagramm. Der Puls hat die Amplitude \hat{u} und die zeitliche Ausdehnung von 2 T. 6P



6. Im Bild ist die kapazitive Verkopplung zwischen zwei Leiterkreisen als Ersatzschaltbild dargestellt.



Wodurch lässt sich erreichen, dass die hervorgerufene Störspannung 6P möglichst klein ist? Nennen und begründen Sie 3 Möglichkeiten.

C_{13} klein \rightarrow wenige Kapazität = weniger Spannungsabfall auf Z_q
 Z_q klein \rightarrow Spannung fällt dann direkt ab \rightarrow über Z_s abfallen und wenig fällt über Z_s ab ✓ 4

C_{23} groß \rightarrow Spannung fällt über Kondensator ab
Gesetz: Versuch Störstrom nicht über Z_s zu leiten, da dann der Spannungsabfall zunimmt

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

$$l > \frac{R_{eff}}{10} \quad \checkmark \quad 2$$

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

mit Abschlusswiderstand abschließen, da dann keine Reflexion
 $R_{Abschluss} = Z_w = \text{Wellenwiderstand}$

Welche Leitungslängen sind in Bezug auf Abstrahlung besonders kritisch? 2P

$$\frac{l}{\lambda} \quad \checkmark \quad 2$$

Wodurch ist das Fernfeld eines Dipols charakterisiert? 2P

Fernfeld $\propto R^{-1}$,
 H und E stehen senkrecht aufeinander \checkmark 2

8. In der EMV werden zur Entstörung Kondensatoren eingesetzt.

Was ist ein C_y Kondensator? Warum ist sein Wert nach geltender Norm beschränkt? 4P

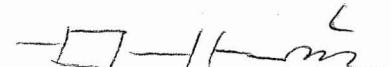
~~Y~~ \rightarrow Kapazität zwischen Leitung und Gelände ~~MANN~~ \checkmark 4
~~Y~~ \rightarrow Da Spannungen bei Massenbruch durch Berührung über menschlichen Körper abfließen können \rightarrow TOT \rightarrow ~~Y~~ \checkmark

Worauf ist beim Einbau von Entstörkondensatoren zu achten? 2P

~~S~~ Kabellängen möglichst kurz halten! \checkmark 2
Dadurch wird L des ESB verringert \checkmark 2

Worauf ist bei der Auswahl von Entstörkondensatoren zu achten? 2P

Sie dürfen nicht über Resonanz freq. betrieben werden da sie dann resonant werden \checkmark 2

ESB \rightarrow  \checkmark 2



Teil 2 – Kurzfragen Sensorik

Zulassungsnummer:	[REDACTED]
Nachname:	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
Bemerkungen:	
Dauer	30 min

[REDACTED]

- 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 !

Klausur EM – Teil 2 Kurzfragen Sensorik

12. Juli 2011



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

1. Begriffe und Definitionen

Wie unterscheidet sich die Bedeutung des Begriffes Sensor gemäß DIN 1319-1 „Grundlagen der Messtechnik“ von dem allgemeinen Sprachgebrauch des Wortes?

nach DIN nur der Teil, welcher auf
die zu messende Größe unmittelbar
anspricht ✓

Begriff
Meßaufbau
fehlt -1P

nach allgemeinem Sprach.: Ein Teil des gesamten
Teil aller Bauteile, welche letztendlich das Messergebnis
der zu messenden Messgröße in eine für uns
weiterverarbeitbare, meist elektrische, Größe umwandelt ✓

Definition

4P

3 Dz

2. Begriffe und Definitionen

Was versteht man unter der Auflösung eines Sensors und kann man dies mit der Messgenauigkeit gleichsetzen?

Nein kann man nicht. Messgenauigkeit bezieht
sich auf den Element möglichen Fehls.

Auflösung: kleinster messbarer Wert, der
am Ausgang des Sensors noch eine
Veränderung bewirkt

1



Erklärung

4P

4



3. Positionssensoren

Was ist der Unterschied zwischen induktiven Sensoren und magnetinduktiven Sensoren?

Induktiv: haben Spulen als Detektor, Messprinzip:
 „Spulen“ bestimmen Detektion, Leistungsentnahme
 bei ferromagnetischen Materialien welche durch das Anwählen
 eines metallischen Gegenstandes verursacht wird
 Magnetinduktiv: haben Ringspulen als Detektor; ✓
 Messprinzip: Durch anmagnetisieren eines magnetischen
 Materials wird Zustandsänderung erkannt ✓

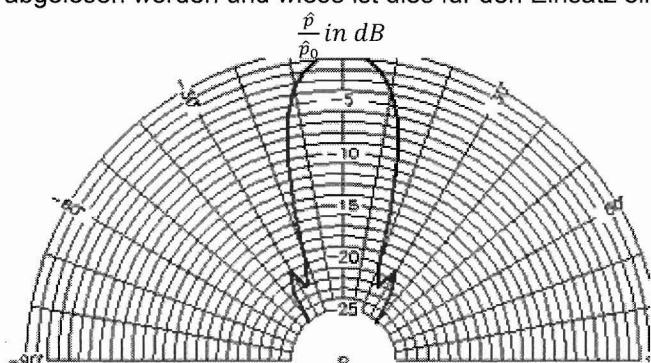
Erklärung

4P

4

4. Abstandssensoren

Welche Information kann aus dem folgenden Diagramm für einen Ultraschallsensor abgelesen werden und wieso ist dies für den Einsatz eines Sensors wichtig?



Grafik dient wie ~~gut ein zu messendes Objekt~~ stark das Messsignal & für zunehmende Entfernung für ein zu messendes Objekt abnimmt Winkel!

→ So kann man gut eine Vorauswahl/auswählen welche Sensoren eingesetzt und den notwendigen Sensor an diese Aufgaben anzupassen. Bereich des Detektors ist leicht ersichtlich ✓

Erklärung

4P

2

Klausur EM – Teil 2 Kurzfragen Sensorik

12. Juli 2011



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

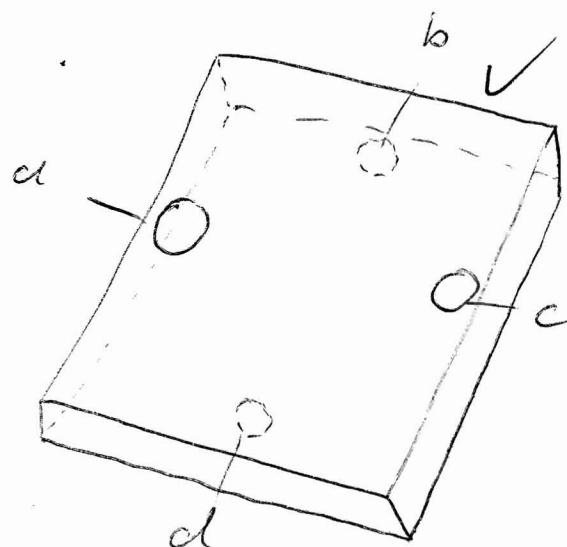
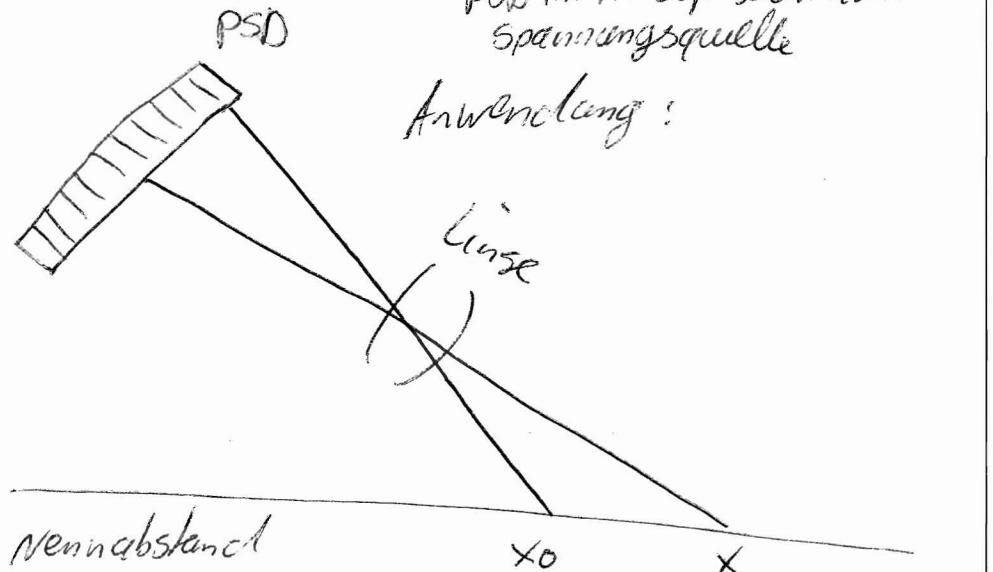
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

5. Abstandssensoren

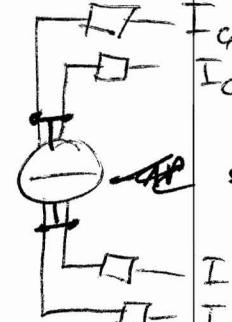
Erläutern Sie anhand einer Skizze, wie ein PSD (Photo sensitive device) funktioniert, das Teil eines Triangulationssensors ist.

PSD im Prinzip lichtabh.

Spannungsquelle



Ausgangs:



2P

so nicht

I_b
 I_d

2P

Jewäher der Lichtshalt an einem der Spannungsaufnehmer ist, desto höher ist dort die Spannung (stromrichtig) (J)
Erklärung 5P

4

-1P

Klausur EM – Teil 2 Kurzfragen Sensorik

12. Juli 2011

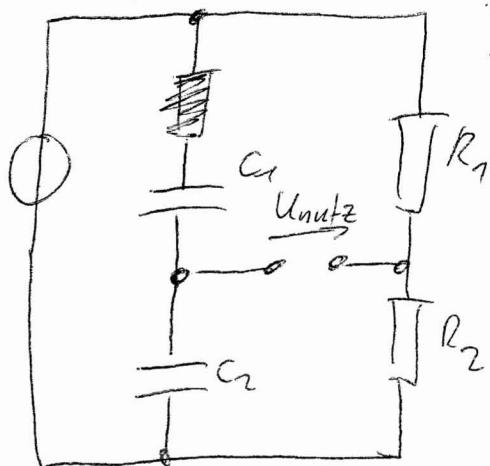
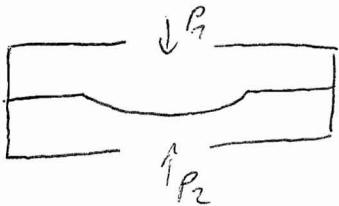


Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

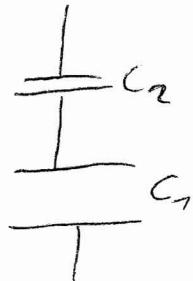
6. Druckmessung

Stellen Sie die elektrische Schaltung dar, mit der ein kapazitiver Drucksensor bestehend aus einem Differentialkondensator ausgewertet wird und erläutern Sie welchen Vorteil der Einsatz eines Differentialkondensators statt eines einfachen Kondensators hat.



✓
3P

weniger Fehlerranfallig
zuverlässige Auswertbar
nur ein Bauteil
Genaues Ergebnis, da



beide Platten oben
selben Umwelt- und
Material einflüssen
ausgeleuchtet sind
+ linear

✓ 1P

Schaltung und Vorteil

4P

3 4 ab



7. Wegmessung

An einem Fahrzeug ist ein induktiver Sensor zur Erfassung der Zähne eines Zahnrades als Inkrementalgeber montiert. Das Zahnrade befindet sich auf der Radachse. Durch die Vibration des Fahrzeugs kann ein Zustand im Bereich der Ansprechschwelle des Sensors auftreten, bei dem in hoher Frequenz Impulse ausgelöst werden, die trotz Stillstand des Fahrzeugs als Vorwärtsbewegung fehlinterpretiert werden. Wie kann man diesen Fehler beseitigen, wenn die Vibration nicht vermieden werden kann?

- Zusätzliche Einheit eines Beschleunigungssensors, der den Inkrementalgeber enthebt, wenn das Auto fährt
- ~~besser~~ Beschaltung durch einen Bandpass \Rightarrow s.u.
- Durch GPS-Signal / Position abgleichen (zusätzlich) (zu ungenau)
- Sensor besser vor Vibrat. schützen ~~oder~~ Rad bewegt sich
- Bandspalte für diese Frequenzen und Sensor aktivität an den Spitzverbrauch des Motors koppeln (wodurch gemessen). Wenn Verbrauch zu klein ist für die Geräte, die Gefahren werden müssen \rightarrow Sensors ignorieren messgeblendet u.u. möglich 2P

Klausur EM – Teil 3 – Aufgaben

12. Juli 2011



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Teil 3 – Aufgaben mit Unterlagen

[REDACTED]	[REDACTED]
Dauer	[REDACTED]

Fôrmale

- 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 !

Klausur EM – Teil 3 – Aufgaben

12. Juli 2011



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Aufgabenstellung: Lagestabilisierung eines Modellflugzeuges

Ein Modellflugzeug soll mit einer teilautonomen Funktion „Lagestabilisierung“ automatisch in einer horizontalen Position gehalten werden. Die Funktion soll vor über einen Zeitraum von mindestens 2 Minuten die Beibehaltung der horizontalen Lage gewährleisten. Die Sensoren werden in das das Flugmodell integriert und sollen daher möglichst leicht sein und möglichst wenig Strom verbrauchen.

Führen Sie eine systematische Auswahl von geeigneten Sensoren für die gewünschte Funktion durch. Gehen Sie dazu in den nachfolgenden Schritten vor.

Es stehen die folgenden Sensoren zur Verfügung, von denen ein geeigneter Sensor auszuwählen ist:

1. Kreiselsensor (Gyro)
2. 3-achs Kreisel- und Beschleunigungssensor
3. Pyroelektrischer Sensor

1. Kreiselsensor (Gyro)



Allgemeines

Der G-200 ist ein kleiner und preiswerter elektronischer Piezo - Kreisel vorzugsweise zur Stabilisierung des Heckrotors bei Hubschraubermodellen, aber auch zur Stabilisierung beliebiger anderer Funktionen bei Flugmodellen. Der Kreisel ist aufgrund seiner Stabilisierung vorzugsweise für den Einsteiger gedacht, der Schwebeflug und Platzrunden trainieren möchte. Für Modelle, mit denen schnelle Kunstflugfiguren geflogen werden, eignet sich der G 200 weniger.

billig

Wird das Modell durch äußere Einflüsse wie Wind, schnelle Drehzahländerung oder Pitchänderungen aus seiner Lage gebracht, so wird über den Piezo - Sensor dieser Wert gemessen, als Steuersignal umgeformt und dem Heckrotor - Servo als Korrekturwert zugeführt, um die Differenz auszugleichen.

Besonderheiten

Vor dem Abgleich sollte das Modell „akklimatisiert“ sein, das Modell sollte Umgebungstemperatur haben.

abgleichfähig autom.

Starke Temperaturunterschiede können evtl. einen erneuten Abgleich erforderlich machen. Jedes Piezo Element ist vibrationsempfindlich. Auf einen vibrationsarmen Einbau ist deshalb unbedingt zu achten.

3
3

Technische Daten

Betriebsspannungsbereich ca. 3,5 V ... 8 V (typ. 4 ... 5 NC)
Stromaufnahme ca. 25 mA bei 3,5 V, ca. 15 mA bei 6 V
(spannungsabhängig)
Abmessungen ca. 27 x 16 x 27 mm
Gewicht ca. 20 g

Kosten: ca. 40 Euro

Klausur EM – Teil 3 – Aufgaben

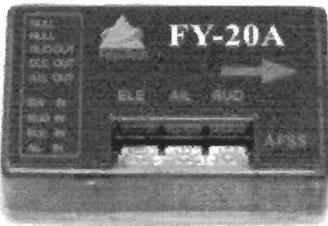
12. Juli 2011



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

2. Dreiachs-Kreisel- und Beschleunigungssensor



Beschreibung

Der FY-20A ist eine Fluglage-Stabilisierung für Flächenmodelle basierend auf Bewegungssensoren. Zur Anwendung kommen jeweils 3-achs Kreisel- und Beschleunigungssensoren, welche die Kontrolle des Flugmodells in den drei Dimensionen übernehmen. Das Modul kann über einen separaten RC-Steuerkanal aktiviert oder deaktiviert werden.

Wenn gewünscht, sorgt der FY-20A für eine automatische Kontrolle der Fluglage des Modells. Gerade dem Anfänger gibt dies die Möglichkeit, hiermit zunächst Flugerfahrung und Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten zu sammeln. Der FY-20A kann hier vom Start bis zur Landung aktiviert bleiben.

Technische Daten und Betriebsbedingungen

Eingangs-Spannung : 4 - 6 Volt

Stromaufnahme (bei 5V) : 52mA

Abmessungen : 55 x 33 x 20 mm

Gewicht (ohne Anschlusskabel) : 20g

Temperaturbereich : ca. -25° C - +70° C

Maximale Rotationsrate : < 1200° / s

Quelle

<http://www.immersionsflug.de/>

Kosten

ca. 119 Euro

Klausur EM – Teil 3 – Aufgaben

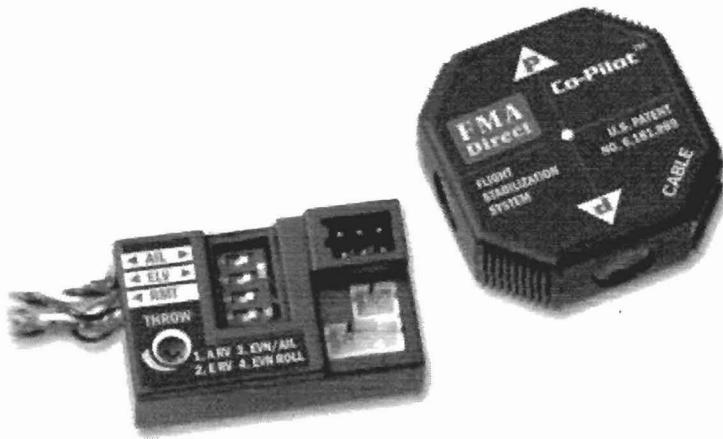
12. Juli 2011



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

3. Pyroelektrischer Infrarotsensor



Beschreibung

Patentierte Infrarot-Technologie misst über die Infrarotstrahlung die Temperaturdifferenz zwischen der Erde und der Atmosphäre und ermittelt damit die Lage des Horizonts. Mit Co-Pilot wird Ihr Modell aus jeder Einstellung in Bruchteilen von Sekunden in den Horizontalflug zurückkehren. Funktioniert mit jedem Modell und erfordert nicht mehr als 2 Kanäle zur Stabilisierung.

kemp unabh.

Funktionsprinzip

Der CPD4 wird oben oder unten am Flugmodell montiert, so dass alle 4 Sensorfenster zum Horizont ausgerichtet sind. Jeder der 4 Sensoren hat einen 90°-Öffnungswinkel und misst die mittlere Temperatur in diesem Winkelbereich. Durch den Vergleich der Messungen der gegenüberliegenden Sensoren lässt sich die Lage bei freiem Horizont auf etwa 1° ermitteln. Optimale Bedingungen erhält man tagsüber bei unbewölktem Himmel.

Technische Daten

35 mm breit, 9 mm hoch

Gewicht: 28 g

Spannungsversorgung: 3.5 – 6 V

Stromverbrauch: 5 mA

Quelle

<http://www.revolectrrix.com>

Kosten

ca. 40 Euro

Klausur EM – Teil 3 – Aufgaben

12. Juli 2011



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

1. Analyse der Anforderungen

Listen Sie die genannten Anforderungen und eventuell auch weitere implizite Anforderungen auf.

- 1) horizontale Lage erkennen ✓
- 2) leicht ✓
- 3) geringer Stromverbrauch ✓
- 4) ohne viel Beschaltung fernsteuern (Handhabung einfach) ✓
~~–> geringe Drift oder wenigstens automatische Kalibrierung~~
- 5) Temperaturunterschiede dürfen keinen Einfluss haben
(bzw. auf Umweltbed. wie Wind etc unempfindlich) ✓
- 6) Preis günstig ✓
- 7) Geringe Bauzeit und Einbauaufwand ✓
- 8) bei Niedrig Fernsteuerung

Klausur EM – Teil 3 – Aufgaben

12. Juli 2011



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

2 Konzeption - Bewertung

Erstellen Sie eine Bewertungsmatrix für die Alternativen und bewerten Sie die Erfüllung der einzelnen Anforderungen mit + / 0 / - .

Anforderungsnummern (5.5)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Kreiselsensor	+	+	0	+	-	-	+	+
3-Achs-Kreiselsensor	+	+	-	0	viel	+	-	+
Pyroelektrischer Sensor	+	+	+	+	+	+	-	?

größ

-1P -1P -1P

-1P.

Bewertung

15

11

Klausur EM – Teil 3 – Aufgaben

12. Juli 2011



Prof. Dr. Jörg Dahlkemper

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

3

Konzeption – Auswahl

Wählen Sie den bestgeeigneten Sensor aus und begründen Sie Ihre Wahl. Gehen Sie hier auch auf etwaige fehlende Informationen ein.

Pyroel.

Auswahl: Piezoelektrischer Sensor

Grund: Wichtigster Grund: Er ist Temperatur und Wind unabhängig. wichtig, da sich Temperaturen schnell ändern können und anders sind als am Boden.

- 1P

Gewertet

- Funktionsprinzip ist jedoch temperaturabhängig, da es bei hoher Temperatur nicht genauer werden kann. Es muss nicht kalibriert werden, da es nur eine Temperatur ablesen kann. ✓
- Es ist günstig (zuverlässig und vollständig) ✓
- Leicht benötigt er bei Sicht auf seine Umgebung, weshalb es nach Flugzeugen kommt, eine besondere Herkunft oder Position des Sensors vorgegeben wird. → Einbaustellen werden ✓
- mit Abstand am günstigsten Stromverbrauch ✓
- Es ist leicht
- Hat keine Reaktion auf das Flugzeug (in Form von Vibrationen, Schwingungen, ...)
- FMV - Größen des Flugzeuges beeinflussen Messprinzip des Sensors nicht. ? nicht bekannt
- Läuft sich schwer hin bei längstens 5 Sekunden (✓) kein pro-Argument
- Verhalten im Fehlerfall nicht bekannt!

eigentliche Flt. Lageerkenntnung war teilweise beweisbar
gewirkt war teilweise
Wesentliche Kriterien: ja, bis auf Drift teilweise
nachvollziehbar: ja

112

112

213

313

Auswahl

10

6

7-1.s.o.