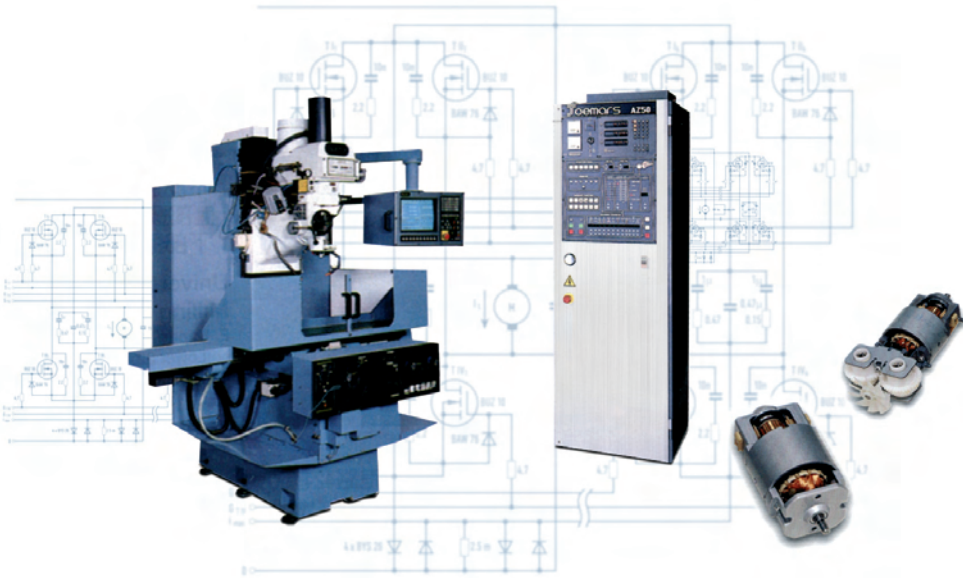


Elektronik

Bo Hanus



Der leichte Einstieg in die **Mechatronik**

**Motoren · Aktoren · Sensoren · Schalten · Steuern
und Regeln · Antriebstechnik · Messtechnik
Pneumatik · Hydraulik · Getriebe**

FRANZIS

Vorwort

Ähnlich wie bereits viele unserer vorhergehenden Bücher haben wir auch dieses Buch gewissermaßen wie eine Erzählung verfasst, die man gemütlich Seite für Seite von Anfang an lesen sollte. Überspringen von Seiten oder Kapiteln empfehlen wir nicht, da jedes neue Thema auf den vorhergehenden Informationen aufbaut.

Beim Ausarbeiten einzelner Themen wurden mehrere Leser-Zielgruppen berücksichtigt:

- Leser, die nur an allgemeinen Vorinformationen über das Fachgebiet des Mechatronikers interessiert sind;
- Jugendliche, die noch die Schulbank drücken und nach einem interessanten, „zukunftsorientierten“ Beruf Ausschau halten;
- Fachleute und Tüftler, die in diesen interessanten Beruf gerne ein- oder umsteigen möchten und bereits Berufserfahrung in der Elektronik, Elektrotechnik, Kfz-Technik oder im Maschinenbau haben.

Alle Themen sind so konzipiert, dass Ihnen ein spielerischer Einstieg in die Welt der Mechatronik ermöglicht wird. Viele Abbildungen mit leicht verständlichen Beispielen erläutern Ihnen die Zusammenhänge zwischen verschiedensten Komponenten der Mechatronik, von denen Ihnen etliche bekannt sind, andere bisher vielleicht unbekannt waren.

Viel Spaß beim Lesen dieses Buches und viele Erfolgserlebnisse beim eventuellen Experimentieren wünschen Ihnen

Bo Hanus und seine Co-Autorin (& Ehefrau) **Hannelore Hanus-Walther**

Inhalt

Vorwort	5
Einleitung	9
1 Das Berufsbild eines Mechatronikers	19
2 Mechanismen und Systeme	27
3 Die Elektronik führt die Regie	43
3.1 Schalten und Steuern mit Ringzählern	55
3.2 Schalten und Steuern mit dem Computer	61
4 Elektrisch gesteuerte Bewegungen	71
4.1 Wechselstrom-Motoren	73
4.2 Gleichstrom-Motoren	80
4.3 Elektromagnetische Aktoren	83
4.4 Schrittmotoren	84
4.5 Servoantriebe	90
4.6 Linearmotoren	91
4.7 Pneumatische Systeme	91
4.8 Hydraulische Systeme	95
5 Getriebe und Antriebe	97
5.1 Stirnrad-Getriebe	97
5.2 Schnecken-Getriebe	100
5.3 Keilriemenantriebe	101
5.4 Zahnriemenantriebe	102
5.5 Kettenantriebe	103
5.6 Kegel-Zahnräder	104
5.7 Zahnstangen und Gewindespindeln	106
6 Mechanische Grundbausteine der Antriebstechnik	109
6.1 Achsen und Wellen	109
6.2 Wälzlager und Gleitlager	110
6.3 Belastungsgerecht ausgelegte Lagerung	112
6.4 Kupplungen	119

6.5	Flexible Wellen	121
7	Mechanische Verbindungen	123
7.1	Schraubenverbindungen	123
7.2	Spannhülsen, Stifte und Passfedern	130
8	Sensoren als Sinnesorgane der Maschinen	133
8.1	Mechanisch betätigte Positions- und Endschalter	136
8.2	Magnetisch betätigte Schalter	139
8.3	Temperatur-Sensoren	141
8.4	Druck-Sensoren	152
8.5	Optoelektronische Sensoren	155
8.6	Lichtschranken	162
8.7	Bewegungssensoren	168
8.8	Bilderkennende Systeme	175
9	Technische Zeichnungen	177
9.1	Zeichnen in der Elektronik	177
9.2	Zeichnen in der Starkstrom-Elektrotechnik	186
9.3	Zeichnen in der Mechanik	190
10	Messinstrumente und Messgeräte des Mechatronikers	195
10.1	Elektronische Messinstrumente	195
10.2	Mechanische Messinstrumente	215
11	Energieversorgung	219
11.1	Transformatoren	221
11.2	Gleichrichter und Netzteile	227
11.3	Kondensatoren als Energiespeicher	236
12	Anzeige- und Warngeräte in der Mechatronik	239
12.1	Einfache optische Anzeigen	241
12.2	Akustische Warn- und Meldesysteme	247
12.3	Displays und Bildschirme	247
13	Programmierung & Software	253
14	Lesetechniken	259
	Stichwortverzeichnis	265

Einleitung

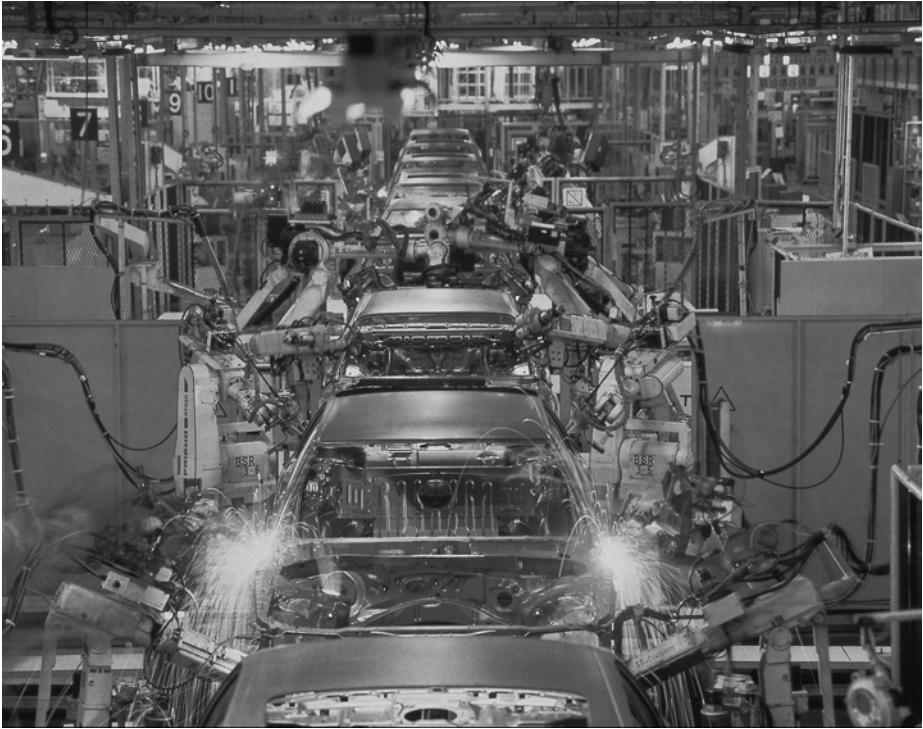
Mechatronik ist zwar ein neuer Berufszweig, stellt aber kein neues Wissensgebiet dar. Mit dieser Bezeichnung versuchte man, mehrere herkömmliche Berufe zu einem neuen Lernberuf zusammenzulegen: den Beruf des Mechanikers mit dem Beruf des Industrie-Elektrikers und des Elektroniklers.

Die Elektrotechnik – unter die auch das Fachgebiet der Elektronik fällt – und die Mechanik hängen schon immer eng zusammen: Eine Experimentierplatine muss auf die erforderliche Größe geschnitten, gebohrt und angeschraubt werden, in das Gehäuse für ein elektronisches Gerät müssen Schalter, Stecker, Displays maßgerecht eingebaut werden usw. Zudem sind in vielen Geräten und Anlagen die elektronischen Systeme mit Elektromotoren und mechanischen Systemen unzertrennlich kombiniert: Überall dort, wo mechanische Bewegungen erforderlich sind, braucht man auch entsprechende Mechanismen, die z. B. mit Hilfe von Elektromotoren, Elektromagneten, Luftdruck-Zylindern oder Hydraulik-Zylindern diese Aufgabe übernehmen. Die Elektronik beschränkt sich dann nur darauf, als der „oberste Befehlshaber“ die Bewegungen zu steuern und zu regeln.

Schon jedes CD-, DVD- oder Festplatten-Laufwerk dürfte als ein Beispiel einer perfekt ausgetüftelten Kombination aus Mechanik und Elektronik dienen. Hier kann jedoch ein Elektroniker auf die Kenntnisse der Mechanik verzichten, denn wenn so ein „austauschbarer Baustein“ nicht funktioniert, wird er einfach ersetzt. Wir leben ja in einer Wohlstands- und Wegwerfgesellschaft und so lange es billiger ist, einen neuen Baustein zu erstellen, als einen alten zu reparieren, wird nicht repariert, sondern ersetzt.

Diese Wegwerf-Philosophie kann allerdings nur bei preiswerten Gebrauchsgütern angewendet werden. Bei teuren Geräten, Industrieanlagen und Industrierobotern ist dagegen eine Wiederherstellung durch eine (möglichst schnelle) Reparatur erforderlich. Der für die Reparatur zuständige Servicetechniker muss in dem Fall sowohl die Elektrotechnik als auch die Mechanik ausreichend beherrschen, um die Ursache der Störung ausfindig machen zu können und sie möglichst umgehend zu beheben.

Auch ein Entwicklungsingenieur, ein Tüftler oder ein Modellbauer muss im Prinzip ein „Mechatroniker“ sein, um sein Vorhaben gut in den Griff zu bekommen.



Industrie-Schweißroboter: eine faszinierende Symphonie aus Blitzen und Funken
(Foto: Toyota)

Das bezieht sich nicht nur auf die eigentlichen Reparaturen, sondern auch auf die Bearbeitung oder Herstellung von spezielleren mechanischen Teilen.

Die Elektronik findet zunehmend ihren verstärkten Einsatz auch in „einfacheren“ Haushaltsgeräten, wie z. B. Waschmaschinen, Geschirrspülern, Kühlschränken, in Öl- oder Gas-Heizkesseln usw. Sie bildet hier eine fast unzertrennliche Symbiose mit den mechanischen Komponenten. Der Service-Techniker muss auch hier im Prinzip zu einem „Mechatroniker“ umgeschult (oder ausgebildet) werden, um jeweils an Ort und Stelle eine Reparatur fachgerecht bewältigen zu können.

Mit demselben Problem müssen sich inzwischen auch alle Kfz-Mechaniker auseinandersetzen, denn auch in den Kraftfahrzeugen übernehmen elektronische Steuerungs- und Regelsysteme die „Regie“. Dasselbe gilt z. B. auch für die ständig kränkelnden Geldautomaten. Hier ist zwar der Anteil der mechanischen (feinmechanischen) Teile relativ gering, aber keinesfalls pflegeleicht.



Industrieroboter bauen eine Karosserie zusammen (Foto: BMW)

So könnten wir mit der Aufzählung von Einsatzgebieten fast endlos fortfahren, denn die Elektronik setzt sich überall dort durch, wo man sich früher mit einfacheren Funktionen zufrieden gegeben hat, die nur rein mechanisch oder elektromechanisch bewerkstelligt wurden. Die elektromechanischen Teile waren dabei in der Regel ziemlich überschaubar angeordnet und der Service-Techniker konnte daher relativ leicht die Zusammenhänge der einzelnen Bausteine und ihrer Funktionen überblicken.

Diesen Vorteil bieten die mit „moderner Elektronik“ ausgestatteten Geräte, Vorrichtungen und Anlagen nicht mehr, denn hier sind die funktionellen Zusammenhänge der elektronischen und mechanischen Bauteile nicht optisch nachvollziehbar. Zudem ist die Elektronik (bzw. Elektrotechnik im weiteren Sinne des Berufsbildes) mit der Mechanik derartig durchflochten, dass bei einer eventuellen Störung der Anwender nicht einmal beurteilen kann, ob diese durch einen mechanischen oder elektrischen Defekt verursacht wurde. Somit kann er nicht von vorneherein bestimmen, ob für die Reparatur ein Mechaniker oder ein Elektroniker zuständig wäre.



Automatische Montage bei BMW

Bei modernen industriellen Fertigungsanlagen kann oft die kleinste Störung eine Stilllegung des ganzen Herstellungsprozesses zufolge haben. Bei der Behebung des Defektes zählt dann jede Minute. Ist der Service-Techniker als Mechatroniker ausgebildet, kann er eine Reparatur effizient bewerkstelligen – egal ob es sich um einen elektronischen oder mechanischen Defekt handelt.

Dasselbe gilt aber auch für Service-Techniker, die für die Reparaturen von Automaten, medizinischen Geräten, Aufzügen, Haushaltsgeräten usw. zuständig sind und sowohl die Funktionen der Mechanismen als auch die Funktionen der Elektronik beherrschen müssen (oder beherrschen sollten). Und dies möglichst perfekt, denn der Service-Techniker tritt in vielen Fällen als „Solist“ auf und ist überwiegend nur auf sein eigenes Fachwissen und auf seine Erfahrung angewiesen.

Was ein Mechatroniker alles konkret beherrschen muss, hängt von seinem jeweiligen Aufgabenbereich ab. Viele von denen, die heutzutage für die Wartung von automatischen Vorrichtungen, Industrieanlagen und modernen Geräten zuständig sind, wurden (oft betriebsintern) im Prinzip als Mechatroniker ausgebildet, obwohl ihre offizielle Berufsbezeichnung anders lautet. Wie solche Spezialisten fir-



Überprüfung einer Karosserie mit Hilfe einer Videokamera im Analyseraum von BMW

menintern bezeichnet werden, hängt nur von der individuellen Firmenphilosophie ab.

Auf dem Arbeitsmarkt gibt es gegenwärtig kaum Mechatroniker, die arbeitslos sind und nach einem Arbeitsplatz lange Ausschau halten müssten. Dieser Berufszweig ist neu und die meisten Unternehmen, die im Prinzip Mechatroniker benötigen würden, müssen sich oft damit zufriedengeben, dass sie z. B. Elektrotechniker, Elektroniker, Feinmechaniker oder Schlosser zu Mechatronikern umschulen. Solche Umschulung (und Einarbeitung) konzentriert sich selbstverständlich auf den vorgesehenen Aufgabenbereich.

Nichts spricht jedoch dagegen, dass sich ein Elektrotechniker, Elektroniker oder ein Mechaniker selbst zu einem Mechatroniker ernannt, wenn ihn seine berufliche Erfahrung dazu berechtigt oder er sich das erforderliche Wissen zusätzlich selber beigebracht hat. Je nachdem, ob dann der individuelle Wissens-Schwerpunkt mehr bei der Elektronik oder mehr bei der Mechanik liegt, kann sich ein derartiger Profi bei „passenden“ Firmen bewerben: Wo z. B. Service-Techniker



Mit modernen Messgeräten kontrolliert und pflegt der Mechatroniker „seine“ Industrieanlagen (Foto: Conrad Electronic)

benötigt werden, die vor allem Reparaturen an der Elektronik vornehmen müssen, hat ein Elektroniker die besten Chancen, der auch mit der Mechanik gut zurechtkommt – und umgekehrt.

Generell dürfte es einem Elektroniker nicht allzu schwerfallen, sich zusätzlich noch das Wissen über die Starkstrom-Elektrotechnik und Mechanik (über den Maschinenbau) aus der Literatur anzueignen. Es versteht sich dabei von selbst, dass rein theoretische Kenntnisse beim Umgang mit der Mechanik nicht ausrei-

chen. Eine angemessene Handfertigkeit auf dem Gebiet der Metallbearbeitung und der damit verbundene Umgang mit den gängigen Handwerkzeugen – wie Bohren, Feilen oder Sägen – sind ebenfalls erforderlich.

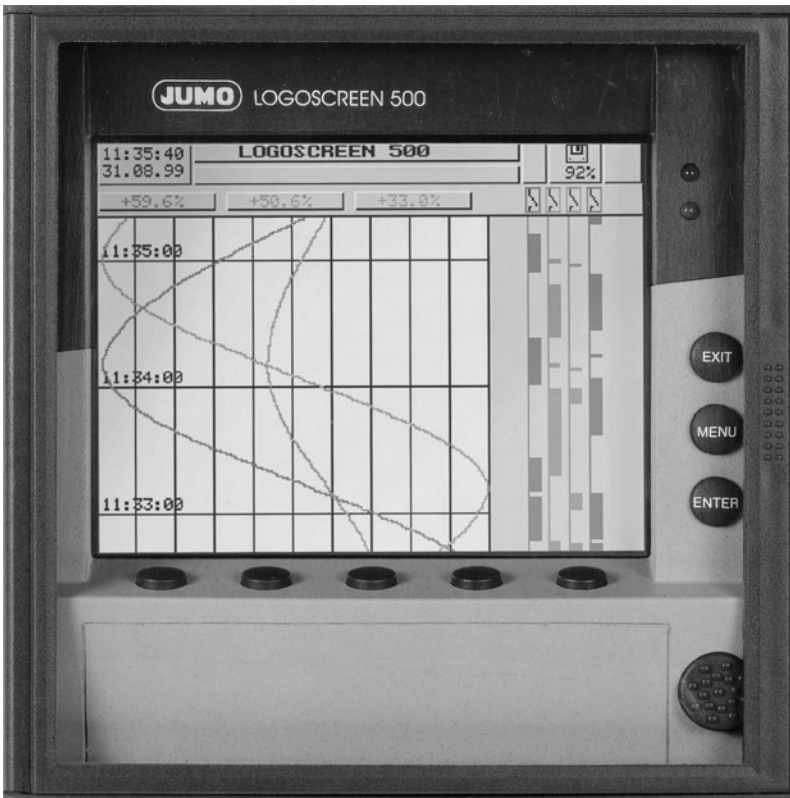


Da wurde plötzlich ein Elektronik-Baustein zu heiß: Eine berührungslose Messung der Temperatur zeigt schnell an, ob die gestiegene Temperatur tatsächlich kritisch ist. (Foto: Conrad Electronic)

Umgekehrt kann sich auch ein „Mechaniker“ – worunter z. B. ein Feinmechaniker oder Industriemechaniker – durch Selbststudium und einfachere „private“ Experimente das Grundwissen des Elektronikers und Elektrotechnikers aneignen.

Der Umstieg von der Mechanik in die Elektronik fällt in den meisten Fällen etwas schwerer als der Umstieg von der Elektronik in die Mechanik. Dies aus dem Grund, dass sich in der Mechanik die meisten Funktionen optisch leicht nachvollziehen lassen und quasi greifbar dargestellt werden können.

Ein Elektroniker braucht sich nicht mit allzu viel Theorie auseinander zu setzen, um sich eine respektable Portion an praxisbezogenem Wissen über die Mechanik anzueignen.



Elektronische Kontrollgeräte registrieren einprogrammierte Prozesse und der Mechaniker kann jederzeit ablesen, ob alles ordnungsgemäß verläuft bzw. verlaufen ist

In der Elektronik sind dagegen die meisten Funktionen und Vorgänge optisch *nicht* nachvollziehbar. Ohne Kenntnisse der theoretischen Grundlagen bleibt dieses Fachgebiet ein undurchschaubares Mysterium. Ein Mechaniker, der bisher in Zusammenhang mit seinem Beruf oder mit seinem Hobby keine praktischen Erfahrungen mit der Elektronik sammeln konnte, kann sich zwar das erforderliche Wissen durch Selbststudium beibringen, muss es jedoch laufend mit praktischen Experimenten kombinieren. Es sollte sich dabei um die Erstellung von diversen (einfacheren) experimentellen Schaltungen handeln, die nicht als Simulationen auf den Bildschirm eines PCs, sondern „in natura“ mit einem Lötkolben und mit „echten“ elektronischen Bauteilen zusammengelötet werden. Dem Einsteiger (oder einem „leicht Fortgeschrittenen“) stehen zu diesem Zweck u. a. folgende Bücher von Bo Hanus & dem Franzis Verlag zur Verfügung:

- **Der leichte Einstieg in die Elektronik** (5. Auflage, 363 Seiten)
- **So steigen Sie erfolgreich in die Elektronik ein** (4. Auflage, 97 Seiten)
- **Der leichte Einstieg in die Elektrotechnik** (neu)
- **Experimente mit superhellen Leuchtdioden** (153 Seiten)
- **Haushaltselektronik selbst reparieren** (128 Seiten)
- **Hauselektrik selbst installieren und reparieren** (128 Seiten)

Zusätzliche Literatur ist jedoch nur für denjenigen Leser empfehlenswert, der sich aus eigener Initiative zu einem Mechatroniker ausbilden und eventuelle Wissenslücken füllen möchte. Wer nur daran interessiert ist, sich ein genaueres Bild über den Beruf eines Mechatronikers zu machen, der wird mit Hilfe dieses Buches ausreichend aufgeklärt.

Als eine sehr bedeutende „zusätzliche Literatur“ dürften auch Kataloge diverser Versandhäuser (siehe Hinweis auf Lieferanten am Buchende) eingestuft werden. Sie sind oft kostenlos oder sehr preiswert erhältlich und geben eine hervorragende Übersicht über Bausteine, die in diesem Buch erwähnt werden bzw. die mit unseren Themen zusammenhängen. Wenn wir hier beispielsweise über bestimmte „Standard-Komponenten“ schreiben, können Sie sich in einem der Kataloge anschauen, wie sie aussehen, nach welchen Parametern sie eingeteilt sind, welche Anwendungen der Anbieter empfiehlt usw. Kein anderes Buch vermittelt Ihnen so viele Kurzinformationen über interessante Neuheiten wie ein Katalog.

4 Elektrisch gesteuerte Bewegungen

Alles, was sich bei den Maschinen und Vorrichtungen moderner automatischer Industrieanlagen bewegt, wird – bis auf sehr seltene Ausnahmen – elektrisch gesteuert. Die dafür erforderlichen elektrischen Steuerungen bestehen meist nur aus dem einfachen Ein- und Ausschalten einer fest vorgegebenen Spannung, die jeweils zum richtigen Moment dem richtigen Anschluss zugeführt wird.

Auch die aufwendigste Computersteuerung erledigt oft nur ähnliche Schaltvorgänge wie ein einfacher manueller Schalter, der z. B. nach *Abb. 4.1a* die Versorgungsspannung (aus einer Batterie) zu einem Elektromotor schaltet.

Auf eine ähnliche Weise funktioniert auch jede automatische Steuerung einer Industrieanlage oder eines „intelligent gesteuerten“ Handhabungsgerätes. Die Stromversorgung zu einem Elektromotor wird hier allerdings nicht manuell, sondern von einem Computer oder von einem elektronischen Baustein geschaltet. In diesem Fall dürfte man einfachheitshalber so einen Computer (bzw. ähnlich funktionierenden elektronischen Baustein) mit dem Finger des Menschen vergleichen, der bei dem Beispiel in *Abb. 4.1a* den mechanischen Schalter betätigt.

Der Finger selber kann offensichtlich keine „brauchbare“ elektrische Energie an den Motor liefern, sondern wendet seine Energie nur zur Betätigung des Schalters an. Dieselbe Aufgabe übernehmen beim automatischen Schalten die „feinen“ elektronischen Steuerbausteine oder Steuergeräte (z. B. Computer, Ringzähler u. ä.) die – wie bereits an anderen Stellen erklärt wurde – nur sehr niedrige Leistungen aufbringen können. Das reicht zwar, um z. B. einen schwachen elektronischen Impuls als *Befehl* aufzubringen, aber für das eigentliche Zuschalten einer höheren Leistung sind zusätzliche „kräftigere Handlanger“ (z. B. nach *Abb. 4.1b* und *4.1c*) erforderlich, die diese Aufgabe übernehmen. Einige Beispiele wurden zwar schon im vorhergehenden Kapitel aufgeführt, aber nicht ausreichend erklärt – was nun erfolgen wird.

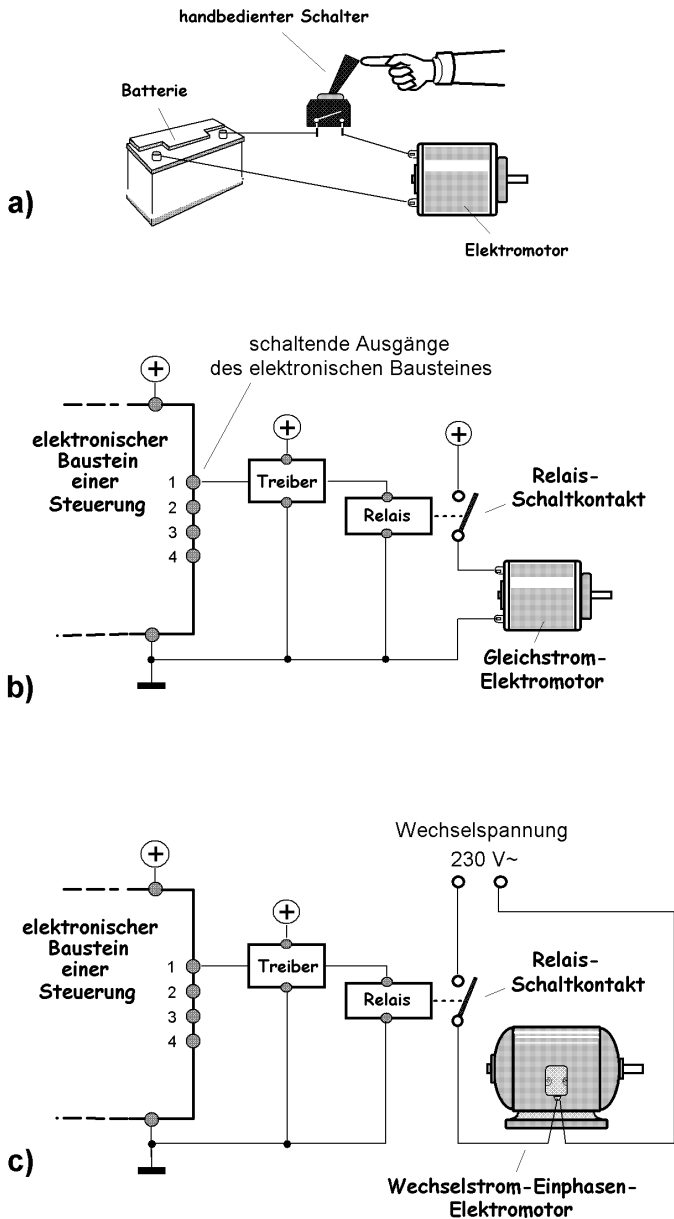


Abb. 4.1: Die Aufgabe eines mechanischen Schalters übernimmt beim elektronischen Schalten von Elektromotoren wahlweise ein elektromagnetisches oder ein elektronisches Relais: a) manuelles Schalten; b)/c): die Steuerung eines Relais ist unabhängig davon, ob der vom Relais geschaltete Verbraucher ein Gleichstrom- oder ein Wechselstrom-Motor (oder anderer Verbraucher) ist

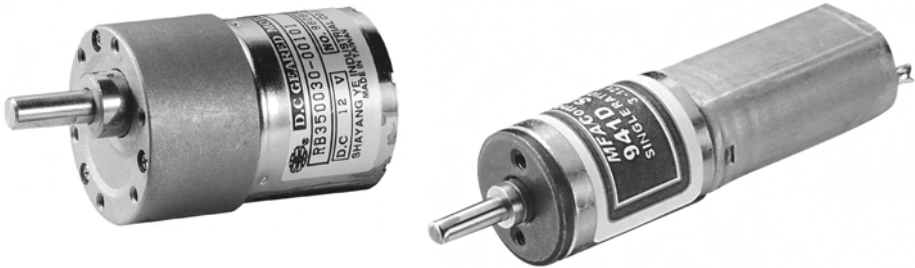


Abb. 4.2: Elektromotoren mit Getriebe (Foto: Conrad Electronic)



Abb. 4.3: Sieht wie ein UFO aus, ist aber ein sehr flacher Elektromotor (Foto: RS Components)

Die meisten Bewegungen werden in der Automation durch Elektromotoren ausgelöst bzw. aufrechterhalten. Ein kleinerer Teil der Bewegungen wird mittels diverser elektromagnetischer *Aktoren* direkt bewerkstelligt oder erfolgt mittels pneumatischer und hydraulischer Zylinder, die elektromagnetisch betätigt werden.

4.1 Wechselstrom-Motoren

Wechselstrom-Motoren werden wahlweise als Einphasen- oder als Dreiphasen-Motoren (*Drehstrom-Motoren*) hergestellt.

Einphasen-Motoren sind üblicherweise für Wechselspannungen ausgelegt, die typenbezogen zwischen ca. 3 Volt \sim und 230 Volt \sim liegen. Ein Teil dieser Motoren ist für zwei Drehrichtungen ausgelegt, viele der Einphasen-Wechselstrom-Motoren können jedoch nur in einer Drehrichtung betrieben werden.

Die meisten dieser Einphasen-Motoren, die in zwei Drehrichtungen betrieben werden können, sind als Kondensator-Motoren ausgeführt. Ihre Drehrichtung

kann nach *Abb. 4.4* durch ein einfaches Umschalten der einen Spannungszuleitung (an den einen oder an den anderen Pol des Motorkondensators) geändert werden – insofern der Hersteller nicht ein aufwendigeres Umschalten vorschreibt.

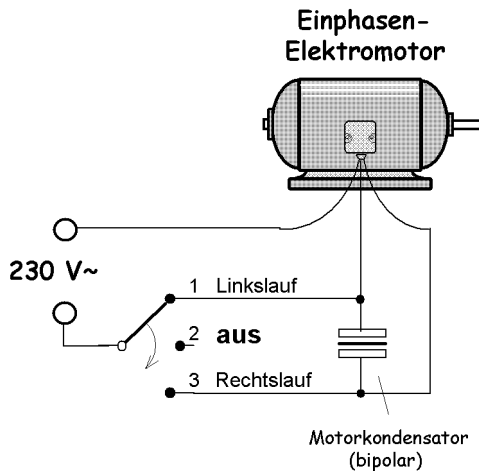


Abb. 4.4: Das Umschalten der Drehrichtung bei einem Einphasen-Kondensator-Wechselstrommotor erfolgt durch das Umschalten eines Leiters der Spannungszuleitung von einem zum anderen Pol des Motor-Kondensators.

Für das elektronisch gesteuerte Ein- und Ausschalten der Einphasen-Wechselstrom-Motoren sind zusätzliche Relais erforderlich, die den in *Abb. 4.4* eingezeichneten mechanischen Umschalter ersetzen. Solche Relais können entweder als elektromagnetische oder als elektronische Relais ausgeführt werden.

Elektromagnetische Relais haben wir bereits in vorhergehenden Kapiteln in einigen Schaltungen angewendet. Ihre Funktionsweise ist leicht verständlich: Wenn der Relaispule (*Abb. 4.5a*) eine vom Hersteller angegebene Versorgungsspannung zugeleitet wird, wird ihr Eisenkern zu einem Elektromagneten, der den magnetisch leitenden (wippenden) Anker heranzieht, dabei die federnden Relaiskontakte mechanisch kräftig zusammendrückt und somit schließt.

Das elektromagnetische Relais besteht aus zwei elektrisch unabhängigen Funktionsteilen: aus der Relaispule und aus den Relaiskontakten. Zu den wichtigsten technischen Parametern der Relaispule gehört die vom Hersteller angegebene **Art** und **Höhe der Betriebsspannung** und ihr **Ohmscher Widerstand** (Art = Wechsel- oder Gleichspannung, die Höhe der Betriebsspannung kann typenab-

Elektromagnetisches Relais

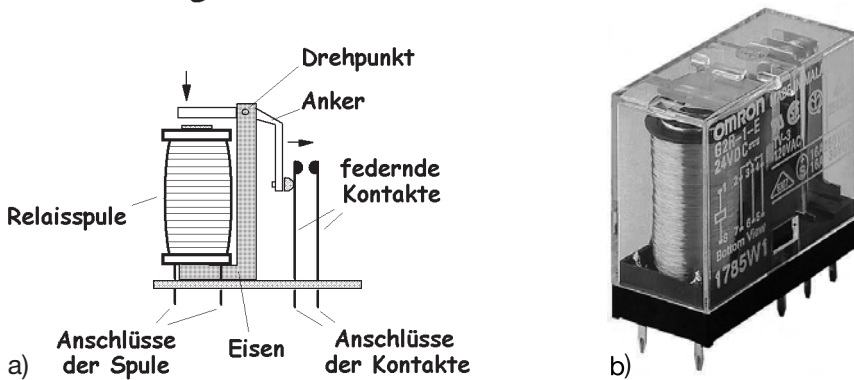


Abb. 4.5: a) Konstruktionsprinzip eines elektromagnetischen Relais mit einem Schaltkontakt, das in Katalogen als „1 x EIN“ bezeichnet wird; b) Ausführungsbeispiel eines elektromagnetischen Kleinrelais (Foto: Conrad Electronic)

hängig bei ca. 4 bis 230 Volt liegen und der Ohmsche Widerstand beträgt bei kleineren Relais der Automation einige Hundert Ohm).

In der Automation werden überwiegend *monostabile* Relais verwendet, die für eine Steuerung mittels Gleichspannung (von 6, 12 oder 24 Volt) ausgelegt sind. Bei manchen Relais geben die Hersteller einen breiteren Spannungsbereich der Spulen an – wie z. B. „4,5 bis 8 V“ oder „9 bis 20 V“.

Elektromagnetisches Relais mit zwei Umschaltkontakten

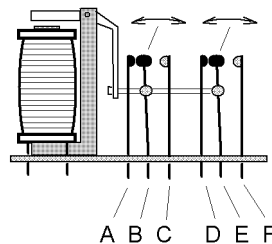


Abb. 4.6: Konstruktionsprinzip eines elektromagnetischen Relais mit zwei Umschaltkontakten, das in Katalogen als „2 x UM“ bezeichnet wird: Der Relais-Elektromagnet betätigt bei diesem Relais nur die zwei mittleren Relaiskontakte „B“ und „E“.

Was die Relaiskontakte anbelangt, interessieren hier vor allem die vom Hersteller angegebene maximale **Schaltspannung** und **Schaltleistung** (somit auch der max. **Schaltstrom**) sowie die **Anzahl der Schaltkontakte**.

Die meisten Relaiskontakte sind als **Umschaltkontakte** (nach Abb.4.6) ausgelegt: Die hart federnden Kontakte sind so montiert, dass die „Duos“ **A/B** und **D/E** im Ruhezustand gegeneinander angedrückt (eingeschaltet) bleiben. Wird das Relais aktiviert, drückt der Anker des Relais die mittleren Kontakte **D** und **E** elektromagnetisch von den links eingezeichneten Kontakten **A** und **D** weg und an die rechts stehenden Kontakte **C** und **F** an – wodurch das Relais „umschaltet“.

Bei den meisten „2 x UM“-Relais sind die Kontakt-Trios nicht hintereinander, sondern nebeneinander angeordnet. Die in Abb. 4.6 dargestellte Anordnung wird oft bei Relais angewendet, die als „4 x UM“ konzipiert sind (die Kontakte werden hier in zwei Reihen von je zwei „Trios“ angeordnet).

Möchten wir den Elektromotor aus Abb. 4.4 rein elektronisch schalten (bzw. steuern), könnte dies z. B. nach der Lösung in Abb. 4.7 erfolgen. Als **elektronischer Baustein** kann hier ein Computer oder eine elektronische Schaltung dienen, die z. B. eine + 5 Volt-Spannung als „Schaltbefehl“ (Schaltpegel) an einen Treiber weiterleitet.

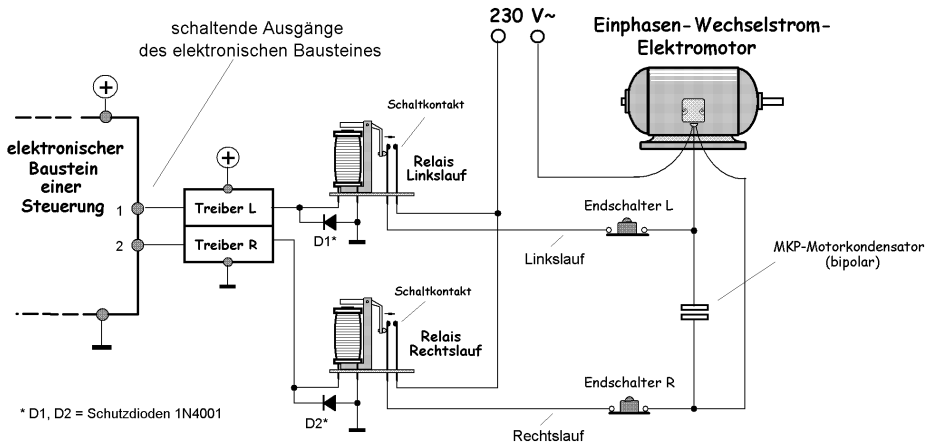


Abb. 4.7: Schaltung eines elektronisch gesteuerten Einphasen-Wechselstrom-Motors, der in beiden Drehrichtungen arbeitet (Endschalter **L** und **R** sind nur dann erforderlich, wenn der Motorantrieb am Ende einer fest vorgegebenen Strecke abgeschaltet werden muss)

Die Aufgabe eines Treibers wurde bereits erläutert. Die unterhalb der Relais eingezeichneten Schutzdioden **D1**, **D2** dürfen bei Relais, die von elektronischen Treibern (oder von ICs oder Transistoren) geschaltet werden, grundsätzlich niemals fehlen, denn sie dämpfen den erhöhten Spannungsstoß, der beim Abschalten der Relaispule entsteht (er könnte andernfalls den Treiber vernichten).

Bleibe nur noch darauf hinzuweisen, dass der Treiber in diesem Beispiel der Relaispule eine positive Versorgungsspannung zuführen muss, für die die Relaispule ausgelegt ist (bzw. wird ein Relais angewendet, das für die Versorgungsspannung ausgelegt ist, die der Treiber liefern kann). Zudem muss hier der Treiber so konzipiert sein, dass er einem solchen einfachen (*monostabilen*) Relais während der ganzen Einschaltzeit die Versorgungsspannung liefert (bzw. zu diesem Zweck mit einem zusätzlichen Timer kombiniert wird).

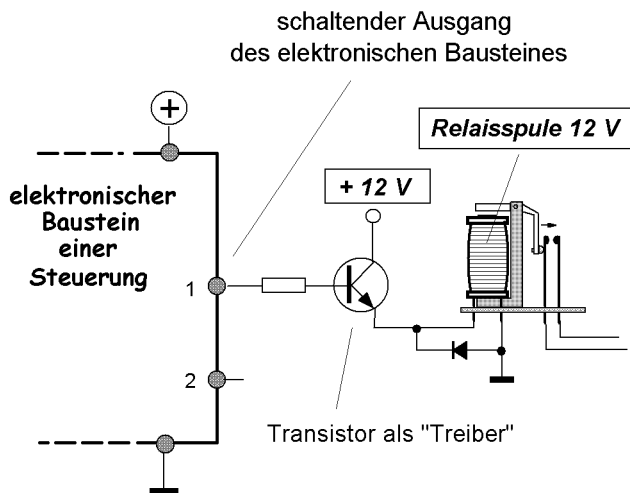


Abb. 4.8: Die Versorgungsspannung des Treiber-Schaltkreises muss auf die typenbezogene „Nennspannung“ der Relaispule (in diesem Fall auf 12 V) abgestimmt sein

Beispiel: *Abb. 4.8* zeigt eine Schaltung, in der nur ein Transistor als Treiber dient, der an eine 12 Volt-Spannung angeschlossen ist. Die Relaispule des verwendeten Relais muss daher ebenfalls für 12 Volt ausgelegt sein. Und es versteht sich von selbst, dass die Schaltkontakte des verwendeten Relais sowohl die Spannung als auch den Strom verkraften müssen, für die der geschaltete Motor ausgelegt ist. Das ist kein Problem, denn bei den technischen Daten jedes Relais sind auch diese Angaben aufgeführt.

Bei allen bisher aufgeführten elektromagnetischen Relais handelte es sich um die einfachsten (aber beliebtesten) **monostabilen Relais**. Diese Relais federn ihre Ruhestand-Position automatisch zurück, sobald die Spannungsversorgung der Relaisspule abgeschaltet wird. Es gibt aber auch sogenannte **bistabile Relais**, die nur einen kurzen Einschalt- oder Umschaltimpuls benötigen, um die erforderliche „Schaltposition“ einzunehmen, in der sie danach so lange bleiben, bis ein „Umschaltimpuls“ erfolgt. Eine leicht nachvollziehbare schematische Darstellung eines **bistabilen Zweispulen-Relais** zeigt Abb. 4.9.

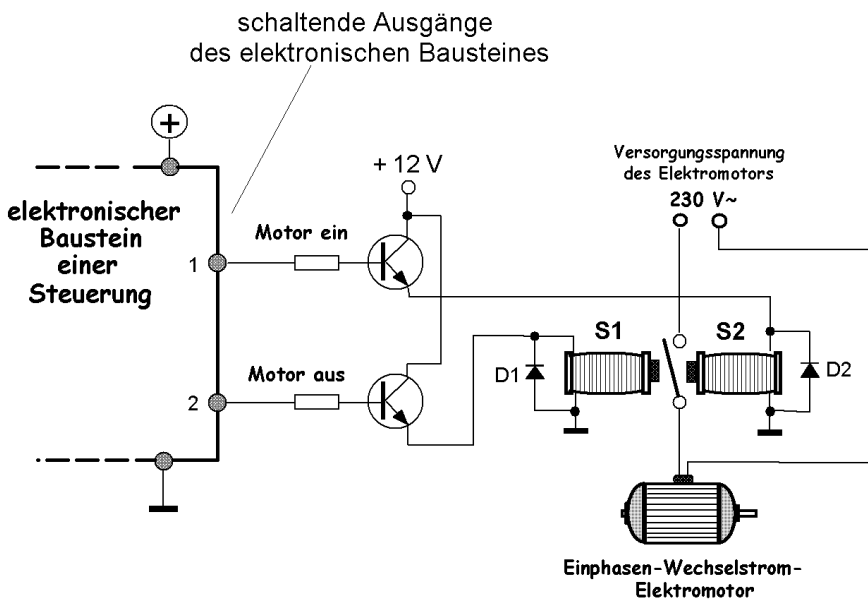


Abb. 4.9: Schematische Darstellung eines bistabilen Zweispulen-Relais, dessen Spulen S1/S2 über zwei Transistoren ihre Ein- und Ausschaltimpulse erhalten (zusätzliche Schutzdioden D1/D2 dürfen auch hier nicht fehlen)

Alternativ zu den bisher vielfach besprochenen elektromagnetischen Relais werden zum Schalten von Wechselstrom-Motoren auch **elektronische Lastrelais** verwendet, die nach Abb. 4.10 konzipiert sind.

Diese Relais eignen sich schon deshalb hervorragend für elektronische Steuerungen, weil sie über einen sensiblen **Steuerkreis verfügen**, der oft keinen zusätzlichen Treiber benötigt und direkt an einen PC-„Schaltausgang“ oder einen anderen vergleichbaren elektronischen Baustein (nach Abb. 4.11) angeschlossen werden kann.

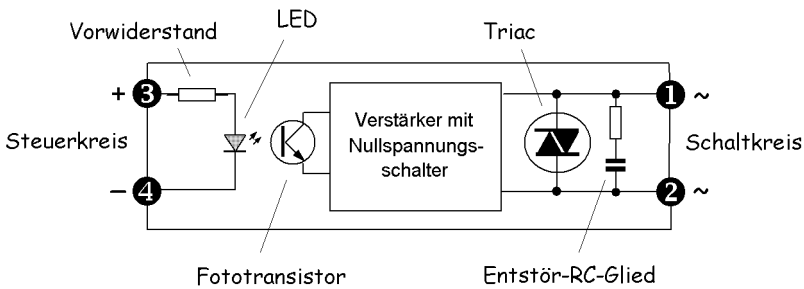


Abb. 4.10: Anordnung der Innenbauteile in einem elektronischen Wechselstrom-Lastrelais

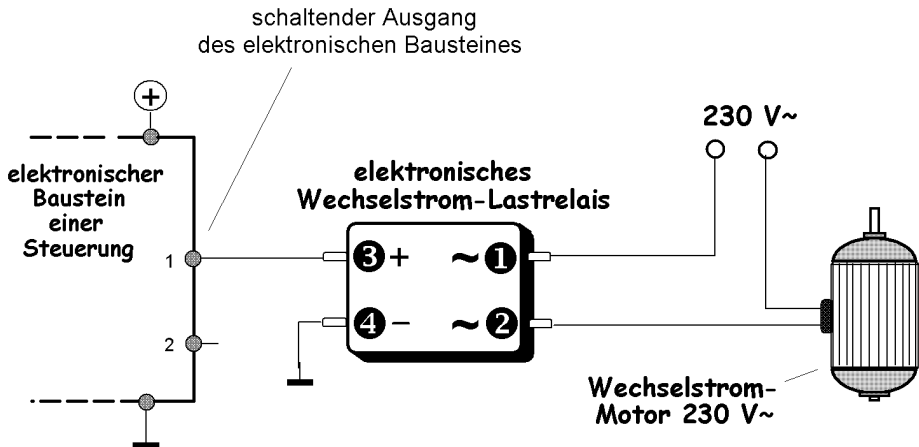


Abb. 4.11: Anwendungsbeispiel eines elektronischen Wechselstrom-Lastrelais (das elektronische Relais ist hier „in natura“ dargestellt)

Die Funktion dieses Relais sehen wir uns anhand der *Abb. 4.10* näher an: Der Steuerkreis besteht hier aus einer winzigen Leuchtdiode (LED) und einem Vorwiderstand. Dieser fehlt zwar bei einigen elektronischen Relais und muss zusätzlich außen angebracht werden (was aus der technischen Dokumentation solcher Relais hervorgeht), aber das hat auf das eigentliche Konzept keinen Einfluss. Es geht nur darum, dass die Leuchtdiode den Fototransistor ausreichend stark beleuchtet, um den erforderlichen Schaltvorgang zu bewerkstelligen. Sobald der Fototransistor den „optischen Einschaltbefehl“ erhält, aktiviert er über einen integrierten Verstärker den **Triac**, der als ein elektronisches Schaltglied (*Wechselstrom-Schalter*) ähnlich funktioniert wie der mechanische Schaltkontakt eines elektromagnetischen Relais.

Nicht alle, aber viele solcher Wechselstrom-Lastrelais verfügen über einen integrierten Nullspannungs-Schalter, der dafür zuständig ist, dass die Last (der Elektromotor) exakt in dem Moment eingeschaltet wird, in dem die Sinuskurve der Wechselspannung ihren „Nullpunkt“ durchschreitet. Dies wirkt sich auf das Leistungsrelais schonend aus und zudem entstehen beim Einschalten keine Leistungsstöße, die elektromagnetische Störungen auf die Umgebung zur Folge haben.

Elektronische Lastrelais werden in verschiedenen Leistungskategorien auch zum Schalten von Dreiphasen-Drehstrommotoren verwendet. Solche Relais müssen über drei elektronische Schaltkontakte verfügen und sind oft mit zusätzlichen Kühlkörpern versehen. Alternativ können Drehstrommotoren auch mittels elektromagnetischer Relais geschaltet werden, die über drei ausreichend robuste Schaltkontakte verfügen.

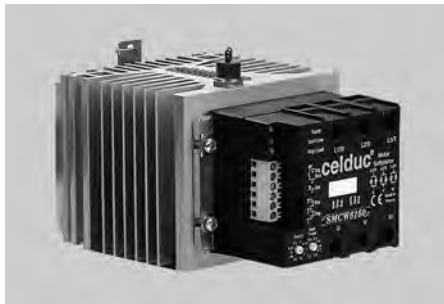


Abb. 4.12: Elektronisches Sanftanlauf-Relais (Foto: Conrad Electronic)

Ist es erwünscht, dass ein Elektromotor nicht ruckartig, sondern sanft anläuft, kann er über ein spezielles **Sanftanlauf-Relais** (Abb. 4.12) geschaltet werden. Einige dieser Relais sind zudem auch noch mit einem einstellbaren „Sanftauslauf“ konzipiert und werden z. B. bei Aufzügen oder Hebevorrichtungen angewendet. Größere Leistungsrelais benötigen einen Kühlkörper, denn die schaltenden Halbleiter wärmen sich hier ziemlich auf.

4.2 Gleichstrom-Motoren

Gleichstrom-Motoren sind typenbezogen für Betriebsspannungen ab ca. 0,4 V= ausgelegt. Eine technisch bedingte Obergrenze gibt es bei der Betriebsspannung

13 Programmierung & Software

In den vorhergehenden Kapiteln haben wir einige leicht nachvollziehbare Beispiele einfacher Steuerungen gezeigt, die man nicht zu programmieren braucht, da sie nur in einem vorgegebenen Takt Schritt für Schritt ihre Aufgaben erledigen. Der vorgegebene Takt stellt zwar auch eine gewisse Vorprogrammierung dar, aber sie besteht nur aus einem Denkvorgang oder einer einfachen Auflistung der einzelnen Schritte – wie in *Abb. 3.13/Kap. 3* – die einem solchen Vorhaben zugrunde liegen.

Im Zusammenhang mit *Abb. 3.21 bis 3.27* haben wir erklärt, auf welche Weise man eine einfache PC-Steuerung in die Wege leiten kann. Wer die Geduld oder den Mut für den ganzen Aufbau nicht aufbringt, der kann sich z. B. eine fertige Schnittstellenkarte oder den Schnittstellenkarten-Bausatz für seinen PC (*Abb. 13.1*) kaufen.

Die abgebildete Schnittstellenkarte zeichnet sich durch eine einfache Installation und Bedienung aus. Sie wird einfach mit dem parallelen Druckeranschluss eines PCs verbunden (es ist nicht notwendig, den PC zu öffnen). Sie wird einfach über Turbo Pascal, Q Basic, Visual Basic, Delphi, C++ gesteuert. Diese sind auf einer mitgelieferten Diskette vorprogrammiert und werden mit einer Reihe von Test- und Beispielprogrammen leicht verständlich erklärt. Zu dieser Karte ist optional eine 8-Kanal-Relaiskarte erhältlich, die zum Schalten von Geräten, Elektromotoren, Beleuchtung usw. vorgesehen ist.

Eine „echte“ Automatisierung zu programmieren ist in der Praxis relativ einfach, da sowohl die dafür erforderliche Hardware als auch die Software als Fertigprodukte bzw. Fertigprogramme zur Verfügung stehen. Ein interessantes Beispiel stellen z. B. die SIMATIC-Programmierungsbausteine von Siemens dar, die eine Automatisierung sehr vereinfachen:

So bietet die „*Simatic S7-200*“ eine sehr große Auswahl an Fertigbausteinen (*Abb. 13.2*), die sich modular zusammensetzen und auf ein Vorhaben flexibel abstimmen lassen. Das Programmieren erfolgt hier mit Windows-Oberfläche und die Anleitung ermöglicht einen schnellen Einstieg in die Programmierungs- und Steuerungstechnik.

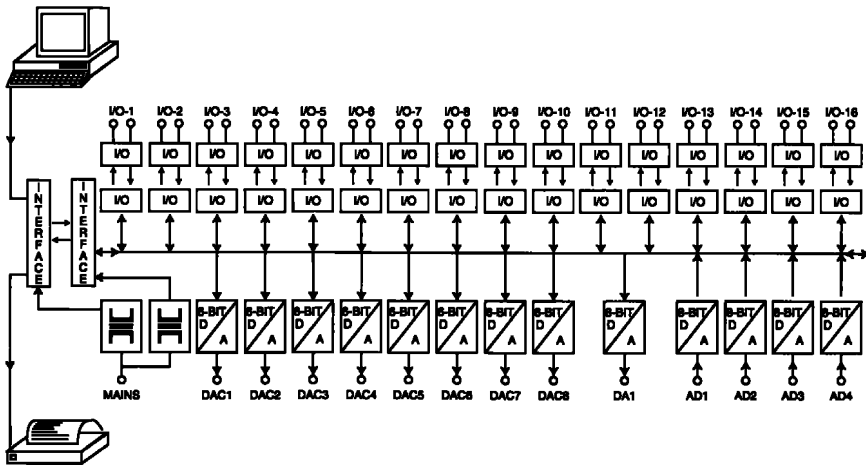
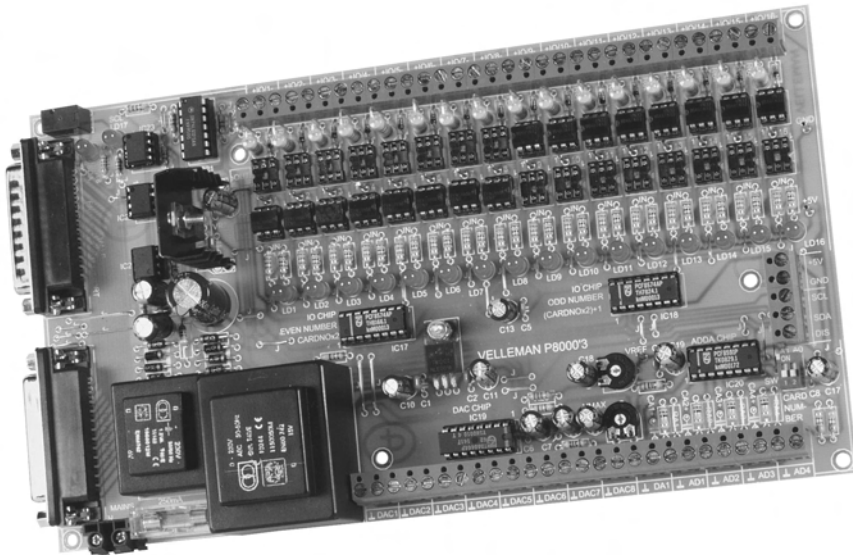


Abb. 13.1: oben: Ausführungsbeispiel einer Schnittstellenkarte für den PC: Die Karte verfügt über 16 selbständige digitale Anschlüsse, welche frei als Steuerungseingänge oder Schaltausgänge programmiert werden können; unten: schematisch dargestellte Innenarchitektur der Schnittstellenkarte (Anbieter/Foto: Conrad Electronic).

Mit Hilfe von Erweiterungsmodulen macht das *Simatic-Programm* Automatisierungskonzepte von 10 bis 248 Ein- und Ausgängen möglich. Die Ausgänge sind

für Schalten und Steuern, die Eingänge als – mit Sensoren verbundene – Mess- und Kontrolleingänge vorgesehen.

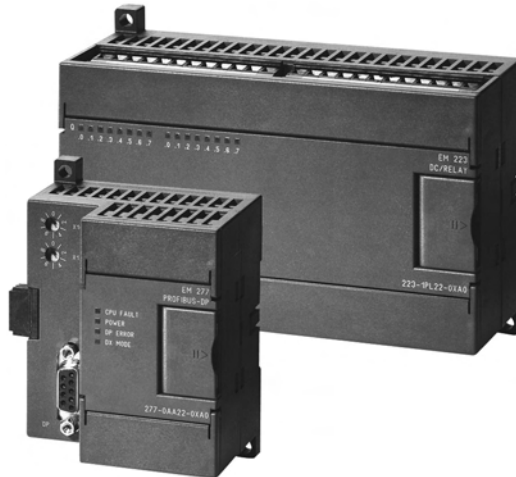


Abb. 13.2: Siemens-SIMATIC S7–200 (Anbieter/Foto: Conrad Electronic)

Als Anwendungsbereiche nennt der Hersteller den Klein- und Sondermaschinenbau, Verpackungs-, Umgreif- und Wickelmaschinen, Knet- und Schneidemaschinen, Mischgranulatoren, Wärmeschränke, Vakuumpumpen, Absaugeinrichtungen, Klimaanlage usw.

Die CPUs (zentrale Prozessoreinheiten) werden in jeweils fünf verschiedenen Varianten mit unterschiedlichen Anschluss- und Steuerungsspannungen angeboten. Die in allen CPUs integrierte PPI-Schnittstelle ermöglicht Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zu beliebigen Erweiterungsmodulen und Endgeräten (darunter Drucker und Barcode-Leser). Werden zusätzliche Ein- und Ausgänge benötigt, stehen eine Reihe diverser Erweiterungsmodule (z. B. Temperatur-Messmodule) zur Verfügung. Diese werden einfach über eine Steckverbindung an die CPU angeschlossen.

Für die Bedienungs- und Beobachtungsaufgaben bietet Siemens zu seinem Simatic-System ein Text-Display und Touch-Panel an, von dem aus z. B. auch das Ein- und Ausschalten (von Motoren oder Geräten) oder die Änderungen der Sollwerte vorgenommen werden können (Abb. 13.3/13.4).



Abb. 13.3: Siemens Text-Display zum Simatic-S7-200-System (Anbieter/Foto: Conrad Electronic)

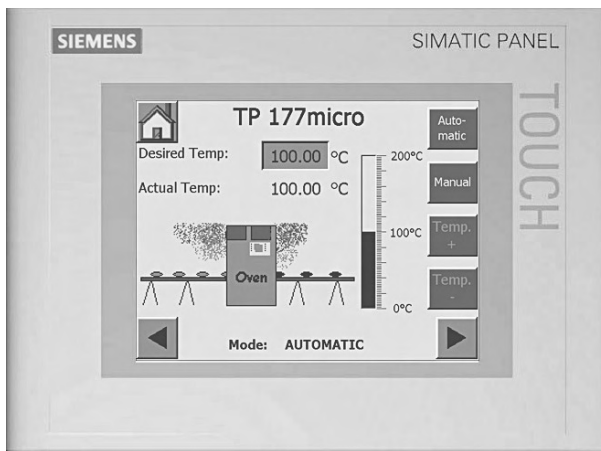


Abb. 13.4: Siemens Touch-Panel zum Bedienen und Beobachten von Maschinen (Anbieter/Foto: Conrad Electronic)

Die „WinCC“-Software (Abb. 13.5) ist für die Projektierung von Simatic-Bediengeräten vorgesehen (ablauffähig unter Windows 2000/XP Professional). Bild- und Tabelleneditor bieten hier umfangreiche Möglichkeiten zur effizienten und schnellen Projektierung.

Die hier beschriebenen Programmierbausteine von Siemens stellen selbstverständlich nur eine von vielen Möglichkeiten dar, die für eine bequeme Programmierung geeignet sind.

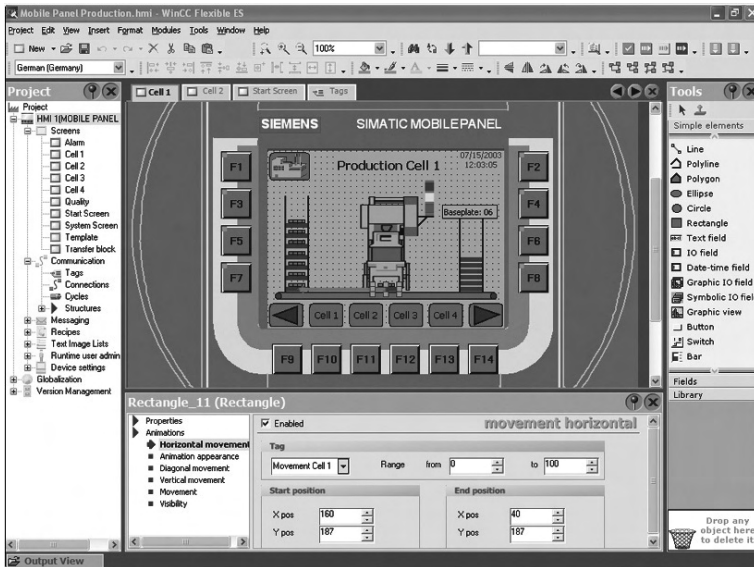


Abb. 13.5: Siemens Simatic-Projektierungs-Software „WinCC“ (Anbieter/Foto: Conrad Electronic)

Die Programmierung einer echten automatisch arbeitenden Maschine, Vorrichtung oder Anlage besteht selbstverständlich nicht nur aus dem Austüfteln oder Anpassen der erforderlichen Software und ihre Abstimmung auf die Steuerungselektronik. Man muss vorher bis ins letzte Detail in Erfahrung bringen, worum es bei der ganzen Sache konkret geht und worauf es ankommt.

Was alles automatisiert werden kann – oder werden sollte – hängt jeweils von den Gegebenheiten und vom persönlichen Ermessen ab. Für gewerbliche Überlegungen gibt es da mehrere Aspekte, die für den Umfang einer Automatisierung maßgebend sind, aber in einer einfachen Zusammenfassung geht es hauptsächlich um die Einsparung von Kosten und Ärger.

Herstellungskosten werden durch eine Automation vor allem in Form von Lohnkosten eingespart. Dies setzt allerdings voraus, dass eine neue vollautomatisch arbeitende Maschine oder Anlage nicht mehr kostet, als sie verdient. Der Mensch wird jedoch als Arbeitskraft immer teurer, anspruchsvoller, launischer und nachlässiger, die Technik wird dagegen immer preiswerter und zuverlässiger. Und die Technik ist gehorsam und erledigt brav ihre Aufgaben.

So hängt es nur von dem Tempo der technischen Entwicklung in den nächsten Jahren ab, wie schnell sich vollautomatische Anlagen und Vorrichtungen auch

z. B. im Handel, im Verkehr, in den Alten- und Krankenpflegeeinrichtungen und auf diversen anderen Gebieten durchsetzen. Und durchsetzen werden sie sich! Wie flott so etwas gehen kann, zeigte sich z. B. bei der Einführung der Geld- und Kontenautomaten bei den Banken: Plötzlich waren sie da – und sie waren überall.

Als Nächstes ist jetzt die Automation des Warenverkaufs dran. Es wird zwar noch etwas herumexperimentiert, aber schon die Erfassung der Warenpreise an den Supermarktkassen oder die Erfassung der Warenvorräte in den Regalen des Groß- und Einzelhandels wird kräftig von „High-tech-Systemen“ unterstützt. Das Programmierungskonzept und die darauf abgestimmte Software ist dabei „branchenbezogen“ auf den jeweiligen Bedarf abgestimmt.

Am Anfang jeder Programmierung steht selbstverständlich die Auflistung aller technologischen Einzelschritte, die eine Maschine, eine Vorrichtung oder eine Anlage zu bewerkstelligen hat. Dabei werden Handlungen ausgeklammert (in Frage gestellt), die eventuell kostengünstiger manuell erledigt werden können – z. B. manuelles Nachfüllen der Materialien oder situationsbezogene Einstellungen der Apparatur usw.

Der Schwierigkeitsgrad einer Programmierung hängt vor allem davon ab, ob nur bestehende und bekannte Fertiggeräte bzw. Vorrichtungen automatisch gesteuert werden oder ob auch neue Handhabungsgeräte einzubeziehen sind, mit deren technologischer Funktionsweise und ihren Schwachstellen es noch keine Erfahrungen gibt.

Damit ist Folgendes gemeint: Soll beispielsweise die automatische Steuerung einer Klimaanlage für ein Einkaufszentrum programmiert werden, wird sie aus handelsüblichen Fertigprodukten modular zusammengestellt und der ganze Programmierungsaufwand besteht danach überwiegend nur aus Schalten und Regeln.

Soll dagegen eine vollautomatische Herstellung von Produkten programmiert werden, bei denen diverse technologische Schritte (die z. B. bisher manuell vorgenommen wurden) mit neuartigen Vorrichtungen und Handhabungsgeräten zu ersetzen sind, kann auch der Programmierungsaufwand groß werden. Eine enge Zusammenarbeit des Programmierers (bzw. der Programmierer) mit den zuständigen Entwicklungsingenieuren ist selbstverständlich angesagt. Ebenfalls selbstverständlich ist, dass der Programmierer in dem Fall über das Wissen eines Mechatronikers verfügen muss, um gut zu verstehen, aus welchen technologischen Einzelschritten eine Aufgabenbewältigung konkret besteht.

Stichwortverzeichnis

A

Abfüllung von Mineralwasser 27
 Achsen 109
 Aktoren 83
 Amperemeter 198
 Antriebe 97
 Anzeigergeräte 240
 Ausbildungsbedingungen: 23
 Ausbildungsdauer 24
 Ausbildungsinhalte 21
 Automatisierungskonzepte 254
 axiale Belastung 113

B

Barcode-Leser 255
 Barcodes 259
 Barcode-Scanner 259
 BCD-Dezimal-Dekoder 65
 BCD-Eingängen 67
 Berufsbild 19
 Betriebsstrom (I_F) 241
 Bewegungssensoren 168
 Bilderkennende Systeme 175
 Bildschirme 247
 Bimetallschalter 141
 bistabile Relais 78
 Bleiselenoid 159
 Bleisulfid 159
 Brückengleichrichter 227
 Bügelmessschraube 215

C

Cadmiumselenoid 158
 Cadmiumsulfid 158
 CCD-Scanner 259
 CPUs (zentrale Prozessoreinheiten) 255

D

Datenlogger 249
 Dezimal-Ausgängen 67
 Digitaler Handdrehzahlmesser 214
 Display-Multimeter 211
 Displays 247
 Drehmagnete 83
 Drehstrom-Motoren 73
 Dreiphasen-Motoren 73
 Drucker-Ausgang am PC 63
 Druckluft-Zylinder 92
 Drucksensoren 152
 Durchflussmesser 30
 Durchgangsprüfung 209

E

Einphasen-Motoren 73
 einstellbare Spannungsregler 234, 235
 Einstellpotentiometer 243
 Einweg-Gleichrichtung 227
 Einweg-Lichtschranken 162
 elastische Kupplungen 121
 Elektrisch gesteuerte Bewegungen 71
 elektrohydraulisches Ventil 30
 Elektromagnetische Aktoren 83
 elektromagnetische Relais 74, 75
 Elektromotoren 73
 elektronische Lastrelais 78
 Elektronische Messgeräte 195
 elektronische Relais 74
 Endoskop-Testgeräte 216
 Energiespeicher 236

F

Feldeffekt-Transistor 182
 Feuchte & Temperaturregler 134

Flachzylinder 96
Flaschenabfüll-Automaten 33
Flexible Wellen 121
Folien-Drucksensoren 152
Formelzeichen 181
Fotodioden 155, 159
Fotohalbleiter 160
Fototransistor 155, 159
Fotowiderstand 157
Fotowiderstände 155
Fotozellen 133, 155
Funksensoren 133

G

Gelenkkopf 118
Gelenkkupplungen 121
Geräte-Verdrahtungsplan 186
getaktete Schaltnetzteile 236
Getriebe 97
Getriebemotor 99
Gewindebohrer 128
Gewinde-Schneideisen 128
Gewindespindeln 106
Gleichstrom-Lastrelais 81
Gleichstrom-Motoren 80
Gleichstrom-Servomotoren 90
Gleitlager 110, 111
Gold Caps 236

H

H- und L-Pegel 63
Halbleiterdioden 182
Halleffekt-Gabelsensor 174
Hallsensoren 173
High 57
Hochschulstudium 26
Hubmagnete 83
Hydraulik-Pumpen 95
Hydraulik-Zylinder 95
Hydraulische Systeme 95

I

IGBT-Schalttransistor 182
Induktive Näherungsschalter 170

Infrarotlicht 162
Infrarot-Thermometer 213
Integrierte Schaltungen 183

K

Kapazitive Näherungsschalter 171
Kegelrollenlager 110
Kegel-Zahnräder 104
Keilriemen-Antriebe 101
Kennzeichnung von Leitern 189
Kettenantriebe 103
Kipp-Schwelle 149
Kompressoren 91
Kontrollgeräte 16
Kugelbuchsen 119
Kugellager 110
Kunststoffschrauben 124
Kupplungen 119
Kurzhubzylinder 96

L

LCR-Messgerät 214
Lesetechniken 259
Leuchtdioden 241
Lichtschranken 162
Linearmotoren 91
Logik-Bausteine 69
Low 57
LOW-DROP-Spannungsregler 235

M

Magnetbrückensensor 174
Magnetpole 88
Mechanismen 27
Messgeräte 195
Messingschrauben 124
Messinstrumente 195
Messmodule 255
Messschieber 215
metrisches Gewinde 123
Mikrometer 215
Mikroprozessor 37
Mikroschalter 54
Mittelpunktschaltung 233

Modul 99
Multimeter 198
Multivibrator 44, 45
Näherungssensoren 168

N

NE 555 45
Netzteile 227
Netztransformatoren 223
NTC-Sensoren 143

O

Ohmmeter 157, 198
Optoelektronische Sensoren 155
Oszilloskop 212

P

Pendelkugellager 118
Pendelrollenlager 118
Piepser 247
Platin-Temperatursensor 142
Pneumatik-Ventile 94
Pneumatik-Zylinder 92
Pneumatische Systeme 91
Power-MOSFET-Transistor 82
PTC-Sensoren 142
Punktmatrix-Module 248

R

Radarsensoren 168
radiale Belastung 113
Reed-Kontakte 139
Reflexions-Lichtschranken 162
Reflexions-Lichttaster 162
Relais 51, 66
Relaisspule 77
Rillenkugellager 110
Ringkern-Transformatoren 222
Ringzähler 56
Roboter-Arm 36
Rollenketten 103
Rotor 86

S

Sanftanlauf-Relais 80
Schalenkupplungen 120
Schaltleistung 76
Schaltnetzgeräte 236
Schaltspannung 76
Schaltstrom 76
Schaltzeichen 180, 186
Scheibenkupplungen 120
Scheinleistung 226
Schieberegister 56
Schieblehre 215
Schmitt-Trigger 45
Schnecke 100
Schneckengetriebe 100
Schneckenrad 100
Schnittstelle 61
Schnittstellenkarte 253
Schottky-Diode 237
Schrauben 123
Schrittmotoren 84
Schrittmotoren-Steuerung 86
Schweißroboter 10
selbsthaltend geschaltetes elektromagnetisches Relais 60
Selbthalte-Schaltung eines elektromagnetischen Relais 188
Sensoren 133
Servomotoren 90
Siemens-SIMATIC 255
Silizium-Temperatursensoren 143
Spannungsregler 183
Speicheroszilloskope 212
spektrale Empfindlichkeit eines Fotowiderstandes 158
sprechende Bausteine 247
Stainless Steel 124
Stator 86
Statorwicklung 86
Steuerbefehl 49
Steuergeräte 71
Steuerkreis 78
Steuerrelais 240
Steuerung einer Elektroheizung 149

Stift-Multimeter 200
Stirnrad-Getriebe 97
Stirnzahnrad 97
Stromzangen 198
Summer 247
Systeme 27

T

Tachogenerator 91
Taktfrequenz 43, 58
Taktgeber 43, 57
Taktimpulse 44
Technische Zeichnungen 177
Temperatursensoren 133, 141
Temperaturüberwachung 147
Testgeräte 195
Testschaltung mit dem NE 555 146
Text-Display 256
Thermometer 212
Thermoschalter 134
Timer 51
Timerkette 51
Touch-Panel 256
Transformator 235
Transistor als Treiber 77
Transistoren 56
Trapezgewinde 106
Treiber-IC 65
Trenntransformatoren 223
Triac 79

U

Übertrager 223
Ultraschall-Näherungsschalter 173
Umschaltkontakte 76

V

Verzahnung 100
Voltmeter 196

W

Wälzlager 110
Warngeräte 239
Wechselstrom- (Drehstrom-) Servo-
motoren 90
Wechselstrom-Lastrelais 79
Wechselstrom-Motoren 73
Weiterbildung 26
Wellen 109
Widerstandsthermometer 142

Z

Zahnräder 97
Zahnriemen-Antriebe 102
Zahnstangen 106
Zeichnungen 177
Zungenschalter 139
Zylinder-Gabelköpfe 93
Zylinderrollen-Lager 110

Elektronik

Bo Hanus

Der leichte Einstieg in die **Mechatronik**

Mit Hilfe dieses Buches eignet sich der Leser auf praxisorientierte Weise das Grundwissen der Mechatronik an.

Es eignet sich sowohl für Jugendliche, die sich mit dem Berufsbild des Mechatronikers vertraut machen wollen, als auch als Nachschlagewerk für bereits im Beruf stehende Mechatroniker.

Das Zeitalter der Automatisierungstechnik ist von Mechanik im Verbund mit der Elektronik geprägt. Die Entwicklung und Wartung moderner Industrieanlagen, die Betreuung von Hightech-Anlagen in Handel, Verkehr, im Bankwesen, Krankenhäusern usw. setzt den Einsatz hochqualifizierter Mechatroniker voraus.

Das Buch soll das Verständnis für die technischen Zusammenhänge in diesem Berufszweig fördern und die Funktionsabläufe sowie die Bausteine dieser Technik transparent machen. Von großer Bedeutung sind dabei die Sensoren als Sinnesorgane der Maschinen.

Zur Ausführung von Bewegungsabläufen stehen Motoren und Aktoren zur Verfügung, welche wiederum mit mechanischen Grundbausteinen wie z. B. Getrieben zusammenwirken. Die Beherrschung von Steuer- und Regelvorgängen ist Grundvoraussetzung zum Verständnis aller Automatisierungseinrichtungen. Das Buch gibt hier die entsprechenden praktischen Erläuterungen und Hinweise.

Aus den Inhalt:

- Berufsbild des Mechatronikers
- Motoren und Aktoren
- Hydraulische und pneumatische Systeme
- Steuerung und Regelung mechanischer Bewegungsabläufe
- Sensoren und ihre Funktion
- Messen, Steuern und Regeln
- Bausteine der Antriebstechnik



Besuchen Sie uns im Internet:
www.franzis.de

FRANZIS