

SCHALTUHRREN und ZEITRELAIS

Prinzip und Schema

von Ing. L. M. Loske

Die Automatisierung in der Industrie, der Wirtschaft und auch im öffentlichen und privaten Leben ist in ständigem Wachsen begriffen. Kein Handgriff möchte mehr getan werden, der irgendwie auch auf mechanischem oder elektroautomatischem Weg verrichtet werden könnte. Die Patenterteilungen sind auf diesem Gebiet in den vergangenen 20 Jahren unermesslich gestiegen. Der normale Wecker oder die einfache Signaluhr haben durch ihre vielseitigsten Weiterentwicklungen zu einem ganz speziellen Industriezweig geführt. Obwohl zwar auch hier, von wenigen Ausnahmen abgesehen, das heutige klassische Uhrwerk mit höchstem Ganggenauigkeitsgrad weiterhin Verwendung gefunden hat, sind all diese Apparate allerdings auch in der Wartung eine Industrieangelegenheit geblieben.

Weshalb es aus der Entwicklung dieser vielseitig neuen Erzeugnisse zu keinem Reparaturgeschäft für das Uhrmacherhandwerk kommen konnte, ist mit wenigen Worten kaum zu sagen und soll auch in diesem Aufsatz nicht erörtert werden. Die nachfolgenden Zeilen sollen vielmehr einen kleinen Überblick geben, über eine Reihe von Geräten bei denen "unser Uhrwerk" zu besonderen Dienstleistungen herangezogen wird.

Zu solchen Spezialapparaten gehören vor allem Zeitschalter, Schaltuhren, Zeitrelais und zum Teil auch Fernschalter, Programmschalter, Registriergeräte und Schaltschützen. Grundsätzlich handelt es sich hierbei um von einem Uhrwerk angetriebenem Kontaktsystem zum Ein-, Aus- oder Umschalten von Stromkreisen.

Die Zeitschalter werden eingesetzt, wenn es sich um das direkte Ein-oder Ausschalten von Stromverbrauchern handelt, deren Stromstärke zwischen 2 und 60 Ampère Wechselstrom liegt. Vielfach sind diese Art Zeitschalter auch als kombinierte Sperr- und Tarifschalter aufgebaut und werden nach direktem Schalten von Verbrauchern noch zur Schaltung von Tarif- oder Steuerstromkreisen verwendet.

Schalt- oder Steueruhren hingegen sind Apparate die nur kleinere Leistungen zeit-

abhängig schalten, was hauptsächlich für die Steuerung von Relais, Schützen oder Fernschalter in Frage kommt; deren Schaltkontakte höchstens bis 0,5 Ampère belastet werden. Bei Schaltuhren sind entsprechend den gestellten Forderungen mehrere Kontakte vorhanden, die gemeinsam oder auch zeitlich unabhängig betätigt werden können.

Unter **Z e i t r e l a i** versteht man Schaltapparate zur Ein- Aus- oder Umschaltung von Stromkreisen nach Ablauf einer ~~von~~ Zeitrelai einstellbaren Zeitperiode. Die Zeitperiode beginnt jeweils nach dem Schließen eines Steuerkontaktes, und nach der Unterbrechung des Steuerstromkreises kehren die Zeitrelais in die Ausgangsstellung zurück, so daß die Zeitmessung stets wieder mit Null beginnt.

Im Prinzip ~~unterscheiden~~ ^{gliedern} sich die Zeitschalter und Schaltuhren in drei Gruppen und zwar:

- a. Räderwerk mit Echappement
- b. Aufzugspartie
- c. Steuermechanismus

Außer bei älteren Typen, mit Pendel oder Synchronuhren, werden heute größtenteils Ankeruhrwerke erster Qualität verwendet. Die Qualität einer Schaltuhr hängt schließlich in erster Linie von der Güte des Echappements ab. Die geforderte Ganggenauigkeit liegt allgemein bei ± 2 Sekunden täglich, unter gleichbleibender Temperatur. Darüber hinaus wird die Forderung gestellt, daß eine Schaltuhr zirka 10 Jahre ohne Revision einwandfrei funktionieren soll. Diese Leistung deutet darauf hin, daß hier wirklich nur das Beste genügen kann. Um die im Möglichenbereich stehenden Gangdifferenzen ermitteln und korrigieren zu können, sind alle besseren Fabrikate mit einer Feinregulierung und auch mit Sekunden- und Minutenzeiger ausgerüstet. Das Zeigerwerk endet hierbei normalerweise mit einer Umdrehung in 24 Stunden. Auf dieser Stundenwelle sitzen die Elemente zur Betätigung des Steuermechanismus oder ein stromführender Kontaktflügel.

Das Aufziehen dieser Uhren wird in der Regel elektrisch besorgt, da ja ohnehin elektrische Energie unmittelbar zur Verfügung steht. Verwendet werden kleine Motoren oder Schwingsysteme, wie beispielsweise: **F e r r a r i s m o t o r e n**, **S y n c h r o n -** bzw. **A s y n c h r o n m o t o r e n** oder **S c h w i n g a n k e r m o t o r e n**; folglich Wechselstrom gebundene Motoren.

Der **F e r r a r i s m o t o r** (Fig.1) besteht aus einer dünnen Läuferscheibe aus Kupfer oder Alu-

Aluminium die gut gelagert, so angeordnet ist, daß die magnetischen Felder der sogenannten Spaltpole des Stators, den Scheibenrand senkrecht durchdringen. Durch die Entwicklung von Induktionsströmen in der Scheibe und den beiden phasenverschobenen Magnetfeldern des Stators ergibt sich ein Drehmoment. Den Höchstwert erreicht dieses Drehmoment, wenn die zwei Hälften der Spaltpole in tangentialer Richtung aufeinander folgen. Das Drehmoment, wie auch die Drehzahl eines Ferrarismotors, sind verhältnismäßig niedrig; doch reicht es aus ein Uhrwerk einer Schaltuhr aufzuziehen. Ein weiterer Vorteil ist die geringe Stromaufnahme eines solchen Motors und die Gewähr, daß er keinen Schaden leidet, wenn er auf lange Zeit abgebremst wird. Es kann daher auf eine eigene Abschaltvorrichtung verzichtet werden und der Motor kann andauernd eingeschaltet bleiben.

Der S y n c h r o n m o t o r ist schließlich schon in seiner besonderen Verwendungsart als Zeigerwerk antreibende Einzeluhr in Uhrmacherkreisen bekannt. Soweit vom Elektrizitätswerk die Einhaltung der Frequenz gewahrt bleibt und keine nennenswerten Umschaltstörungen auftreten, kann die Synchronuhr schon als ein recht praktischer und vor allem dauerhafter Zeitmesser gelten. Zur Aufzugsbetätigung ist der Synchronmotor ohne Zweifel ein sehr brauchbares Bauelement. Wobei noch zu bemerken ist, daß nur ein selbstanlaufender Motor in Frage kommt und zwar am vorteilhaftesten mit sogenanntem asynchronem Anlauf. Diese Systeme besitzen einen ~~besitzen-einen~~ neutralen Rotor und laufen asynchron an. Sobald sie ungefähr in den Bereich der synchronen Drehzahl kommen, gleichen sie sich infolge des Überwiegens des synchronen Drehmomentes dem Synchronismus an und laufen in Verfolg mit der synchronen Drehzahl weiter. Für die asynchrone Drehzahl des Rotors ist die Anzahl der Polpaare des Stators maßgebend und für die synchrone Drehzahl, die Anzahl der Polpaare des Rotors selbst.

Vielfach werden die Motoren in den Schaltuhren nicht nur zum automatischem Uhraufzug benützt, sondern durch mechanische oder auch magnetische Kupplung als Antriebsorgan für die Hauptkontakte eingereiht.

Der S c h w i n g a n k e r m o t o r (Fig. 2) arbeitet ebenfalls nur mit Wechselstrom und zwar wird hierbei, die durch die Netzspannung erzeugte Schwingbewegung über einen Schwinganker mit Klinge auf ein Sperrrad in mechanische Drehbewegung umgeformt. Bei Uhrtypen mit Schwinganker wird der Stromkreis hierzu, durch eine vom Federhaus des Uhrwerkes gesteuerte Kontaktvorrichtung nur etwa 2 mal täglich geschlossen, und zwar nur so lange, bis die Feder wieder vollständig aufgezogen ist. Die Gangreserve bei even-

eventuellen Stromunterbrechungen erstreckt sich in der Regel auf 2 bis 4 Tage. Es gibt allerdings auch Modelle, bei denen der Uhrzug nach jeder erfolgten Schaltfunktion automatisch einsetzt. Sind die Abstände der Schaltfunktion zeitlich sehr groß- wie es bei einigen speziellen Konstruktionen erforderlich ist- und gar Tage vergehen, so sorgt eine zusätzliche Steuereinrichtung für unabhängigen Uhraufzug.

Unter S t e u e r m e c h a n i s m u s versteht man die Betätigung der Schaltkontakte die auf etwa 4 verschiedene Arten erfolgen können. Und zwar nach dem System der direkten mechanischen Steuerung, der indirekten mechanischen Steuerung, der direkten elektrischen Steuerung und der indirekten elektrischen Steuerung. Allgemein sind die Steuermechanismen, abgesehen von etwaigen Umschaltkontakten für Tarifzwecke, nach den drei letzt genannten Systemen aufgebaut.

Bei der indirekten mechanischen Steuerung wird ein Kipphebel durch verschiedene Schaltstifte ~~ausgelöst~~ betätigt. Der Kipphebel löst ein Sperrgetriebe aus und blockiert es nach erfolgter Steuerung wieder. Durch eine Speicherfeder, die gleichzeitig mit der Uhrfeder aufgezogen wird, erhält das Sperrgetriebe seine Spannung.

Die direkte elektrische Steuerung wird bei Schaltuhren angewandt, die zu Steuerzwecken dienen, bei denen relativ kleine Ströme zu schalten sind. Schaltuhren dieser Ausführung können beispielsweise einen isolierten Stundenzeiger besitzen, der innert 24 eine Umdrehung ausführt und gleichzeitig mit einem Kontaktflügel versehen ist. Dieser Flügel gleitet dann auf einem der im innern des isolierten Zifferblattes drehbar angeordneten Kontaktringen. Durch Verstellen dieser Ringe ist die Möglichkeit geboten die Schaltzeiten beliebig einzurichten. Bei zahlreich geforderten täglichen Schaltfunktionen können auch Ringe mit Kontaktbolzen verwendet werden.

Bei Strömen mit hoher Ampère-Zahl genügen die leichten Kontakte der direkten elektrischen Steuerung nicht mehr und die Konstruktion muß unter dem Gesichtspunkt der indirekten elektrischen Steuerung ausgeführt sein. An den Berührungstellen aller Kontakte entsteht nach jeder Schaltung ein sogenannter "Übergangswiderstand" der die Stromstärke unter Umständen sehr stark verringern kann. Mit zunehmenden Kontaktdruck kann dieser Übergangswiderstand verringert werden und deshalb genügen die leichten Kontaktkonstruktionen wie sie bei der direkten elektrischen Steuerung

erforderlich sind nicht immer. Das Hauptmerkmal einer Konstruktion für indirekte elektrische Schaltung bzw. Steuerung ist ein sehr kräftiges, gegen Funkenbildung gesichertes, Kontaktsystem, welches nicht mehr von einem Uhrwerk, sondern von einem kleinen Motor angetrieben wird. Wie Eingangs schon erwähnt wurde, kann dieser Motor gleichzeitig auch den Uhraufzug mit übernehmen.

Eine der genialsten Konstruktione auf diesem Gebiet dürfte das "Ghielmetti-System" (Fig.3) sein. Es besteht aus einer sogenannten Schaltwalze mit eingebautem Motor. Der bewegliche Teil des Motors besteht aus einer drehbar gelagerten Stablachse 1, welche durch die feststehende Spule 2 führt und rechts und links über Kreuz die Polflügel 3 und 4 trägt. Der bewegliche Teil, einschließlich der Spule, sind von permanenten Magneten umschlossen. Es handelt sich hierbei um das System eines Schwingankermotors wie ihn im Prinzip auch Fig.1 zeigt. In der Ruhelage sind die Polflügel durch eine Feder zwischen den Magnetpolen ausgerichtet, und zwar mit einer Spannung, die auf ^{die} Periodenzahl des Wechselstromes abgestimmt ist. Wird die Spule unter Spannung gesetzt, so werden die Polflügel 3 und 4 im Wechselstromrhythmus magnetisiert und von den ungleich polarisiert, permanenten Gegenpolen 5 und 6 angezogen. Die synchron mit der Frequenz erzeugenden Hin- und Herschwingungen des Ankers, werden mit der Stoßklinke 7 auf das Sperrrad 8 übertragen. Die so entstehende rotierende Bewegung, wird über das Trieb 9 auf ein Planetengetriebe übertragen, 10, 11, u. 12, wodurch die Schaltwalze mit ihren Kurvenscheiben und Schaltnocken zur Kontaktsteuerung in Umdrehung versetzt wird.

Die S c h a l t a n f o r d e r - u n g e n an zeitabhängigen Steuerapparaten sind sehr vielseitig und es werden neben sehr kurzen Schaltfolgen, Programme verlangt, die nur ein bis zwei Schaltungen im Jahr ausführen sollen. Darüberhinaus wird noch vielfach die Forderung gestellt, daß eine möglichst große Zahl unabhängiger Steuerkreise vorhanden ist, was sehr oft zu nicht gerade leichten Konstruktionsaufgaben führt. Fest bestimmte Tagesschaltungen die auf längerem Zeitraum immer zur gleichen Tages- oder Nachtzeit erfolgen und innert 24 Stunden 2 bis 4 Ein- und Ausschaltungen ausführen, sind am häufigsten.

Ist es erwünscht, daß die Schaltzeit leicht verstellt oder auch gelegentlich vorzeitig ausgelöst werden sollen, so werden die Schaltuhren mit entsprechenden Einrichtungen versehen, die es ermöglichen die Schaltzeit auch von aussen zu bedienen. Neben den verschiedensten Möglichkeiten der Konstruktion, in bezug auf die Schaltzeitveränderung, werden auch Schaltuhren mit

astronomischer Schaltzeit-Verstellung gebaut.

Unter dieser Kategorie sind jene Uhren mit astronomischer Zeitverstellung für Beleuchtungsanlagen ganz besonders interessant. Hierbei wird die erforderliche Verschiebung, zur Anpassung der Schaltzeiten an die veränderliche Tageslänge, selbsttätig geregelt. Die erforderliche Verschiebung muß sich demnach genau nach dem entsprechendem Breitengrad richten, auf dem sich die Anlage befindet. Uhren mit einer solchen astronomischen Zeitverstellung, können rein konstruktiv nach verschiedenen Systemen hergestellt werden, obwohl sich im Prinzip alle gleichen.

Figur 4 zeigt beispielsweise die astronomische Zeitscheibe eines Uhrenmodelles -Fabrikat Ghielmetti A.G. Solothurn-. Nach einer Umdrehung der Zeitscheibe wird der sichtbare fünfzackige Stern um einen Zacken weiter geschaltet. Dadurch wird auch die neben dem Stern sichtbare Jahresscheibe um einen Tag weiter bewegt. Über ein Übersetzungsräderwerk mit Spezialverzahnung, welche genau den astronomischen Ein- und Ausschaltkurven (siehe Fig.5) angepaßt ist, wird das Verstellen der Schalthebel A und T vorgenommen. Der Hebel A folgt dabei genau der Sonnenuntergangszeit, und der Hebel T der Sonnenaufgangszeit. Daraus ist zu entnehmen, daß die Schalthebel A und T nicht starr sind, sondern durch eine Reibungskupplung mit dem Verstellmechanismus der Zeitscheibe in Verbindung stehen.

So viele Systeme es auch geben mag, so sicher wird auch wohl jeder Uhrmacher all dieser Mechanismen Herr werden können, und darf unbesorgt jede Gelegenheit wahrnehmen, auch diese Art von Zeitmesser in Reparatur zu nehmen.