

Rahmenprogramm

für den fakultativen Kurs

Elektronik

in den Klassen 9 und 10



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Ziele und Aufgaben	4
Hinweise zur methodischen und organisatorischen Gestaltung des fakultativen Kurses	5
Stoffübersicht	8
Grundkurs Bauelemente und Grundsaltungen der Elektronik	8
Wahlkurs 1 Elektronik in der Meßtechnik	16
Wahlkurs 2 Elektronik in der Nachrichtentechnik	21
Wahlkurs 3 Elektronik in der Digitaltechnik	28
Literaturhinweise	31

1. Auflage

Ausgabe 1984

Lizenz-Nr. 203/1000/84 (E)

LSV 0645

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung: Druckerei Schweriner Volkszeitung II-16-8

Verlagstitelnummer 30 08 87-1

**Das Rahmenprogramm
für den fakultativen Kurs Elektronik
in den Klassen 9 und 10
tritt am 1. September 1984 in Kraft.**

Berlin, Oktober 1983

**P a r r
Stellvertreter des Ministers**

Ziele und Aufgaben

Im fakultativen Kurs Elektronik werden die Schüler mit der Entwicklung der Elektronik und ihrer Anwendung in ausgewählten Bereichen des gesellschaftlichen Lebens vertraut gemacht. Damit wird die Allgemeinbildung auf einem Gebiet erweitert, das durch die Miniaturisierung von elektronischen Bauelementen und die Entwicklung der Digitaltechnik entscheidende Bedeutung für den weiteren Aufbau unserer sozialistischen Gesellschaft besitzt.

Die Schüler erwerben Wissen über die Wirkungsweise und die Anwendung elektrischer und elektronischer Bauelemente einschließlich ausgewählter Schaltkreise sowie über das Zusammenwirken von Bauelementen in Schaltungen.

Im Grundkurs vertiefen die Schüler das Wissen über Gleich- und Wechselstromwiderstände, diskrete Halbleiterbauelemente, niedrig integrierte Bauelemente der Digitaltechnik und deren logische Verknüpfungen aus dem obligatorischen Physikunterricht und dem Fach „Einführung in die sozialistische Produktion“ und festigen es beim Aufbau einfacher Schaltungen. Sie eignen sich Kenntnisse über die theoretischen Grundlagen des Weichlöten an. Die Wahlkurse bieten die Möglichkeit, daß die Schüler ihr Wissen auf einem technischen Anwendungsgebiet der Elektronik vertiefen und erweitern und komplexere Schaltungen kennenlernen.

Die Schüler können die Wirkungsweise einiger elektronischer Bauelemente beschreiben, das Übertragungsverhalten von Funktionselementen angeben und die Einsatzmöglichkeiten elektrischer und elektronischer Bauelemente einschließlich integrierter Schaltkreise mit geringem Funktionsumfang anhand ihrer Leistungsparameter richtig einschätzen. Sie sind in der Lage, die Wirkungsweise und den funktionellen Aufbau einfacher vorgegebener Schaltungen qualitativ zu beschreiben, Schaltpläne zu lesen und anzufertigen sowie Meßmittel und Meßgeräte richtig einzusetzen und die Meßergebnisse zu protokollieren und zu interpretieren. Die Schüler können einfache Versuchsschaltungen entwickeln, den Schaltungsaufbau ausführen sowie deren Funktion überprüfen und dabei Lötarbeiten durchführen.

Die Schüler gelangen zu der Überzeugung, daß die Elektronik, insbesondere die Mikroelektronik, eine Hauptrichtung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts darstellt und große Bedeutung für die Steigerung der Arbeitsproduktivität und für den militärischen Schutz der sozialistischen Errungenschaften besitzt.

Es ist herauszuarbeiten, daß sich mikroelektronische Schaltkreise durch relativ geringe Herstellungskosten, geringen Material- und Energieaufwand, hohe Funktionssicherheit und großen Funktionsumfang auszeichnen und ihr Einsatz neue Möglichkeiten der Automatisierung (z. B. numerische Steuerung von Werkzeugmaschinen, Rechentechnik, Industrieroboter) schafft.

Die Schüler entwickeln wertvolle *Gewohnheiten* weiter, wie Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz, sorgfältiger Umgang mit persönlichen und schuleigenen Arbeitsmitteln, Einordnen in kollektives Arbeiten, Zielstrebigkeit und Ausdauer beim Lösen theoretischer und praktischer Aufgaben sowie beim gewissenhaften Einhalten der Arbeitsschutzbestimmungen.¹

Die Belehrungen zum Arbeitsschutz sollen folgende Schwerpunkte enthalten:

Ordnung am Arbeitsplatz, Verhalten im Experimentier- bzw. Arbeitsraum, Verhalten bei Unfällen, Sicherheitsregeln im Umgang mit ätzenden Flüssigkeiten, Arbeitsschutz beim Ausführen mechanischer Arbeiten und bei der Handhabung des Lötkolbens; Sicherheitsbestimmungen bei der Nutzung von elektrischen Spannungen; Beachtung der Brandschutzbestimmungen beim Weichlöten.

Hinweise zur methodischen und organisatorischen Gestaltung des fakultativen Kurses

Die Gestaltung des fakultativen Kurses Elektronik soll sich durch eine enge Verbindung von Theorie und Praxis, von Schule und Leben auszeichnen. Die Schüler sollen die Möglichkeit erhalten, ihr erworbenes Wissen bei der Lösung von Aufgabenstellungen schöpferisch anzuwenden. Exkursionen (Betriebsbesichtigungen, Besuch von Ausstellungen u. ä.) tragen dazu bei, die Schüler mit einigen Beispielen für die Anwendung der Elektronik in der materiellen Produktion und anderen Bereichen der Gesellschaft vertraut zu machen. Die Schüler sollten angehalten werden, die Entwicklung und die Einsatzmöglichkeiten der Elektronik in Zeitschriften zu verfolgen und Beispiele aus der Tagespresse zu sammeln. Besonderes Gewicht ist auf die selbständige Arbeitsweise der Schüler zu legen. Das gilt vor allem für die experimentelle Tätigkeit, die ein wesentlicher Bestandteil des Unterrichts im fakultativen Kurs ist. Für die experimentelle Tätigkeit ist ausreichend Zeit zu planen. Die experimentelle Tätigkeit schafft den Zugang zur theoretischen Durchdringung des Stoffes und bereitet die möglichst selbständige Lösung von Aufgaben vor. Theoretische Erörterungen zu physikalischen und schaltungstechnischen

¹ Anweisung vom 1. Februar 1984 zum Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie Brandschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht und in der außerunterrichtlichen Arbeit auf dem Gebiet der Naturwissenschaften. In: Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung, Nr. 3/1984.

Anordnung vom 2. September 1975 über den Gesundheits- und Arbeitsschutz im polytechnischen Unterricht der Klassen 7 bis 12 und in Arbeitsgemeinschaften mit praktisch-produktivem und naturwissenschaftlich-technischem Charakter. In: Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung, Nr. 15/1975.

Grundlagen sind soweit durchzuführen, wie es für das Verständnis der elektrischen Bauelemente, von Schaltungen und zur Erfüllung von Arbeitsaufträgen erforderlich ist.

Bei der Erfüllung von praktischen Aufgaben sind die Schüler zunehmend zu befähigen, einzelne Arbeitsschritte selbständig zu planen. Die Arbeit in Schülergruppen ist so zu organisieren, daß die Fähigkeit und Bereitschaft der Schüler zur kollektiven Arbeit gefördert wird. Ihnen ist Gelegenheit zu geben, durch Vorträge, durch die Gestaltung von Wandzeitungen und gegebenenfalls auch durch die Verteidigung von Arbeitsvorhaben öffentliche Rechenschaft über die Ergebnisse ihrer Tätigkeit im Kurs Elektronik abzulegen.

Die Anschaulichkeit des Unterrichts soll durch den Einsatz von Folien und Filmen unterstützt werden.

Für den Unterricht im fakultativen Kurs Elektronik sind 30 Doppelstunden in Klasse 9 und 25 Doppelstunden in Klasse 10 zu planen. Das Rahmenprogramm für diesen Kurs besteht aus einem Grundkurs und drei Wahlkursen. Der Grundkurs enthält die Anforderungen an das Wissen und Können, das alle Schüler nach Beendigung des Kurses in Klasse 10 besitzen sollen. Mit dieser Festlegung wird darauf orientiert, daß alle Teilnehmer des Kurses einen ausreichenden Einblick in grundlegende Bauelemente, Schaltungen und deren Anwendungsbereiche gewinnen. In der Regel sollte der Grundkurs mit einem Wahlkurs zu einem einheitlichen Zweijahreskurs kombiniert werden. Die Kombination des Stoffes aus dem Grundkurs mit Stoff aus einem Wahlkurs gestattet es, in ein Teilgebiet der Elektronik tiefer einzudringen und interessante, anspruchsvolle Aufgaben zu lösen.

Die im Rahmenprogramm vorgegebene Stoffabfolge ist nicht verbindlich. Die ausgewiesenen Schülertätigkeiten stehen zur Auswahl. Es sollen besonders die experimentellen Aufgaben durchgeführt werden.

Bei Beachtung des Prinzips des logischen und folgerichtigen Vorgehens im Kurs sollten Möglichkeiten erschlossen werden, praxisnahe Arbeitsvorhaben auszuwählen, an denen die Schüler die theoretischen Grundlagen erfassen und in zunehmend selbständiger Tätigkeit bis zu funktionsfähigen Systemen gelangen. Für die Erarbeitung des Stoffes aus dem Grundkurs sind etwa 50 Unterrichtsstunden vorzusehen. Wenn es für die Erfüllung des Arbeitsvorhabens erforderlich ist, kann auch Stoff aus verschiedenen Wahlkursen in die Planung einbezogen werden.

Zwischen dem Kurs Elektronik und der Elektrizitätslehre im obligatorischen Physikunterricht sowie den Stoffgebieten „Elektrotechnik“ und „Automatisierung der Produktion“ des Lehrplanes „Einführung in die sozialistische Produktion“ für die Klassen 9 und 10 bestehen zahlreiche inhaltliche Beziehungen, die zeitlich im einzelnen unterschiedlich sind. Die damit gegebenen Möglichkeiten müssen vom Lehrgangleiter bei der Planung des Kurses berücksichtigt werden. Durch geeignete Planung der Stoffabfolge und durch eine entsprechende zeitliche Einordnung des Ar-

beitsvorhabens in den Kurs können Vorgriffe auf den Stoff des obligatorischen Unterrichts eingeschränkt werden.

Es hat sich bewährt, die Doppelstunden so zu planen, daß in einer Stunde theoretische Arbeiten am Stoff vorherrschen und in der anderen Stunde experimentelle und praktische Arbeiten überwiegen.

Die Literaturhinweise sind Empfehlungen. Die Literatur für Schüler ist auf wenige Bücher zu beschränken. Es wird vorgeschlagen, den Titel „Elektronik“ (Burmeister, R./Häsel H./Höppner, F., Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1982) im Unterricht dieses fakultativen Kurses zu nutzen.

Grundkurs Bauelemente und Grundschaltungen der Elektronik

STOFFÜBERSICHT

1. Einführung in die Elektronik
2. Passive elektrische und elektronische Bauelemente
3. Der Transistor und seine Anwendung
4. Grundlagen der Digitaltechnik
5. Einführung in die Technologien des Weichlötens und der Leiterplattenherstellung

Vorbemerkungen

Im Grundkurs werden die Schüler mit einer Reihe elektrischer und elektronischer Bauelemente sowie mit deren Grundschaltungen vertraut gemacht.

Ziel dieses Kurses ist es, daß die Schüler Kenntnisse über den Aufbau, die Wirkungsweise und das Zusammenwirken der Bauelemente in Funktionseinheiten erwerben und die Funktionsweise einer elektronischen Schaltung bzw. eines elektronischen Gerätes verstehen.

Die Schüler sind zu befähigen, einfache Schaltungen auf der Grundlage von Anleitungen selbständig aufzubauen, elektrische Meßgeräte wie Strom-, Spannungs- und Widerstandsmesser sicher zu handhaben, Protokolle entsprechend der Aufgabenstellung anzulegen und Experimente durchzuführen sowie selbständig auszuwerten.

Sie sollen befähigt werden, auf der Grundlage von Tabellen die Standards von Bauelementen zu bestimmen, sachgemäß mit Bauelementen umzugehen und anhand vorliegender Stromlaufpläne (Schaltungen) die Einsatzmöglichkeiten der Bauelemente zu beurteilen.

Die Schüler werden schrittweise in die technologische Abfolge der Herstellung von bestückten Leiterplatten, den Bau elektronischer Geräte sowie in die Technologie des Weichlötens eingeführt. Das Weichlöten ist zu üben.

Da sowohl in der industriellen Elektronik als auch in der Amateurelektronik überwiegend integrierte Schaltkreise zum Einsatz kommen, ist es erforderlich, alle Schüler im Grundkurs mit einem niedrig-integrierten Schaltkreistyp und seinen Anwendungsmöglichkeiten vertraut zu machen. Zum Zeitpunkt der Einführung des Rahmenprogramms eignet sich dafür

besonders ein Schaltkreis mit vier zweifach NAND-Gattern (z. B. D 100 C, D 200 C, V 4011 D). Dieser Schaltkreis läßt sich in vielfältiger Weise zu Grundschaltungen kombinieren.

Die Schüler sollen erkennen, daß sich Schaltungen bei Verwendung integrierter Schaltkreise gegenüber herkömmlichen Transistorschaltungen einfacher und übersichtlicher aufbauen lassen.

Die theoretischen Inhalte zum Weichlöten und zur Leiterplattenherstellung sind im Abschnitt 5. des Grundkurses ausgewiesen.

Inhalt des Grundkurses

1. Einführung in die Elektronik

- **Begriffe Elektronik und elektronisches Bauelement, Teilgebiete der Elektronik**
Beispiele für die Anwendung elektronischer Bauelemente in Bereichen des täglichen Lebens
- **Elektronik in der Industrie, Landwirtschaft, Medizin, im Militärwesen und im Sport**
- **Entwicklung der Elektronik von der Elektronenröhre bis zur Miniaturisierung in der Mikroelektronik**
- **Folgen des Einsatzes der Elektronik in Abhängigkeit von der Gesellschaftsordnung**
- **Belehrungen zum Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz**

Methodische Hinweise

Ziel der Einführung muß es sein, den Schülern einen ersten Einblick in die Aufgaben der Elektronik und in Probleme ihrer Anwendung zu geben, um Interessen und Neigungen der Schüler für die Tätigkeit im Kurs zu fördern. Für diese Einführung ist aus dem Stoff eine geeignete Auswahl zu treffen. Die Behandlung des angegebenen Stoffes ist im gesamten Kurs an geeigneten Stellen fortzusetzen. Mit den Arbeitsschutzbelehrungen ist entsprechend zu verfahren.

2. Passive elektrische und elektronische Bauelemente

- **Ohmscher Widerstand im Gleichstromkreis:**
Messung von Spannung, Stromstärke und Widerstand;
Spannungsteilerschaltungen;

Bauformen und Kennzeichnung technischer Widerstände

- Kondensator im Gleichstromkreis:
Kapazität; Auf- und Entladen von Kondensatoren;
Bauformen und Kennzeichnung von Kondensatoren
- Spule im Gleichstromkreis:
Verhalten einer Spule beim Ein- und Ausschaltvorgang im Stromkreis;
Bauformen und Kennzeichnung von Spulen
- Wechselstromkreis:
Begriff Wechselspannung; Frequenz und Effektivwert einer Wechselspannung; Verhalten von Ohmschem Widerstand, Kondensator und Spule im Wechselstromkreis; qualitative Betrachtung zu Wechselstromwiderständen
- Halbleiterdiode:
Aufbau und Wirkungsweise von Halbleiterdioden;
Verhalten einer Halbleiterdiode im Gleich- und Wechselstromkreis (Ventil- und Gleichrichterwirkung); Einweggleichrichtung und Glättung mit Ladekondensator;
Thermo- und lichtelektrischer Effekt, Bauelemente Thermistor und Fotowiderstand;
Bauformen und Kennzeichnung der Bauelemente Halbleiterdiode, Thermistor und Fotowiderstand

Schülertätigkeiten

- Messen der elektrischen Größen Spannung, Stromstärke und Widerstand
- Aufbauen und Anwenden von Spannungsteilerschaltungen
- Untersuchen der Einschaltverzögerung einer Glühlampe in Reihenschaltung mit Spule bzw. Kondensator
- Untersuchen des Verhaltens einer Halbleiterdiode im Gleich- und Wechselstromkreis
- Aufnehmen der Kennlinie eines Thermistors bzw. Fotowiderstandes

Methodische Hinweise

In diesem Abschnitt sollte der Entwicklung der Fertigkeiten der Schüler im sicheren Umgang mit Meßgeräten und im selbständigen Aufbauen von Meßschaltungen nach vorgegebenen Schaltplänen besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, weil damit wesentliche Voraussetzungen für den gesamten Kurs geschaffen werden.

Die Schülerexperimente sollten zunächst in gleicher Front durchgeführt werden.

Die Wechselspannung ist mit Hilfe des Oszillographen anschaulich einzuführen. Bei der Behandlung der Wechselstromwiderstände sollten qualitative Betrachtungen vorherrschen.

Große Sorgfalt sollte auf die Erziehung zu einer systematischen und geplanten Arbeitsweise verwendet werden, indem den Schülern wesentliche Arbeitsschritte bewußtgemacht werden und die Arbeitsvorbereitung zum festen Bestandteil der geistig-praktischen Tätigkeit wird.

Zur Anwendung des Stoffes ist es möglich, von den Schülern einfache Schaltungen zu folgenden Sachverhalten aufbauen bzw. entwickeln zu lassen:

Helligkeitssteuerung einer Glühlampe, Modell eines Blitzlichtes, Gleichrichtung einer Wechselspannung und Glättung mit Ladekondensator, Temperatur- oder Lichtstärkemessungen.

3. Der Transistor und seine Anwendung

– Der bipolare Transistor:

Prinzipieller Aufbau und Bezeichnung des Transistors:

Grundsaltungen eines Transistors, Ausgangskennlinienfeld $I_C = f(U_{CE})$ mit I_B als Parameter für einen Transistor in Emitterschaltung

– Transistor als Verstärker:

Begriff der Verstärkung, Überblick über Strom-, Spannungs- und Leistungsverstärker, RC-Verstärker in Emitterschaltung (Aufbau und Wirkungsweise); Leistungshyperbel, Widerstandsgerade und Arbeitspunkt im Kennlinienfeld (Hinweis auf Temperaturabhängigkeit der Arbeitspunktlage und Möglichkeiten der Stabilisierung)

– Transistor als Schalter:

Begriff des realen und idealen Schalters, Transistor als elektronischer Schalter, qualitative Erklärung des Schaltverlaufes „offen“ und „geschlossen“ mit Hilfe des Kennlinienfeldes

– Handelsübliche Bauformen von Transistoren (Bauformen und Kenndaten von Transistoren)

Schülertätigkeiten

– Experimenteller Nachweis der Stromverstärkung eines Transistors in Emitterschaltung (qualitativ)

– Experimentelles Aufnehmen des $I_C - U_{CE}$ -Kennlinienfeldes für verschiedene Parameter von I_B

- Auswertungen zum Ausgangskennlinienfeld
Einzeichnen der Verlustleistungshyperbel, der Widerstandsgeraden und des Arbeitspunktes
- Aufbau einer Schaltung zum elektronischen Schalter mit Transistor und Demonstration der Schaltzustände „offen“ und „geschlossen“
- Aufbau eines einstufigen Verstärkers auf der Grundlage des Stromlaufplans auf einer Brettschaltung ohne Lötverbindungen

Methodische Hinweise

Die Grundfunktionen des Transistors „Verstärken“ und „Schalten“ werden an einfachen Schaltungsvarianten erarbeitet.

In diesem Abschnitt nimmt der Umfang an Schülertätigkeiten zu. Beim Experimentieren kommt es darauf an, daß die Schüler bei Demonstrationsexperimenten, vor allem aber bei den Schülerexperimenten, zunehmend an der Planung, dem Aufbau und der Durchführung der Experimente beteiligt werden. Beim Experimentieren wird das Können der Schüler entwickelt, selbstständig nach einer schriftlichen Anleitung zu arbeiten. Sie üben sich im Anfertigen von Schaltplänen und von Meßprotokollen, im Ablesen und Umrechnen von Meßwerten sowie in der Darstellung und Interpretation von Diagrammen.

Beim Experimentieren kann verstärkt getrennt-gemeinschaftlich gearbeitet werden.

Die Arbeit mit der Literatur, besonders der Umgang mit Nachschlagewerken und Katalogen, ist ständig zu üben.

Als Anwendungen eignen sich folgende Schaltungen:

Mikrofon-Vorverstärker, Meßverstärker in Verbindung mit elektrischer Temperaturmessung, kontaktlose Schalter zur Füllstandsmessung bzw. für Lichtschrankenanlagen.

4. Grundlagen der Digitaltechnik

- Einführung in die Digitaltechnik:
Begriffe Analog- und Digitaltechnik als Techniken der Informationsverarbeitung;
Überblicksdarstellung zu Anwendungsbeispielen der Digitaltechnik, digitale Anzeige, Übergang vom Transistor zum integrierten Schaltkreis, Begriff integrierter Schaltkreis;
Transistor als Schalter im Vergleich zum digitalen Schaltkreis
- Logische Verknüpfungen mit Schaltern:
Logische Funktionen UND, ODER, NICHT, NICHT UND (NAND), NICHT ODER (NOR);
Begriff Gatter, Aufbau logischer Verknüpfungsschaltungen mit mecha-

nischen Schaltern und Anlegen von Schaltbelegungstabellen;
Einführung der Symbolik zur Darstellung logischer Schaltungen

- Integrierter Schaltkreis mit NAND-Gattern:
Blockaufbau und Anschlußbelegung des Schaltkreises; Betriebs-, Eingangs- und Ausgangsspannung sowie Spannungspegel und dessen Messung;
Aufbau von logischen Verknüpfungen mit NAND-Gattern;
RS-Flipflop
- Pegelanzeige mit Lichtemitterdioden:
Grundschtaltung der Lichtemitterdiode und Berechnung des Vorwiderstandes

Schülertätigkeiten

- Aufbauen einfacher logischer Verknüpfungsschaltungen mit mechanischen Schaltern, Demonstrieren von Schaltzuständen, Aufnehmen von Schaltbelegungstabellen, Anwenden der Blocksymbolik
- Aufnehmen der Schaltbelegungstabelle am NAND-Gatter eines integrierten Schaltkreises
- Zusammensetzen logischer Verknüpfungen (UND, ODER, NICHT) mit NAND-Gattern integrierter Schaltkreise und Aufnehmen der Schaltbelegungstabellen
- Aufbauen von Kippschaltungen als Anwendung von NAND-Gattern (Trigger, Multivibrator, Flipflop u. a.)
Beschreiben der Arbeitsweise

Methodische Hinweise

Dieser Abschnitt ist mit einem Überblick über Anwendungsfälle und einer Motivation für die Digitaltechnik zu beginnen. Dabei werden in einer Überblicksdarstellung die Entwicklungsetappen der Elektronik dargestellt und den Schülern die Mikroelektronik als qualitativ neues Element der Elektronik bewußtgemacht.

Es soll ein Eindruck von der Vielseitigkeit der Digitaltechnik schon bei einfachen Schaltungen mit Grundgattern vermittelt werden.

Das Wissen und Können der Schüler über die Digitaltechnik ist so weit zu entwickeln, daß sie in der Lage sind, logische Verknüpfungen mit Hilfe von NAND-Gattern zu realisieren sowie die Schaltsymbolik anzuwenden.

Beim Aufbau von Anwendungsschaltungen sind Einsatzmöglichkeiten der gewählten Beispiele zu erläutern.

Der genutzte Schaltkreis wird aus der Sicht einer Blackbox behandelt.

Auf den Innenaufbau ist nicht einzugehen. Beim Umgang mit integrierten Schaltkreisen sind die Schüler auf die sorgfältige Einhaltung der Betriebsparameter hinzuweisen.

Als Anwendungsschaltungen eignen sich:

Thermö- und Fotorelais, Einschaltsicherungen, Füllstandsmesser, elektronische Wasserwaagen, Blinkerschaltungen, Zeitschalter.

5. Einführung in die Technologien des Weichlötens und der Leiterplattenherstellung

– Weichlöten:

- Weichlöten als Verbindung zweier Schwermetalle mit Hilfe eines niedrigschmelzenden Lotes
- Zinnlot als Bindemittel, handelsübliche Flußmittel
- Der LötKolben als Wärmequelle zum Herstellen von Lötverbindungen (Arten und Formen)
- Oberflächenbehandlung der Metalle als notwendige Voraussetzung für exakte Lötverbindungen

– Gedruckte Schaltung:

- Begriff der gedruckten Schaltung
- Schrittfolge des Entstehens einer Leiterplatte in Ätztechnik
Stromlaufplan (Schaltbild), körperlicher Entwurf, Leitungsmuster und Bestückungsplan, gezeichnete Deckschicht, Ätzen, Bohren und Nachbehandeln, Bestücken und Einlöten der Bauelemente, Funktionsprüfung der fertigen Schaltung

Schülertätigkeiten

– Übungen im Weichlöten

- Sachgerechte Handhabung der Lötwerkzeuge und Auswahl der notwendigen LötKolben (Leistung, Spitzenformen, Betriebsspannung)
- Auslöten von Bauelementen
- Vorbehandeln der Bauelemente (Abwinkeln, Verzinnen)
- Einlöten von temperaturempfindlichen und temperaturunempfindlichen Bauelementen auf Lötleisten (Ausschußmaterial verwenden)
- Einlöten von Bauelementen nach vorgegebener Schrittfolge auf Trägermaterial (kupferkaschiertes Trägermaterial)

– Zeichnen von Leitungsmustern nach vorgegebenem Stromlaufplan

Die folgenden Schülertätigkeiten sind nicht verbindlich. Sie werden empfohlen, wenn ein Arbeitsvorhaben geplant ist.

– Herstellen einer funktionstüchtigen Leiterplatte

- Herstellen eines körperlichen Entwurfes auf Lochrasterplatte nach vorgegebenem Stromlaufplan
 - Zeichnen des Leitungsmusters als Deckschicht auf dem Trägermaterial
- Ätzen, Bohren und Nachbehandeln einer Leiterplatte (Vorsicht!)
- Herstellung der Leiterplatte bezogen auf das Arbeitsvorhaben (elektronisches Gerät)
 - Bestücken und Einlöten der Bauelemente auf der vorgefertigten Leiterplatte nach vorgegebenem Bestückungsplan
 - Prüfen der fertigen Leiterplatte auf Funktionstüchtigkeit

Methodische Hinweise

Die Behandlung dieses Stoffes sollte möglichst bald nach Beginn des Kurses einsetzen und parallel zu anderem Stoff des Kurses erfolgen.

Nach einer kurzen Behandlung der theoretischen Grundlagen des Weichlötlens werden zunächst für die ausgewiesenen Schritte Übungen vorgenommen. Jeder Teilschritt sollte praktisch vom Leiter des Kurses durch *Vorzeigen* und *Vormachen* eingeleitet werden.

Unter Beachtung der Arbeitsschutzbestimmungen üben dann erst die Schüler.

Gleiches gilt für den Fall, daß Leiterplatten hergestellt werden.

Literatur

Zum 2. Abschnitt: /4/, /6/, /13/

Zum 3. Abschnitt: /1/, /4/, /6/, /7/, /13/

Zum 4. Abschnitt: /4/, /6/, /7/, /8/

Wahlkurs 1 Elektronik in der Meßtechnik

STOFFÜBERSICHT

1. Elektrische Meßfühler
2. Elektronische Relais und Meßverstärker
3. Analoge und digitale Meßwertdarstellung

Vorbemerkungen

Das Messen spielt in vielen Bereichen, so auch in der Produktion, eine zunehmende Rolle. Bei der Automatisierung von Produktionsprozessen müssen Meßwerte erfaßt, gespeichert bzw. in einem Regelsystem mit Sollgrößen verglichen werden.

Das Ziel des Wahlkurses besteht darin, die Schüler mit dem Aufbau und der Anwendung elektronischer Meßeinrichtungen anhand eigener praktischer Arbeit vertraut zu machen. In Abstimmung mit dem Unterrichtsfach „Einführung in die sozialistische Produktion“ sollen die Schüler an Beispielen aus einem Produktionsbetrieb erkennen, daß die elektronische Meßtechnik zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität beiträgt.

Im Wahlkurs „Elektronik in der Meßtechnik“ werden einige Methoden der Meßwertaufnahme und -darstellung behandelt, bei denen elektronische Mittel Anwendung finden. Es werden elektronische Relais mit Meßfühlern als Steuerelemente aufgebaut und in Versuchsschaltungen angewendet. Dabei werden systematisch Kenntnisse über den Aufbau von Meßketten (Meßfühler, Meßverstärker, Meßwertanzeige) sowie über analoge und digitale Meßwertdarstellung vermittelt.

Die experimentelle Aufgabenstellung sollte bis zum Aufbau einer Meßstrecke mit digitaler Anzeige führen. Es können Versuchsschaltungen oder Geräte entwickelt werden, die als Demonstrationsmittel oder als Meßvorsatz für Meßgeräte einsetzbar sind. Wird ein Gerät gebaut, ist den Schülern der gesellschaftliche Nutzen ihrer Tätigkeit bewußt zu machen.

Der Wahlkurs ist in drei Abschnitte unterteilt, in denen jeweils einzelne Teilsysteme einer elektronischen Meßeinrichtung im Mittelpunkt stehen. In Schaltungen werden überwiegend integrierte elektronische Bauelemente eingesetzt.

Im ersten Abschnitt wird nach einer kurzen Einführung die elektronische Messung nichtelektrischer Größen behandelt. Die Schüler untersuchen an einfachen Schaltungen die Wirkungsweise thermoelektrischer

und optoelektronischer Wandler und bauen dazu Anwendungsschaltungen auf. Sie erarbeiten sich einen Überblick über mögliche Wandlertypen und systematisieren diese nach ihrem physikalischen Wirkprinzip.

Im zweiten Abschnitt wird das Anwendungsgebiet der Wandler durch Meßverstärker bzw. Schaltverstärker erweitert. In diesem Abschnitt werden der Operationsverstärker eingeführt und im Zusammenhang mit seiner Grundschaltung die Rückkopplung behandelt. Beim elektronischen Relais wird die Wirkungsweise einer Triggerschaltung experimentell untersucht und mit dem elektromechanischen Relais verglichen. Triggerschaltungen werden nach Möglichkeit mit NAND-Gattern aufgebaut.

Im dritten Abschnitt wird die digitale Form der Meßwertdarstellung behandelt. Die Meßkette wird um einen Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler) erweitert. Vor- und Nachteile der analogen und der digitalen Meßwertdarstellung werden diskutiert.

Die Schüler erkennen, daß sich die digitale Meßwertdarstellung durch höhere Ablesegenauigkeit und Speicherbarkeit der Meßergebnisse auszeichnet. Sie untersuchen in Experimentierschaltungen die Wirkungsweise eines A/D-Wandlers.

Der Stoff des zweiten und dritten Abschnittes kann in Einheit mit entsprechendem Stoff aus dem Grundkurs behandelt werden.

Inhalt des Wahlkurses

1. Elektrische Meßfühler

- Allgemeine Einführung:
Aufbau einer Meßstrecke, Beispiele
- Thermoelektrische Wandler:
Wirkungsweise und Kennlinie eines Thermistors (Fremderwärmung, Eigenerwärmung), Anwendung als Temperaturmeßfühler eines elektrischen Thermometers, Überblick über weitere Wandler (Halbleiterdiode als Meßfühler, Thermoelement)
- Optoelektronische Wandler:
Wirkungsweise und Kennlinie eines Fotowiderstandes, Widerstand bei unterschiedlichen Beleuchtungsstärken, Anwendung als Lichtschranke, Hinweis auf Fotodiode und Fototransistor
- Weitere Wandler im Überblick:
Mechanoelektrische Wandler (Mikrofon und Lautsprecher als Wandler, Dehnungsmeßstreifen), piezoelektrische Wandler (Schwingquarz und Kristallmikrofon).

Schülertätigkeiten

- Aufnehmen der Kennlinie eines Thermistors; Aufbauen eines elektrischen Thermometers mit Thermistor und Transistorverstärker (Grundschialtung) bzw. eines Temperaturwächters
- Aufnehmen der Widerstand-Beleuchtungsstärke-Kennlinie, Eichen (relativ) eines Fotowiderstandes bzw. einer Fotodiode; Aufbauen einer Lichtschranke mit Fotowiderstand und Transistorverstärker (Grundschialtung), Anwenden der Lichtschranke, z. B. als Drehzahlmesser für einen Elektro-Kleinmotor mit Lochscheibe und akustischer Anzeige bzw. Anzeige durch ein Zählgerät
- Erarbeiten einer Zusammenstellung über elektrische Energieformwandler mit Anwendungsbeispielen, geordnet nach dem physikalischen Wirkprinzip

Methodische Hinweise

Schwerpunkte der experimentellen Arbeit sind hier die Bauelemente Thermistor und Fotowiderstand. Aus deren Kennlinien werden Schlußfolgerungen für den Einsatz in Anwendungsschaltungen erarbeitet. Zur Systematisierung der Kenntnisse können die Schüler aufgefordert werden, eine Übersicht über Meßfühler anzufertigen.

2. Elektronische Relais und Meßverstärker

- Einführung:
Eigenschaften und Anwendung eines Schaltverstärkers mit Hysterese (Trigger); Erweiterung einer Meßstrecke durch Meßverstärker (Blockschialtung), Beispiele für Anwendungen in der Produktion
- Schaltverstärker:
Aufbau und Wirkungsweise eines mechanischen Relais, Anzugs- und Abfallstromstärke, seine Schaltung in Verbindung mit einem Transistorverstärker; Aufbau und Wirkungsweise einer elektronischen Triggerschialtung (NAND-Gatter bzw. Transistoren), Einschalt- und Abschaltspannung; Anwendung in Verbindung mit einem Meßfühler als elektronisches Relais
- Meßverstärker
Der Operationsverstärker als Meßverstärker und seine Grundschialtungen, Berechnung der Spannungsverstärkung aus den Widerstandsdaten, Anwendung des Operationsverstärkers in Verbindung mit Meßfühler und Anzeigeminstrument (elektrisches Thermometer bzw. Fotometer)

Schülertätigkeiten

- Messen der Anzugs- und Abfallstromstärke eines elektromechanischen Relais, Aufbauen einer Relaischaltung in Verbindung mit einem Transistorverstärker, Aufbauen eines Thermorelais (Hitzemelder) bzw. eines Fotorelais (Dämmerungsschalter)
- Aufbau einer Triggerschaltung, Messen von Einschalt- und Abschaltspannung, Anschließen eines Meßfühlers, Aufbauen einer Anwendungsschaltung
- Aufbauen der Grundschaltung eines Gleichspannungsverstärkers mit Operationsverstärker, Aufnehmen der Übertragungskennlinie (Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Eingangsspannung) bei unterschiedlichem Rückführwiderstand, Berechnen der Spannungsverstärkung aus den Bauelementedaten, Anschließen eines Meßfühlers an den Operationsverstärker, Aufbauen und Eichen einer Temperaturmeßstrecke

Methodische Hinweise

Im Mittelpunkt stehen hier die Funktionselemente elektronisches Relais und Operationsverstärker. Die Wirkungsweise einer Triggerschaltung wird im Experiment erarbeitet. Die Schüler müssen erkennen, welche Bauelemente der Schaltung für die Einschalt- und Abschaltspannung zuständig sind. Auf eine quantitative Darstellung wird verzichtet. Der Operationsverstärker wird als Blackbox behandelt. Grundbegriffe wie Spannungsverstärkung, Signalumkehr und Übersteuerung werden zuvor an der Transistorgrundschaltung erarbeitet, ebenso die Spannungsgenkopplung (qualitativ). Die Beziehung $V = -R_2/R_1$ für den gegengekoppelten Operationsverstärker wird gegeben. Damit werden die Schüler in die Lage versetzt, die erforderlichen Widerstände bei Anwendungsschaltungen abzuschätzen. Auf die Vorteile elektronischer Relais gegenüber elektromechanischen Relais ist einzugehen.

3. Analoge und digitale Meßwertdarstellung

- Allgemeine Einführung:
Beispiele für analoge Meßwertdarstellung, Abschätzung der Ablesegenauigkeit und der Fehlergrenze einer Spannungsmessung. Grundsätzlicher Aufbau einer Meßstrecke mit digitaler Meßwertdarstellung, Beispiele für Digitalanzeige, das Zählgerät als digitales Meßgerät, Vorteile der digitalen Meßwertdarstellung (Ablesegenauigkeit, Speicherbarkeit des Meßwertes)
- Der Analog-Digital-Wandler:
Grundsätzlicher Aufbau von Wandlertypen, Schwingungserzeugung mit NAND-Gattern, astabiler Multivibrator, Beeinflussung der

- Schwingungsfrequenz (Produkt $R \cdot C$ als Zeitkonstante), Anschließen eines Meßfühlers und einer Start-Stop-Einrichtung, Schaltung eines A/D-Wandlers mit Zähl- und Zeitbasisgenerator
- Überblick über Anwendungen elektronischer Meßeinrichtungen in der Industrie bei numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen und Industrierobotern

Schülertätigkeiten

- Durchführen einer Frequenzmessung mit Zählgerät, Aufbau eines astabilen Multivibrators mit NAND-Gattern nach vorgegebener Schaltung, Messen der Frequenz und Bestimmen von k in $f = \frac{1}{k \cdot R \cdot C}$. Anschließen eines Thermistors (eines Fotowiderstandes) an den Generator, Berechnen und Aufbau eines Zeitbasisgenerators (z. B. $f = 2 \text{ Hz}$), Darstellen des Impulsverlaufes am Katodenstrahloszillographen
- Aufbau der Versuchsschaltung eines A/D-Wandlers mit Baukastensatz
- Sammeln von Bildmaterial und Daten zu elektronisch gesteuerten Werkzeugmaschinen und zu Industrierobotern, Anfertigen einer Wandzeitung zu diesem Thema

Methodische Hinweise

In diesem Abschnitt wird der Aufbau der Leiterplattenschaltung eines A/D-Wandlers empfohlen. Als Wandlertyp ist wegen der einfacheren Schaltung ein Spannungs-Frequenz-Umsetzer geeignet. Bei dieser Schaltung kommt es weniger auf hohe Meßgenauigkeit an, sondern darauf, daß die Schüler das Funktionsprinzip verstehen. Der Aufbau eines Meßfühlers mit angeschlossenem Zählgerät kann bis zur Eichung des Gerätes geführt werden und bei Temperaturmessungen genutzt werden. Die Problemlösung in dieser Aufgabe wird systematisch erarbeitet. Dabei werden folgende Stufen empfohlen:

Problemstellung, Grundkonzeption der Lösung in Blockaufbau, Erarbeitung von Teilschaltungen und der Gesamtschaltung, Bretttaufbau der Gesamtschaltung, Funktionserprobung der Schaltung. Ist der Bau eines Gerätes vorgesehen, wird die Fertigung und Bestückung einer Leiterplatte abgeschlossen.

Literatur

Zum 1. Abschnitt: /3/, /4/ im Überblick, /18/, Heft 12 (1979)

Zum 2. Abschnitt: /7/ und /18/, Heft 4 (1979)

Zum 3. Abschnitt: /18/, Heft 10 (1980) und /2/ zum A/D-Wandler, /4/, /18/, Heft 9 (1981) zur Leiterplattenherstellung

Wahlkurs 2 Elektronik in der Nachrichtentechnik

STOFFÜBERSICHT

1. Signalverstärkung
2. Trägerfrequenzverfahren und Empfängertechnik
3. Optoelektronische Signalübertragung

Vorbemerkungen

Die Nachrichtenübermittlung nimmt ständig an Bedeutung zu. Das gilt für solche Bereiche wie Wirtschaft, Verkehr, Landesverteidigung und Kultur. Sprache und Musik lassen sich auf Schallplatte und Tonband speichern, hochwertige Aufnahme- und Wiedergabegeräte stehen für die nahezu originalgetreue Übertragung von Ton und Bild zur Verfügung. Die Optoelektronik ermöglicht es, die Informationsübertragung noch effektiver zu gestalten.

Ziel dieses Wahlkurses ist es, den Schülern einen allgemeinen Überblick über Systeme der Nachrichtentechnik zu vermitteln und an Beispielen aus diesem Gebiet die stürmische Entwicklung der Elektronik in der gegenwärtigen Zeit zu zeigen.

Im Wahlkurs „Elektronik in der Nachrichtentechnik“ werden die Schüler an ausgewählten Beispielen mit einigen technischen Prinzipien und Geräten der Nachrichtentechnik bekannt gemacht. In den Versuchsschaltungen werden integrierte Schaltkreise angewendet, deren Typenzahl auf ein Mindestmaß zu begrenzen ist (analoger NF-Verstärker, Empfängerschaltkreis). Mit Experimentierschaltungen zur optoelektronischen Nachrichtenübertragung wird in ein Gebiet der Nachrichtentechnik eingeführt, das in einer besonders schnellen Entwicklung begriffen ist.

Als praktische Aufgabenstellung dieses Wahlkurses eignen sich u. a. das System „Mikrofon-Verstärker-Lautsprecher“ in einer Anwendungsform, das Modell eines Kleinempfängers oder einer lichtelektrischen Übertragungsstrecke. Durch die Vielgestaltigkeit der Thematik besteht die Möglichkeit, einzelnen Schülergruppen differenzierte Aufträge zu erteilen. Die Überblicksdarstellung zum Prinzip des Fernsehens kann langfristig als Schülervortrag vergeben werden.

Inhalt des ersten Abschnittes ist zunächst die Klärung einiger Grundbegriffe wie Nachricht, Signal, Information, Sender, Übertragungskanal und Empfänger in einer dem Verständnis der Schüler sowie den Erfor-

ernissen des nachfolgenden Stoffes angepaßten Form (siehe auch ESP-Unterricht Klasse 9). Der experimentelle Teil dieses Abschnittes konzentriert sich auf die Verstärkertechnik, wobei die Verwendung eines integrierten Analogverstärkers anzustreben ist.

Der zweite Abschnitt enthält Verfahren der drahtlosen Nachrichtenübermittlung. Er bildet den Schwerpunkt dieses Wahlkurses. Im Mittelpunkt der experimentellen Arbeiten steht hier der Aufbau des Modells eines Geradeausempfängers. Damit verbunden ist das Verfahren der Amplitudenmodulation. Das Prinzip des Fernsehens ist am Beispiel des Fernsehempfängers in einfacher Form zu erarbeiten. In diesem Zusammenhang kann auch auf die Frequenzmodulation eingegangen werden.

Im dritten Abschnitt lernen die Schüler ein optoelektronisches Verfahren zur Nachrichtenübermittlung und in Verbindung damit neue Bauelemente kennen: Lichtemitterdiode, Fotodiode und Lichtleitkabel. An einer einfachen Versuchsschaltung erarbeiten sie sich das Prinzip dieser Übertragungskette.

Inhalt des Wahlkurses

1. Signalverstärkung

- Allgemeine Einführung:
Begriffe: Signal, Übertragungskette, Signalverstärkung, Signalspeicherung
- Prinzipielle Wirkungsweise der Signalspeicherung bei Plattenspieler und Tonbandgerät
- Verstärkertechnik:
Transistorverstärkerstufe, Verstärkung, Grenzfrequenzen, Frequenzgangkurve, Verzerrung, Übersteuerung, Ausgangsleistung und Leistungsanpassung, Gegenkopplung (qualitativ), Signalverstärkung mit integriertem Analogverstärker

Schülertätigkeiten

- Aufbauen einer Transistorverstärker-Grundschialtung nach Vorgaben, Messen der Spannungsverstärkung, Untersuchen von Verzerrungen und Übersteuerungen in Abhängigkeit vom Arbeitspunkt (qualitativ); Ermitteln des Frequenzganges und der unteren Grenzfrequenz des Verstärkers
- Untersuchen eines integrierten Analogverstärkers im Experiment, Wiederholen der Messungen von Spannungsverstärkung und Frequenzgang; Ermitteln der Ausgangsleistung bei vorgegebenen Betriebsparametern

Methodische Hinweise

Dieser Abschnitt kann als Einheit mit dem im Grundkurs ausgewiesenen Abschnitt 3. „Der Transistor und seine Anwendung“ behandelt werden. Als Meßmittel wird der Katodenstrahloszillograph eingesetzt. Der Aufbau und die Wirkungsweise werden in einfacher Form erläutert.

Besonderer Wert wird auf eine verzerrungsarme Verstärkung durch den Transistor gelegt, u. a. durch richtige Beurteilung der Arbeitspunktlage und des Aussteuerungsbereiches. Der integrierte NF-Verstärker wird als Blackbox behandelt, an dem Aussteuerungsbereich, Grenzfrequenz und Ausgangsleistung untersucht werden.

2. Trägerfrequenzverfahren und Empfängertechnik

- Allgemeine Einführung:
Elektrische Schwingkreise (Aufbau, Wirkungsweise, Schwingungsformel, Dimensionierung) als Empfangsresonator, Demodulation mit Diode und Transistor, Schaltung eines Geradeausempfängers
- Fernsehtechnik:
Prinzipieller Aufbau eines Fernsehempfängers im Blockschema (Tonkanal, Bildkanal und Synchronisationskanal im Fernsehgerät)

Schülertätigkeiten

- Untersuchen des Parallel- und Reihenschwingkreises (Frequenzgang, Resonanzfrequenz); Aufbauen eines Geradeausempfängers nach Schaltungsvorlage. Diskutieren der unterschiedlichen Schaltungsarten
- Erarbeiten einer Übersichtsdarstellung zum Prinzip des Fernsehens (Blockschema, Impulsdigramme usw.), Untersuchen der Hell-Dunkel-Steuerung am Oszillographen

Methodische Hinweise

In diesem Abschnitt werden die Schüler mit Verfahren der drahtlosen Nachrichtenübermittlung vertraut gemacht. Ein Überblick über die Entwicklung der Nachrichtentechnik aus historischer Sicht ermöglicht es, den wissenschaftlich-technischen Fortschritt darzustellen.

Die Experimente sollten mit Untersuchungen an Schwingkreisen im Mittelwellenbereich und der oszillographischen Darstellung amplitudenmodulierter Schwingungen des Ortssenders oder eines Prüfgenerators beginnen. Die Größen „Kapazität“ und „Induktivität“ und die Thomsonsche Schwingungsformel werden dabei als Arbeitsgrundlagen verwendet. Auf Seitenbänder und Modulationsgrad kann qualitativ eingegangen werden.

Die Resonanzkurve des Schwingkreises kann mit der Trägerschwingung des Ortssenders aufgenommen werden. Schaltungen von Geradeausempfängern sind mit dem Elektronikbaukasten aufzubauen. Das Prinzip des Überlagerungsempfängers wird nur erwähnt.

3. Optoelektronische Signalübertragung

— Allgemeine Einführung:

Problem der Kanalbreite beim bisherigen Verfahren, Aufbau einer optoelektronischen Übertragungskette mit Lichtsender, Lichtleitkabel und Lichtempfänger (allgemein), physikalisches Prinzip eines Lichtleitkabels

— Der Lichtsender:

Physikalisches Prinzip einer Lichtemitterdiode, Kennlinie, Grundschaltung, Berechnung des Vorwiderstandes, Helligkeitsmodulation mit einer Transistorstufe

— Der Lichtempfänger und die Übertragungskette:

Physikalisches Prinzip einer Fotodiode (Fotowiderstand, Fototransistor), Anschaltung des Lichtempfängers an einen Verstärker, Aufbau und Erprobung der Übertragungskette

Schülertätigkeiten

— Aufbauen und Untersuchen der Grundschaltung einer Lichtemitterdiode, Berechnen des Vorwiderstandes nach Vorgaben (Betriebsspannung, Diodenspannung, Diodenstromstärke, Beachtung der Grenzwerte); Aufbauen einer Helligkeitsmodulationsschaltung mit Transistor

— Untersuchen der physikalischen Eigenschaften eines Fotowiderstandes (einer Fotodiode), Aufnehmen der Strom-Spannung-Kennlinien bei unterschiedlicher Beleuchtungsstärke (ungeeicht); Aufbauen einer lichtelektrischen Empfängerschaltung mit Transistorverstärker bzw. Schaltkreisverstärker, Aufbauen der gesamten Übertragungskette als Demonstrationsmodell

Methodische Hinweise

Am Modell einer optoelektronischen Signalübertragungskette sollen Wirkungsweise und Einsatzmöglichkeiten von Lichtsender, Lichtleiter und Lichtempfänger erörtert werden. Auch hier wird das Prinzip der Amplitudenmodulation (Helligkeitsmodulation) und -demodulation angewendet. Die physikalischen Prinzipien der Lichtemitterdiode (Rekombination von Ladungsträgern und Lichtemission), des Fotowiderstandes (Lichtabsorption und Ladungsträgererzeugung) und des Lichtleitkabels (Total-

reflexion) sollten durch einen Lehrervortrag mit Hilfe von Demonstrationsexperimenten erläutert werden. Die gesamte Übertragungskette wird als Experimentierschaltung aufgebaut. Dabei werden die im ersten Abschnitt erarbeiteten Kenntnisse aus der Verstärkertechnik bei Lichtsender und Lichtempfänger angewendet.

Literatur

Zum 1. Abschnitt: /3/, /4/, /7/, /17/, Heft 6 (1978), /20/

Zum 2. Abschnitt: /3/, /4/, /15/, /18/

Zum 3. Abschnitt: /3/, /15/

STOFFÜBERSICHT

1. Kodierung, Dekodierung, Datenanzeige
2. Logische Verknüpfungsschaltungen
3. Zähler und Speicher

Vorbemerkungen

Der gegenwärtige Entwicklungsstand der Technik ist wesentlich von der elektronischen Datenverarbeitung mit geprägt. Durch Anwendung immer kleinerer, leistungsfähigerer und spezialisierterer Datenverarbeitungsgeräte in der Form von elektronischen Taschenrechnern, Mikrorechnern und elektronischen Geräten zum automatischen Steuern von Maschinen und Anlagen vergrößert sich der Kreis der Anwender ständig. In der elektronischen Datenverarbeitungstechnik wird fast ausschließlich das Prinzip der digitalen Informationsverarbeitung angewendet, die im Vergleich zur analogen Technik bedeutende Vorteile bietet. Sie bestehen in der geringen Störanfälligkeit, besserer Möglichkeit der Datenverknüpfung und Datenspeicherung.

Ziel des Wahlkurses ist es, bei den Schülern Verständnis für die Funktion einiger einfacher Schaltelemente in elektronischen Datenverarbeitungsanlagen zu erreichen. Sie sind zu befähigen, einfache digitale Schaltungen zu den angegebenen Themenkomplexen nach Vorgabe aufzubauen und die Wirkungsweise dieser Schaltungen zu beschreiben.

In Abstimmung mit dem Unterrichtsfach „Einführung in die sozialistische Produktion“ sollen die Schüler an Beispielen aus einem Produktionsbetrieb erkennen, welche Auswirkungen die Nutzung der Digitaltechnik auf die Erhöhung der Arbeitsproduktivität hat.

Im Wahlkurs „Elektronik in der Digitaltechnik“ werden Kenntnisse über einige grundlegende Funktionselemente der Eingabe, Verknüpfung, Speicherung und Ausgabe binärer Signale im Experiment erarbeitet. Dabei stehen Fragen der Kodierung und der Datenanzeige im Mittelpunkt. An einem einfachen Schaltungsbeispiel wird erläutert, daß das Prinzip der Datenverknüpfung die elementare Arbeitsform eines Rechners ist. Es wird gezeigt, daß die erprobten Schaltungen über das Gebiet der EDV hinaus eine vielfältige Anwendung finden.

Als praktische Aufgabenstellung eignet sich der Aufbau des Modells einer elektronischen Uhr oder eines Zählgerätes mit Hilfe von Zählbausteinen.

Der erste Abschnitt dieses Wahlkurses hat nach einer allgemeinen Einführung Probleme der Datenverschlüsselung und -anzeige zum Inhalt. Im Mittelpunkt steht dabei die BCD-Kodierung. Zur Datenanzeige werden Lichtemitterdioden (LED) und die mit ihnen aufgebauten Zahlentableaus eingesetzt.

Im zweiten Abschnitt machen sich die Schüler in einer gegenüber dem Grundkurs erweiterten Form mit logischen Gatterfunktionen vertraut. Die Vielfältigkeit der Anwendungsmöglichkeiten von Gatterschaltungen wird gezeigt. Besonderer Wert wird auf die Erarbeitung des „Exklusiv-Oder“ (Antivalenz) als dem Grundelement von Addierschaltungen gelegt. Mit Exklusiv-Oder-Gattern aufgebaute Halbadder und Volladder sind als Basisfunktionselemente in der arithmetisch-logischen Einheit (ALU) eines Mikroprozessors zu finden. Die Schaltbelegungstabelle eines Volladders wird mit den Rechenregeln für die Addition von Dualzahlen verglichen.

Der dritte Abschnitt umfaßt den Komplex der bistabilen Speicherelemente. Anhand eines RS-Flipflop wird die Wirkungsweise einer Speicherstufe erarbeitet. Durch einfache Kombination mehrerer Speicherstufen (Kettenschaltung) erhält man Zählketten und Schieberegister. Die Pegelzustände werden mit Lichtemitterdioden angezeigt. Schließlich wird ein Dezimalzählerschaltkreis in Verbindung mit einem BCD-zu-7-Segment-Dekoderschaltkreis und einem Anzeige-Zahlentableau zu einem Zählbaustein zusammengeschaltet, der vielseitig anwendbar ist. An diesem Zählbaustein wird eine neue Arbeitsweise in der Elektronik erläutert. Wurde eine gewünschte Übertragungsfunktion im vorangehenden Unterricht durch Kombinieren von Grundgattern erreicht, so wird beim Zählbaustein der Anfangswert der Zählung bzw. der Zählumfang durch Verbinden entsprechender Dateneingangsanschlüsse mit entsprechenden Datenausgangsanschlüssen über Dioden programmiert.

Inhalt des Wahlkurses

1. Kodierung, Dekodierung, Datenanzeige

- Allgemeine Einführung:
Analoge und binäre Funktionssysteme in der Elektronik — an Beispielen, Grundaufbau einer EDVA (elektronischer Rechner)
- Kodierung und Dekodierung:
Umwandlung von Dezimalzahlen in Dualzahlen und umgekehrt, der BCD-Code
- Datenanzeige:
Physikalische und schaltungstechnische Grundlagen von Lichtemitterdioden (Flüssigkristallanzeige informativ), Ansteuerung von Leuchtdioden durch NAND-Gatter bei Berücksichtigung des Lastfaktors, Auf-

bau eines 7-Segment-Zahlentableaus, der BCD-zu-7-Segment-Dekoderschaltkreis

Schülertätigkeiten

- Entwerfen der Schaltung eines Dezimal-zu-BCD-Dekoders mit Halbleiterdioden,
- Aufnehmen der Kennlinie einer Lichtemitterdiode unter Beachtung der Grenzwerte, Berechnen des Vorwiderstandes bei gegebener Betriebsspannung und Diodenstromstärke, Aufbauen und Erproben der Funktion der Grundsaltung
- Berechnen des Vorwiderstandes der Lichtemitterdiode bei Anschließen an einen Gatterausgang (gegeben: Spannungspegel und Laststromstärke), Aufbauen und Erproben einer Anwendungsschaltung mit Gatter und LED
- Beschreiben der Anschlußfunktionen des Dekoderschaltkreises, Aufbauen und Erproben der Kombination Dekoder und Zahlentableau

Methodische Hinweise

Der Abschnitt „Allgemeine Einführung“ kann durch Demonstrationsexperimente zur analogen und digitalen Signaldarstellung und durch Einsatz von Bildmaterial zur Anwendung datenverarbeitender Geräte, numerischer Steuerungen usw. effektiv gestaltet werden. Die Schüler erhalten dadurch einen Eindruck von dem umfangreichen Anwendungsgebiet der digitalen Elektronik. Der Aufbau einer EDVA oder eines Mikrorechners wird nur in den grundlegenden Funktionssystemen dargestellt. Dieses Thema dient der Motivation und Einordnung nachfolgender Experimente zur Dateneingabe und -ausgabe und zur Datenverknüpfung und -speicherung.

Der Schaltungsentwurf einer Kodier- bzw. Dekodierschaltung mit Dioden muß nicht experimentell bestätigt werden. Die wesentliche Arbeit besteht in den Überlegungen bei der Aufstellung einer geeigneten Schaltungsmatrix.

Nach den Experimenten mit der Lichtemitterdiode müssen die Schüler in der Lage sein, die Leistungsgrenzen und Betriebsparameter dieses Bauelementes aus Tabellen zu ermitteln und den Wert des Vorwiderstandes durch einfache Rechnung festzulegen. Dabei werden sie zu überlegtem Umgang mit elektronischen Bauelementen erzogen.

Vor dem Aufbau der Kombination „Dekoder – Zahlentableau“ werden die Anschlußfunktionen der Schaltkreise mit den Schülern sorgfältig erarbeitet, wobei die Schaltkreise als Blackbox behandelt werden. Der Schaltungsaufbau kann bereits Teil der im dritten Abschnitt aufzubauenden Zählstufe sein.

2. Logische Verknüpfungsschaltungen

- Gatterfunktionen:
Funktionstabelle und prinzipielle Wirkungsweise von NAND-Gattern (TTL oder CMOS), Kennlinie, Spannungspegel, Aufbau von „UND“, „ODER“ und „Exklusiv-ODER“ mit NAND-Gattern
- Elektronische Addition:
Additionsregeln mit Dualzahlen, Aufbau und Schaltbelegungstabelle eines Halbadders und eines Volladders, Überblick über den Aufbau einer Addierschaltung anhand eines Blockschemas
- Weitere Schaltungen mit NAND-Gattern:
Astabiler und monostabiler Multivibrator mit Anwendungen

Schülertätigkeiten

- Aufnehmen der Ausgangs-Eingangsspannungs-Kennlinie eines NAND-Gatters, Ermitteln des Spannungspegels
- Zusammenschalten von NAND-Gattern zu weiteren Grundgattern und Ermitteln der Schaltbelegungstabellen im Experiment
- Lösen einfacher Additionsaufgaben mit Dualzahlen
- Aufbauen eines Halbadders mit NAND-Gattern und Ermitteln der Schaltbelegungstabelle im Experiment
- Beschreiben eines Blockschemas für die elektronische Addition zweier Zahlen im BCD-Kode (Parallelbetrieb)
- Aufbauen und Erproben weiterer Anwendungsschaltungen mit NAND-Gattern nach Vorlage

Methodische Hinweise

In diesem Abschnitt wird der Teil „Digitale Schaltkreise“ aus dem Grundkurs weitergeführt. Vor der Arbeit mit den NAND-Gattern werden die Spannungspegel im Experiment ermittelt. Der Innenaufbau eines NAND-Gatters wird nur soweit dargestellt, wie es zum prinzipiellen Verständnis der NAND-Funktion erforderlich ist. Die weiteren Gatterschaltungen werden mit dem Elektronikbaukasten aufgebaut.

Die Addierschaltung kann wegen des hohen Bauelementeaufwandes nicht praktisch ausgeführt werden. In dem Schaltplan werden die Volladder als Block dargestellt. Auf die erforderliche weitere Zusammenfassung der Schaltblöcke in einem Schaltkreis wird hingewiesen und damit die hohe Integrationsdichte in einem Rechnerschaltkreis verdeutlicht. Der Schüler soll mit diesem Thema einen Einblick in die prinzipielle Wirkungsweise eines elektronischen Rechners erhalten.

Mit den weiteren Anwendungsschaltungen soll die universelle Verwendbarkeit der NAND-Gatterschaltkreise demonstriert werden. Es werden Schaltungen nach Vorlage mit dem Elektronikbaukasten aufgebaut. Die Schaltungen werden den Komplexen „monostabiler und astabiler Multivibrator mit NAND-Gattern“ entnommen, z. B. Signalmischer, Zeitzeichengenerator. Auf das Problem der Taktsteuerung bei Rechnern wird in diesem Zusammenhang verwiesen.

3. Zähler und Speicher

- Bistabile Schaltungen:
RS-Flipflop mit NAND-Gattern (Aufbau und Schaltbelegungstabelle, Speicherzustände), die Einheit „bit“, statisches und dynamisches Flipflop; Aufbau eines Speicherschaltkreises
- Zähl- und Speicherschaltungen:
Aufbau einer Zählkette im Serienbetrieb, Darstellung des BCD-Kodes an einer vierstufigen Zählkette, Untersetzerschaltung, dual, 3:1, 5:1 usw., Ringzähler, Schieberegister
- Dezimalzähler:
Aufbau einer Zählstufe mit Dezimalzählerschaltkreisen, Dekoderschaltkreis und Zahlentablett, Festlegung des Zählumfanges, Zahlenspeicherung, Überblick über den Aufbau einer Digitaluhr und eines Digitalzählers anhand von Blockschemata

Schülertätigkeiten

- Aufbauen eines RS-Flipflop und Ermitteln seiner Schaltbelegungstabelle im Experiment, Kennzeichnen der Zustände „setzen“ und „rücksetzen“
- Aufbauen eines RS-Flipflop mit Takteingang und Untersuchen der Wirkungsweise des Takteingangs
- Aufbauen und Erproben eines RS-Flipflop mit dynamischer Ansteuerung nach Vorlage
- Aufbauen und Erproben eines vierstufigen Dualuntersetzers wahlweise mit RST- oder dynamischem RS-Flipflop, Aufzeichnen der Speicherzustände nach serieller Eingabe von Zählimpulsen, Vergleichen mit dem BCD-Kode
- Aufbauen und Erproben weiterer Zählschaltungen nach Vorlage
- Experimentieren mit einer Zählstufe bestehend aus Zähler, Dekoder und Ziffernanzeige, Zusammenschalten mehrerer Zählstufen zu einem Zähler

Methodische Hinweise

Die Schaltungen zu diesem Abschnitt werden zum größten Teil mit dem Elektronik-Baukasten aufgebaut. Das Prinzip des getakteten und des dynamischen Flipflop wird aus der Grundschaltung des RS-Flipflop entwickelt. Das JK-MS-Flipflop (derzeitiger Schaltkreistyp D 172 C) wird als Blackbox behandelt. Die Schüler lernen hier wie auch beim später einzusetzenden Zählerschaltkreis (derzeitiger Schaltkreistyp D 192 C) mit den Schaltkreisen anhand der Übertragungsfunktionen und der Bedeutung der Anschlussbelegungen zu arbeiten. Die Pegelanzeige erfolgt zweckmäßig mit Lichtemitterdioden. Die Zählstufe ergibt sich aus der Vervollkommnung der im ersten Abschnitt behandelten Kombination Dekoder - Ziffernanzeige.

Literatur

- Zum 1. Abschnitt: /1/, /3/, /9/, /10/, /16/, /18/, Heft 12 (1979)
Zum 2. Abschnitt: /3/, /10/, /18/, Heft 3 (1979)
Zum 3. Abschnitt: /3/, /7/, /8/, /9/, /10/, /16/, /18/, Heft 11, (1981)

Literaturhinweise

S... geeignet für Schüler, L... für Lehrer

G... Anwendung überwiegend im Grundkurs, W... im Wahlkurs

- | | | |
|---|-----|-----|
| / 1/ Ausborn, W.: Elektronik-Bauelemente. VEB Verlag Technik, Berlin 1980 (7. Auflage). | S | G |
| / 2/ Autorenkollektiv: Mikroelektronik in der Amateurpraxis. Militärverlag der DDR, Berlin 1980. | L | W |
| / 3/ Burmeister, R.: Elektronik. Studienbücherei Physik, Verlag der Wissenschaften, Berlin 1979. | L | G/W |
| / 4/ Burmeister, R./Häsel, H./Höppner, F.: Elektronik. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1982 (2. Auflage). | S | G |
| / 5/ Elektronisches Jahrbuch für den Funkamateur, Militärverlag der DDR, Berlin | L | W |
| / 6/ Fischer, H. J./Schlegel, G.: Transistor- und Schaltungstechnik. Militärverlag der DDR, Berlin 1980 (2. Auflage). | L | G/W |
| / 7/ Funke, R./Lenschner, S.: Grundschaltungen der Elektronik. VEB Verlag Technik, Berlin 1980 (9. Auflage). | S/L | G/W |
| / 8/ Jakubaschk, E.: Das große Schaltkreis-Bastelbuch. Militärverlag der DDR, Berlin 1978. | S/L | G/W |

/ 9/ Kühn, E./Schmied, H.: Handbuch integrierter Schaltkreise. VEB Verlag Technik, Berlin 1980 (2./Auflage).	L	W
/10/ Möschwitzer, A./Rumpf, K. H.: Einführung in die Elektronik. VEB Verlag Technik, Berlin 1978.	L	G/W
/11/ Paul, R.: Mikroelektronik (eine Übersicht). VEB Verlag Technik, Berlin 1980.	L	G/W
/12/ Schaltungssammlung für den Amateur (Hrsg.: Schlenzig, K./Stammler, W.). Militärverlag der DDR, Berlin 1979.	S/L	G/W
/13/ Schlenzig, K.: Amateuertechnologie. Militärverlag der DDR, Berlin 1976.	S/L	G/S
/14/ Semrad, H./Otto, W.: Grundlagen der Elektronik. VEB Verlag Technik, Berlin 1975.	S	G
/15/ Schlenzig, K.: Empfänger für Anfänger. Amateurreihe: „Der junge Funker“. Militärverlag der DDR, Berlin 1981.	S	W 2
/16/ Amateurreihe: „electronica“. Militärverlag der DDR, Berlin.		
Digitale Fernsteuerung · Heft 120/121.		W 2
Schaltbeispiele mit TTL-Gattern · Heft 141.		W 3
Leuchtdioden und ihre Anwendung · Heft 149.		W
Messtechnik für Amateure · Heft 158/159.		W 2
Schaltbeispiele mit dem Operationsverstärker · Heft 170.		W 1
Elektronische Anzeigebauelemente · Heft 171.		W 3
Elektronikschaltungen mit A 902 D und A 301 D · Heft 172.		W 1
Schaltbeispiele mit dem Rechnerschaltkreis · Heft 179.		W 3
Elektronikschaltungen mit dem Operationsverstärker A 109 · Heft 182.		W 1
Impulstechnik mit TTL-Schaltkreisen · Heft 185.		W 3
Elektronische Zähler · Heft 191/192.		W 3

Zeitschriften

- /17/ „Funkamateure“. Militärverlag der DDR, Berlin.
- /18/ „Physik in der Schule“. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin.
- /19/ „radio, fernsehen, electronic“. VEB Verlag Technik, Berlin.