

4.2 Der Schrittmotor – ein Synchronmotor

4.2.1 Theorie des Schrittmotors

Der Schrittmotor ist die einfachste Art eines fremdgeführten Motors, der vor allem in der Robotik (dazu zählen Drucker und Laufwerke) Verwendung findet. Er „wird durch digitale Stromimpulse gesteuert [und] führt bei jedem Steuerimpuls einen definierten Winkelschritt aus. Kennt man die Ausgangslage, so kann er durch eine bestimmte Anzahl von Impulsen in eine genau festlegbare Endlage gesteuert werden.“ (Wimber, 1988, S. 31).

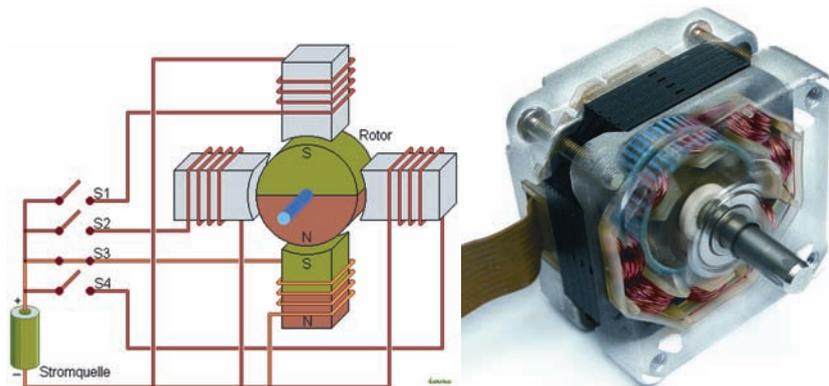


Abbildung 4.4: Schema eines Schrittmotors. Links: Schaltung eines Schrittmotors mit vier Strängen, rechts: Foto eines Schrittmotors (Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Schrittmotor>, Urheber links: Honina, Urheber rechts: Nicolas Kruse)

Abbildung 4.4 (links) zeigt das Schema eines Schrittmotors mit vier Spulen und einem zweipoligen Läufer. Mit Hilfe der Schalter S1 bis S4 lassen sich die einzelnen Elektromagneten ein- bzw. abschalten. Werden die Schalter nach einem speziellen Ablaufschema geschaltet, so ändert sich das Magnetfeld – es dreht sich schrittweise um einen festen Winkel. Der Läufer des Motors dreht sich ebenfalls schrittweise um diesen festen Winkel. Der Fall, dass immer nur ein Strang eingeschaltet ist, wird als Vollschritt des Motors bezeichnet. In diesem Fall lässt sich der Motor in Abbildung 4.4 (links) mit einem minimalen Schrittwinkel von 90° , also vier Schritten pro Umdrehung, betreiben. Sind zwei nebeneinander liegende Spulen gleichzeitig eingeschaltet, so überlagern sich die beiden Magnetfelder. Der magnetische Pol liegt nun genau zwischen beiden Spulen. Dadurch lassen sich so genannte Halbschritte durchführen, die den minimalen Schrittwinkel auf 45° verringern. Damit lässt sich der gleiche Motor mit acht Schritten pro Umdrehung betrei-

ben. Genau diese Überlagerung mehrerer Magnetfelder wird auch beim Drehstrommotor verwendet (siehe Kapitel 4.3). In der Technik kommen nicht nur Schrittmotore mit vier bzw. acht Schritten pro Umdrehung zum Einsatz, je nach Einsatzgebiet werden Schrittmotore mit 400 und mehr Schritten pro Umdrehung verwendet.

Ein weiteres Beispiel für einen Schrittmotor ist die Verwendung und Ansteuerung von drei Spulen, die unter einem Winkel von je 120° , also symmetrisch um den Läufer, aufgestellt werden (siehe Abbildung 4.6). Wird der Reihe nach die Spannung an eine Spule gelegt, so erhält man ebenfalls ein diskretes Drehfeld mit einem minimalen Drehwinkel von eben 120° , also drei Schritten pro Vollumdrehung. Schaltet man zusätzlich Zwischenschritte, indem man die Spannung an zwei Spulen gleichzeitig legt, so verdoppelt sich die Schrittzahl auf sechs Schritte pro Umdrehung. Das gleiche Verhalten mit sechs Schritten kann man auch erreichen, indem man an jeweils alle drei Spulen gleichzeitig die Spannung anlegt, wobei immer eine Spule entgegengesetzt zu den anderen beiden geschaltet sein muss. Den jeweils nächsten Schritt erhält man, indem man die Stromrichtung und damit das Magnetfeld der nächsten Spule umkehrt. Dieses Prinzip der Überlagerung mehrerer Magnetfelder und das der Stromrichtungsumkehr wird vor allem bei der Verwendung von Dreiphasenwechselstrom (siehe Kapitel 4.3) verwendet. Um die Schaltabläufe zu automatisieren, wird eine Steuerelektronik eingesetzt.

Die Schrittmotoransteuerung lässt sich ebenfalls mit Hilfe einer Programmwalze realisieren, die mit Hilfe einer Milchdose einfach nachgebaut werden kann (Wimber, 1988, S. 34). Diese Steuerung findet man als Bausatz (z.B. bei Opitex Nr. 105071, ca. 4,80 € oder Traudl-Riess Nr. 25.131.0, ca. 4,45 €) unter dem Begriff Ampel (siehe Abbildung 4.5). Bei den Bausätzen werden anstelle von Spulen Leuchtdioden geschaltet, die sich allerdings sehr leicht durch Spulen ersetzen lassen. Zu beachten ist, dass im Lieferumfang der Bausätze die Walze in Form von einer Milchdose nicht enthalten ist und der für den Werkunterricht gedachte Bausatz nicht einfach zu bauen ist.

Wie oben bereits erwähnt, lässt sich ein Schrittmotor mit einem Induktionsläufer als Asynchronmotor betreiben. Dies ergibt allerdings keinen Sinn, da die Eigenschaft des genauen Schrittwinkels verloren geht. Abgesehen vom Anlauf- und Bremsvorgang handelt es sich bei einem Schrittmotor deshalb immer um einen Synchronmotor.

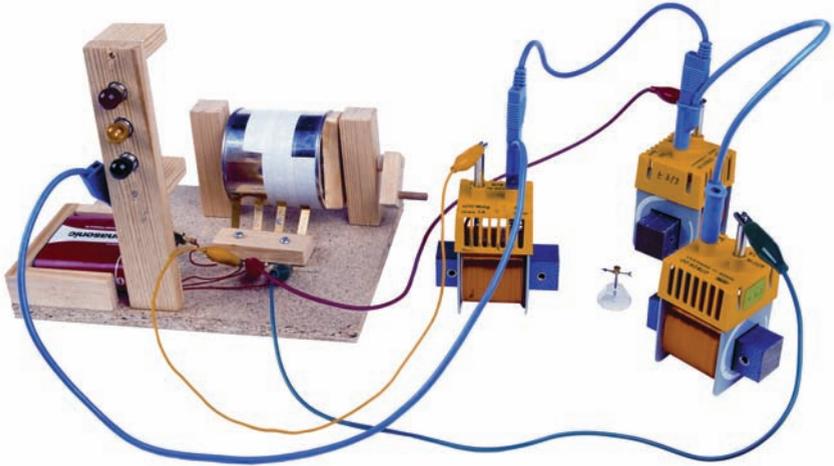


Abbildung 4.5: Ansteuerung eines Schrittmotormodells (rechts) mit einem Bausatz Ampelschaltung (links)

4.2.2 Modell eines Schrittmotors

Im Folgenden wird das abgebildete Modell beschrieben.

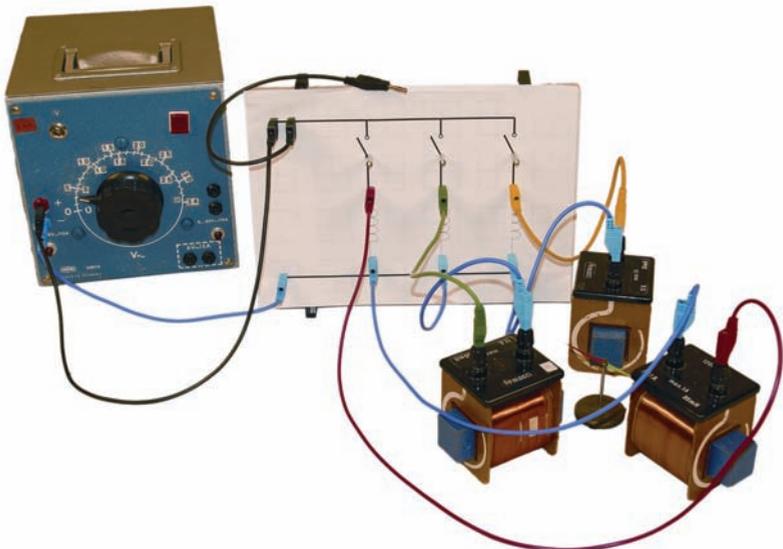


Abbildung 4.6: Modell eines Schrittmotors