

STUDIENSEMINAR FÜR LEHRÄMTER
AN SCHULEN KREFELD
SEMINAR FÜR DAS LEHRAMT AM BERUFSSKOLLEG

Schriftlicher Unterrichtsentwurf

Fachrichtung:

Fach: Elektrotechnik

Lernfeld: Lernfeld 5

Thema: Klausurvorbereitung:
Die Schüler der Klasse GY72 entwerfen in arbeitsparallelen Gruppen eine Schaltung zur Anzeige des Drehmoments eines Gleichstrommotors mit Getriebe und wenden dabei bekannte elektrotechnische Schaltungen an und kombinieren diese in geeigneter Weise.

Kurze Zusammenfassung Die Arbeitsphasen der heutigen Stunde bauen spiralförmig aufeinander auf. Zunächst haben die Schüler die Möglichkeit sich alleine mit der Aufgabenstellung zu befassen und so Ideen und Fragen zu sammeln. Diese notieren Sie auf dem Aufgabenblatt, welches Sie dann in die folgende Arbeitsphasen, welche in Kleingruppen stattfindet, einbringen. Dort klären sie die entstandenen Fragen und entwerfen ein Konzept zur Lösung der Aufgabenstellung. Dabei können Sie, wenn sie dies wünschen, auf vorbereitete Informationsmaterialien zurückgreifen. Die erarbeiteten Ideen werden abschließend dem Plenum zugänglich gemacht und diskutiert sowie bewertet.

Datum: Fr, 27.03.2008

Bildungsgang/Stufe: GY72 – Leistungskurs Elektrotechnik, JgSt. 12 des Technischen Gymnasiums

Autor: (freiwillig)

1. Lernvoraussetzungen im Hinblick auf die Unterrichtsstunde

1.1 Rahmenbedingungen

Die 11 Schüler der Klasse GY72 besuchen die Jahrgangsstufe 12 des Technischen Gymnasiums. Ihr Ziel ist es, die Allgemeine Hochschulreife zu erlangen. Seit Beginn dieses Halbjahres hospitiere und unterrichte ich unter Anleitung in dieser Lerngruppe Leistungskurs Elektrotechnik. Während dieser Zeit konnte ich schon erste Eindrücke über das unterrichtliche Verhalten und das Leistungsvermögen der Schüler sammeln. Am Montag, den 30.03.2009 schreiben die Schüler die erste Leistungskursklausur dieses Halbjahres, weshalb diese Stunde insbesondere auch auf die Klausurvorbereitung abzielt.

Die räumlichen Gegebenheiten (fest installierte Tische) sind nicht optimal zur Durchführung einer Gruppenarbeit, jedoch organisieren die Schüler sich in der Regel selbständig in geeigneter Weise, so dass auch Gruppenarbeitsphasen durchgeführt werden können.

1.2 Vorkenntnisse/Verhalten bezogen auf den Stundeninhalt

Die Unterrichtsaktivität der SuS ist sehr unterschiedlich, jedoch in der Regel als positiv einzuschätzen. Die Lern- und Arbeitsatmosphäre ist angenehm. Sie ist geprägt von gegenseitigem Respekt und der Wertschätzung von Arbeitsergebnissen der Mitlernenden, was die Arbeit in kooperativen Arbeitsphasen wesentlich erleichtert und der Qualität der Arbeitsergebnisse zuträglich ist.

In Bezug auf die Leistungsfähigkeit zeigen die SuS nach meinen Beobachtungen ein sehr unterschiedliches Potenzial. Diese Umstände werden in der heutigen Stunde durch die verschiedenen Arbeitsphasen berücksichtigt, indem die Schüler zum einen Unterstützung von ihren Kollegen und zum anderen durch vorbereitete Lernangebote (s. Informationsblätter) erhalten.

Fachkompetenz

Die Schüler kennen die grundlegende Funktionsweise von Gleichstrommotoren und kennen verschiedene Beschaltungsarten von Operationsverstärkern (invertierender Verstärker, nichtinvertierender Verstärker, Addierer, Subtrahierer/ Differenzverstärker). Sie haben in

den vergangenen Stunden ermittelt, durch welche schaltungstechnischen Maßnahmen die Verstärkung eines Operationsverstärkers festgelegt werden kann. Daher werden diese Themengebiete nun zusammengeführt, um bei den Schülern den Blick für größere technische Zusammenhänge zu schulen.

Methodenkompetenz

Nach Aussagen meiner Ausbildungslehrerin und eigenen Beobachtungen arbeiteten die Schüler bisher sowohl in Einzel- und Partnerarbeit sowie in kleineren Gruppen zusammen. Die Gruppenarbeitsphasen unterstützten dabei vor allem die schwächeren Schüler bei ihrem Lernprozess und gaben ihnen wichtige Impulse. Daher wird auch in der heutigen Stunde ein Setting gewählt, in dem die Schüler die Möglichkeit haben ihre Ideen einzubringen, aber auch Unterstützung zu erhalten (s. Abgewandelte Placemat Activity und Informationsblätter).

Personalkompetenz

Die SuS verhalten sich kollegial und respektvoll, sowohl gegenüber ihren Mitschülern als auch in Bezug auf meine Person. Sie unterstützen sich gegenseitig bei ihrem Lernprozess und arbeiten in der Regel zielgerichtet. Gelegentlich ist bei einigen Schülern eine direkte Ansprache notwendig, damit sie den Blick auf das Ziel des Lernprozesses nicht verlieren.

2. Didaktisch/methodische Schwerpunkte

Die Arbeitsphasen der heutigen Stunde bauen spiralförmig aufeinander auf. Zunächst haben die Schüler die Möglichkeit sich alleine mit der Aufgabenstellung zu befassen und so Ideen und Fragen zu sammeln. Diese notieren Sie auf dem Aufgabenblatt, welches Sie dann in die folgende Arbeitsphasen, welche in Kleingruppen stattfindet, einbringen. Dort klären sie die entstandenen Fragen und entwerfen ein Konzept zur Lösung der Aufgabenstellung. Dabei können Sie, wenn sie dies wünschen, auf vorbereitete Informationsmaterialien zurückgreifen. Die erarbeiteten Ideen werden abschließend dem Plenum zugänglich gemacht und diskutiert sowie bewertet.

2.1 Curriculare Anbindung

Grundlage für den Unterricht im Leistungskurs Elektrotechnik ist gemäß der APO-BK Anlage D das Heft 45403 (Bildungspläne zur Erprobung für die Bildungsgänge, die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht und zur allgemeinen Hochschulreife oder zu beruflichen Kenntnissen und zur allgemeinen Hochschulreife führen, Teil III: Fachlehrplan Elektrotechnik). Danach sind die Fachinhalte Operationsverstärker (12.1) und Elektrische Maschinen Themen der Jahrgangsstufe 12. In Absprache mit meiner Ausbildungslehrerin und meinem Kollegen Herrn Korstian wurde der Themenbereich Gleichstrommaschinen von Herrn Korstian und der Themenbereich Operationsverstärker von mir gemeinsam mit den Schülern erschlossen. Diese beiden Themengebiete werden nun und in Zukunft insbesondere im Gebiet der Regelungstechnik zusammengeführt und miteinander verwoben.

2.2 Einordnung in den unterrichtlichen Kontext

Datum	Unterrichtsstunden	Thema
27.02.09	2	Festlegen der Verstärkung eines invertierenden und eines nicht invertierenden Verstärkers
13.03.09	2	Berechnen der Verstärkung eines Differenzverstärkers
27.03.09	1	Wiederholung und Klausurvorbereitung
27.03.09	1	Heutige Stunde

3. Ziele des Unterrichts

3.1 Gesamtziel der Unterrichtsstunde

Die Schüler entwerfen eine Schaltung zur Anzeige des momentanen Drehmoments eines Gleichstrommotors, indem Sie bekannte Schaltungen und Verfahren in geeigneter Weise miteinander kombinieren und wesentliche Größen zur Realisierung der Schaltung bestimmen.

3.2 Angestrebte Kompetenzerweiterung

Die Schüler verknüpfen ihre Kenntnisse aus den Bereichen elektrische Antriebe und

Operationsverstärker, indem Sie mit einem Differenzverstärker eine Schaltung entwerfen, die das Drehmoment des Motors anzeigt.

Die Schüler erkennen eigene Verständnisprobleme und beseitigen diese, indem sie in der Gruppenarbeitsphase kooperieren.

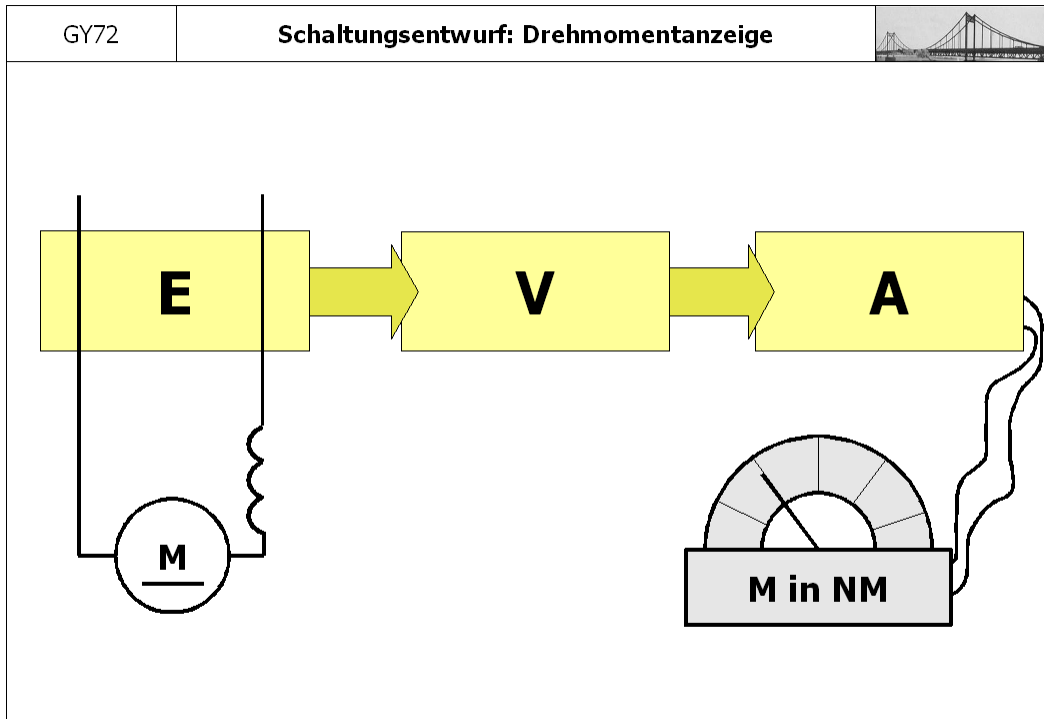
Die Schüler dimensionieren die Beschaltung eines Differenzverstärkers, indem sie die Spannungsverstärkung bestimmen und die benötigten Widerstände berechnen (Hausaufgabe).

4. Verlaufsplan


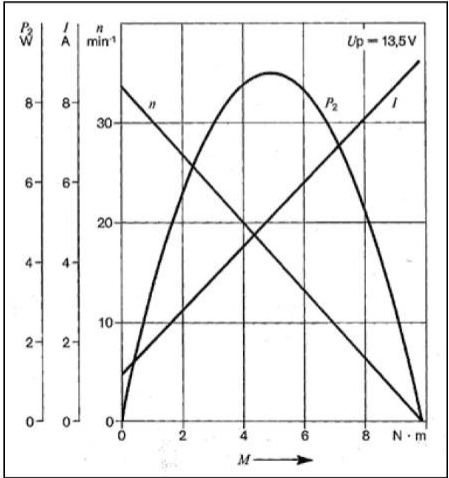


Phase	Sachinhalte	Methodische Hinweise	Medien/ Materialien
Einstieg/ Motivation	Vorstellen der Aufgabenstellung: Entwerfen einer Schaltung zur Anzeige des Drehmoments eines Gleichstrommotors	Lehrervortrag, Unterrichtsgespräch	Folie
Planung	Zeitraumen für die Erarbeitungsphasen wird festgelegt.	Lehrervortrag	Tafel
Erarbeitung 1	Schüler entwickeln Ideen und notieren offene Fragen auf dem Arbeitsblatt 1	Abgewandelte Placemat- Activity	Arbeitsblatt 1, Datenblätter, Flip Chart-Blätter, Hilfsangebote (Informationsblätter)
Erarbeitung 2	Schüler tauschen sich in Kleingruppen über ihre Ideen aus, klären die aufgeworfenen Fragen und entwerfen eine Schaltung. Diese wird auf einem Plakat festgehalten.		
Präsentation und Diskussion	Schüler stellen die Ergebnisse der Erarbeitungsphasen vor und diskutieren diese. Die 4 erstellten Plakate werden nebeneinander an der Tafel aufgehängt, so dass die entwickelten Schaltungen verglichen werden können.	Schülerpräsentation und Plenumsdiskussion	Erstellte Plakate
Vertiefung	Hausaufgabe: Berechnen der benötigten Verstärkung und dimensionieren der Widerstände zur Beschaltung des Operationsverstärkers Eine Musterlösung wird für die Schüler auf der Lernplattform Moodle bereit gestellt.	Einzelarbeit	Arbeitsblatt 2, Beispiellösung

5. Anlagen


Einstiegsfolie



Datenblätter

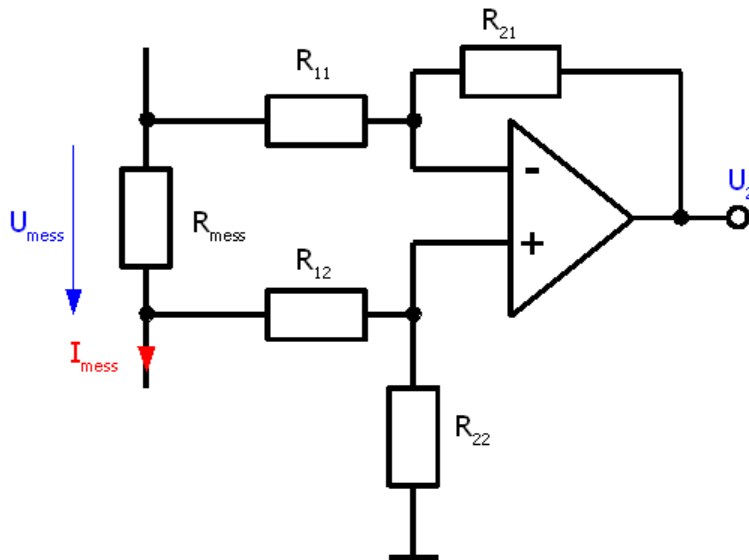
GY72	Auszüge aus den Datenblättern	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Gleichstrommotor mit Getriebe Datenblattauszug ADP – 12V, 5W, 6Nm, 28U/min</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>Messwiderstand Datenblattauszug MI-A-1, R01</p>  <p>R = 0,01Ω ±5% P_{max} = 1,6W I_{max} = 12,5A</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>Anzeigeeinstrument Eingangsspannung U_E = 0V...10V</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> </div>		

Arbeitsblatt 1

GY72	Arbeitsblatt	
<p><u>Situationsbeschreibung</u></p> <p>Für die Endkontrolle der produzierten Motoren wird in der Motorenfabrik DC-Solutions ein Prüfstand benötigt, der das Drehmoment anzeigt, welches aufgrund der momentanen Stromaufnahme vom Motor abgegeben werden sollte.</p>		
<p><u>Arbeitsauftrag</u></p> <p>Entwerfen Sie eine geeignete Schaltung zur Realisierung dieses Vorhabens!</p>		
<p><u>Notizen</u></p> <div data-bbox="264 801 1262 1794" style="border: 1px solid black; min-height: 443px;"></div>		



Schaltung zur Verstärkung der Messspannung



Dimensionieren der Schaltung

1. Entnehmen Sie die Stromaufnahme des Motors für die Drehmomente $M_1 = 0\text{Nm}$ und $M_2 = 8\text{Nm}$ aus der Kennlinie.
2. Bestimmen Sie die Spannungen U_{mess1} und U_{mess2} für die entsprechende Stromaufnahme.
3. Berechnen Sie die notwendige Spannungsverstärkung v_U . (Berücksichtigen Sie den Eingangsspannungsbereich des Anzeigeinstruments).
4. Ermitteln Sie die Widerstände R_{21} und R_{22} ($R_{11} = R_{12} = 1\text{k}\Omega$).

Lösung

Eine Beispiellösung finden Sie auf Moodle!

Beispiellösung

GY72	Dimensionieren der Schaltung	
-------------	-------------------------------------	---

Zu 1.: Aus der Kennlinie lassen sich die folgenden Ströme ablesen

M_1	0 Nm	I_1	1,2A
M_2	8 Nm	I_2	7,6A

Zu 2.: Nach dem Ohmschen Gesetz können die zugehörigen Messspannungen U_{mess} bestimmt werden.

$$U_{mess} = R_{mess} \cdot I$$

U_{mess1}	12mV
U_{mess2}	76mV

ZU 3.: Der Eingangsspannungsbereich des Anzeigeelements liegt zwischen 0V und 10 V. Bei einer Messspannung $U_{mess1} = 12\text{mV}$ soll das Anzeigeelement mit $U_{21} = 1,2\text{V}$ angesteuert werden. Bei einer Messspannung $U_{mess2} = 76\text{mV}$ soll das Anzeigeelement mit $U_{22} = 7,6\text{V}$ angesteuert werden.

$$v_U = \frac{U_{21}}{U_{mess1}} = \frac{U_{22}}{U_{mess2}} = 100$$

Die Skala des Anzeigeelements kann dann passend geeicht werden.

Zu 4.: In der vergangenen Stunde haben Sie herausgefunden, dass allgemein

$$U_2 = U_{12} \frac{R_{22}(R_{11} + R_{21})}{R_{11}(R_{12} + R_{22})} - \frac{R_{21}}{R_{11}} U_{11}$$

gilt. Mit der Vereinfachung, dass $R_{11} = R_{12}$ ist und $R_{21} = R_{22}$ ist, folgt:

$$U_2 = U_{12} \frac{R_{22}(R_{11} + R_{22})}{R_{11}(R_{11} + R_{22})} - \frac{R_{22}}{R_{11}} U_{11} = U_{12} \frac{R_{22}}{R_{11}} - \frac{R_{22}}{R_{11}} U_{11} = \frac{R_{22}}{R_{11}} (U_{12} - U_{11})$$

Also ist v_U :

$$\frac{U_2}{(U_{12} - U_{11})} = \frac{R_{22}}{R_{11}} = \frac{U_2}{U_{mess}} = v_U$$

Umformen ergibt:

$$R_{22} = R_{11} \frac{U_2}{U_{mess}} = R_{11} v_U = 1000 \Omega \cdot 100 = 100000 \Omega = 100\text{k} \Omega$$



Indirekte Strommessung über einen Shunt-Widerstand

Bei der Strommessung ist es wesentlich, dass der zu untersuchende Stromkreis möglichst gering durch die Messschaltung verändert wird. Daraus folgt unmittelbar, dass der in den Stromkreis eingefügte Messwiderstand (auch Shunt-Widerstand genannt) möglichst klein sein muss.

Diese Bedingung erfüllt der MI-A-1, R01 mit einem Widerstandswert von $R_{\text{mess}} = 10\text{m}\Omega$.

Nach dem ohmschen Gesetz ist der Strom I_{mess} direkt proportional zur Spannung U_{mess} .

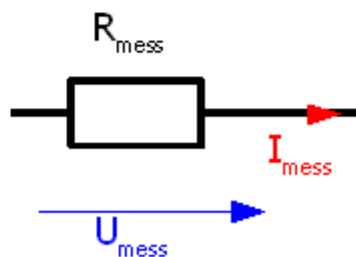
$$U_{\text{mess}} = R_{\text{mess}} \cdot I_{\text{mess}}$$

Die maximale Verlustleistung P_{max} liegt bei

$$P_{\text{max}} = U_{\text{mess, max}} \cdot I_{\text{mess, max}} = R_{\text{mess}} \cdot I_{\text{mess, max}}^2$$

$$P_{\text{max}} = 10\text{m}\Omega \cdot (12,5\text{A})^2 = 1,56\text{W}$$

und wird somit, wenn der Messwiderstand in die Zuleitung des Motors eingebaut wird, nicht überschritten.

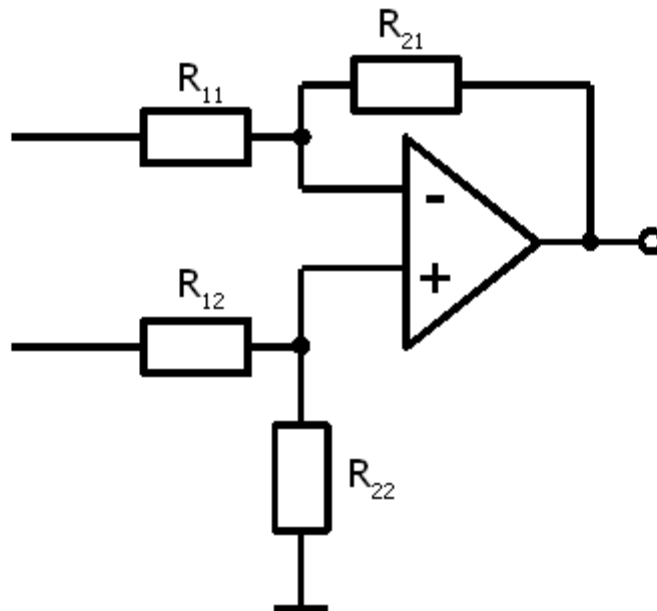




Spannungsverstärkung mit einem Differenzverstärker

Die Spannung U_{mess} , die über dem Messwiderstand R_{mess} liegt im mV Bereich und kann so nicht direkt weiter verarbeitet werden. Sie muss verstärkt werden.

Hierzu bietet sich ein Differenzverstärker an, dessen Eingang mit U_{mess} beaufschlagt wird. Dieser verstärkt dann die Eingangsspannung auf die Ausgangsspannung U_2 .





Anzeige des Drehmoments über ein analoges Anzeigergerät

Der Eingangsspannungsbereich des Anzeigergeräts liegt zwischen 0V und 10V. Auf diesen Spannungsbereich muss die Eingangsspannung verstärkt werden.

Durch eine geschickte Wahl der Skala kann das Anzeigergerät dann direkt an den Ausgang des Anzeigergeräts angeschlossen werden.

