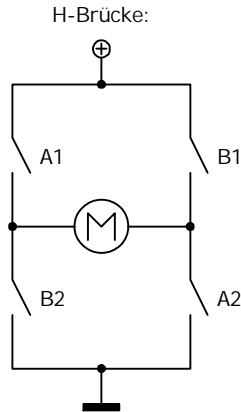


MOTORANSTEUERUNG

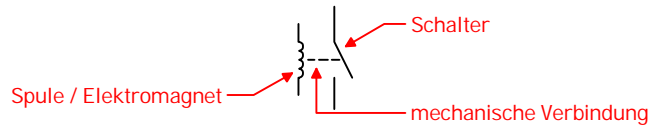
Je nachdem, wie herum die beiden Pole eines Gleichstrommotors an eine Gleichspannungsquelle angeschlossen werden, ändert er seine Drehrichtung.



Die Schaltung links wird als **H-Brücke** bezeichnet. Meistens werden Gleichstrommotoren mit einer solchen H-Brücke gesteuert. Schließt man die beiden Schalter A1 und A2, dreht sich der Motor (Der Kreis mit dem M in der mitte) in die eine Richtung, schließt man hingegen B1 und B2, dreht er sich in die andere Richtung. Lässt man alle Schalter offen, steht der Motor. Das Schließen aller Schalter zur gleichen Zeit, sollte man vermeiden. Denn dann kann der Strom ungehindert vom Plus- zum Minuspol fließen und es gibt einen Kurzschluß.

Für unsere Zwecke können wir natürlich keine vier Schalter verwenden. Schließlich soll der Motor ja über einen Microcontroller gesteuert werden. Statt Schalter verwenden wir deshalb **Relais**.

Schaltzeichen eines Relais:



Ein Relais ist ein Baustein, der aus einem Elektromagneten besteht, der mechanisch mit einem Schalter verbunden ist. Die Funktionsweise ist recht einfach:

Fließt Strom durch die Spule des Elektromagneten, so wird durch den Magnetismus der im Relais eingebaute Schalter geschlossen.

Der im Relais eingebaute Elektromagnet hat allerdings auch eine kleine Nebenwirkung: Durch Selbstinduktion erzeugt er, wenn er ausgeschaltet wird, eine recht hohe Spannung, die andere elektronische Bauteile zerstören kann.

Diese Induktionsspannung müssen wir deshalb mit einer antiparallel (entgegen der normalen Stromflußrichtung) eingebauten Schutzdiode abfangen.

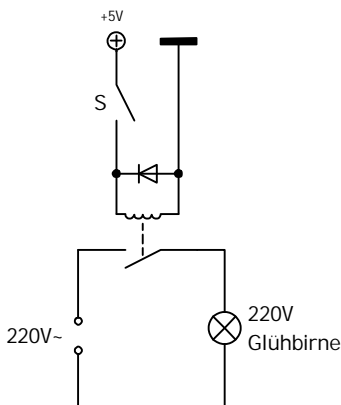
Schaltzeichen einer Diode: 

Bauform einer Diode: 

Auch die Funktionsweise einer Diode ist recht einfach:

Eine Diode ist ein Bauteil, dass den Strom nur in einer Richtung durchlässt - und zwar in Pfeilrichtung. Würden wir also an der Diode auf der Zeichnung oben, links den Pluspol einer Stromquelle anschließen und rechts den Minuspol, so würde Strom durch die Diode fließen. Würden wir die Stromquelle anders herum anschließen, würde kein Strom fließen. Die Diode sperrt dann. **Beim Einbauen einer Diode muß man also unbedingt auf die Polarität achten!**

Dioden sind deshalb immer mit einem aufgedruckten Ring gekennzeichnet, welcher der senkrechten Linie im Schaltzeichen entspricht.



Den Aufbau eines Relais mit Schutzdiode habe ich links aufgezeichnet. In diesem Schaltbild sind zwei Schaltkreise - ein 5V Steuerstromkreis und ein 220 Volt Netzstromkreis durch ein Relais verbunden. Wird der Schalter S gedrückt, so legt sich der im Relais eingebaute Schalter um und die 220V Glühlampe leuchtet. Beim Öffnen des Schalters S fließt der Induktionsstrom über die Schutzdiode ab, der Elektromagnet im Relais entmagnetisiert sich wieder, der Schalter im Relais öffnet sich wieder und die Lampe erlischt.

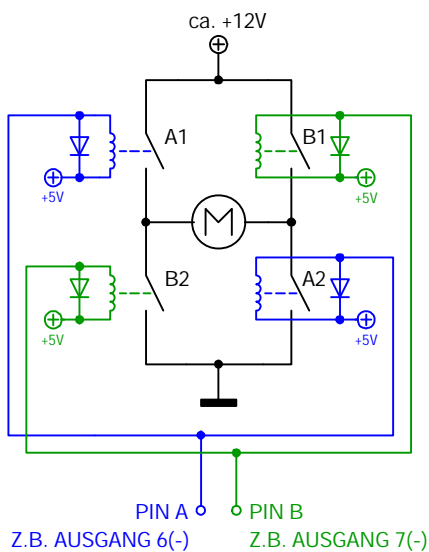
Wie in dem eben besprochenen Schaltbild dargestellt, verwendet man Relais auch hauptsächlich, um unterschiedliche Stromkreise miteinander zu verbinden.

Doch zurück zu unserer Schaltung:

Auf unserem Experimentierboard ist neben dem Microcontroller noch ein zweites IC (=Integrated Circuit) eingebaut, ein sogenannter Darlington-Treiber (ULN 2803A). Dieser verstärkt die Leistung der Ausgänge des Controlllers. Der Controller selbst wäre "zu schwach" um die Relais zu schalten. Mit diesem Treiber-IC geht das aber problemlos. Darauf bin ich ja schon im Grundlagen-PDF eingegangen.

Zur Erinnerung: Der ULN muß über die beiden mit "PWR" bezeichneten Lötunkte mit Strom versorgt werden!

Das IC verstärkt allerdings nicht nur, es ändert auch die Polarität des Schaltsignals. Diese Information ist in unserem Fall zunächst egal, solange wir alles richtig anschließen. Falls ihr später jedoch vorhabt, über einen der Ausgänge des Controlllers z.B. seriell Daten zu übertragen, so sollte diese Übertragung nicht über den ULN stattfinden. Sonst klappt's nicht.



Links habe ich die H-Brücke der ersten Seite mit Relais gezeichnet. Der grüne und der blaue Stromkreis schalten dabei jeweils eine Drehrichtung des Motors. Dafür werden sie mit den Ausgängen des ULN verbunden. Aus bestimmten Gründen habe ich für den linken Motor die Ausgänge 6 und 7, für den rechten die Ausgänge 0 und 2 gewählt.

Die anderen Anschlüsse der Relaispulen werden mit dem Pluspol unserer 5V Stromversorgung verbunden. Dieser Pluspol liegt bereits rechts neben den Ausgängen auf dem Experimentierboard an.

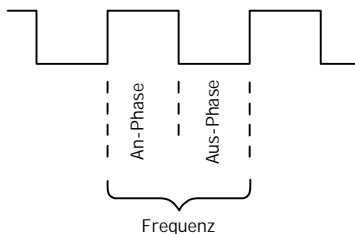
Langsam ist es an der Zeit zuzugeben, dass unsere Motoransteuerung über die Relais keineswegs eine besonders elegante Lösung darstellt. Die Vorteile liegen zwar klar auf der Hand:

Die Schaltung ist billig, einfach und schnell zu bauen, zuverlässig und leistungsfähig (d.H. sie kann auch sehr große und starke Motoren steuern).

Ihr größter Nachteil liegt jedoch darin, dass wir mit ihr keine Geschwindigkeit, sondern nur die Drehrichtung der Motoren steuern können.

Normalerweise wird die Geschwindigkeit von Gleichstrommotoren dadurch gesteuert, dass man sie sehr schnell an- und ausschaltet. Wenn die An-Phasen genauso lange dauern, wie die Aus-Phasen, dreht sich der Motor mit halber Geschwindigkeit. Ein Verändern des Verhältnisses von An- und Aus-Phasen hat eine Veränderung der Geschwindigkeit zur Folge. D.h. lang anschalten und immer wieder kurz ausschalten dreht den Motor schneller, als lang ausschalten und immer wieder kurz anschalten. Dieses An- und Ausschalten geschieht dabei mehrmals pro Sekunde, so dass sich der Motor aufgrund seiner Trägheit gleichmäßig dreht. Die Häufigkeit, mit der das An- und Ausschalten pro Sekunde geschieht, wird als Frequenz bezeichnet und in Hertz angegeben.

Motoransteuerung über PWM:



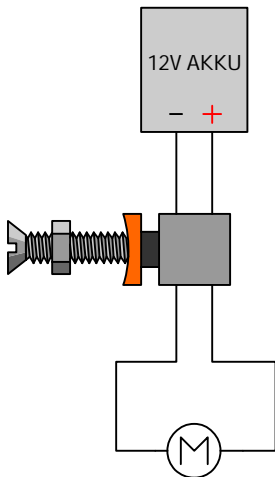
(Motor läuft auf 50% Geschwindigkeit)



(Motor läuft auf 25% Geschwindigkeit)

Dieses Verfahren heißt Pulsweitenmodulation oder kurz PWM.

Nachdem Relais elektromechanisch arbeiten, sind sie aber schlichtweg zu langsam, um ein PWM-Signal zu schalten. Würden wir also auch die Geschwindigkeit des Roboters mit dem Controller regeln wollen, müssten wir anstelle der Relais elektronische Bauteile wie z.B. Leistungstransistoren (Power Mosfets) verwenden. Da deren Beschaltung und Arbeitsweise für den Anfänger weit weniger verständlich ist, als die Funktionsweise eines Relais, habe ich hierauf zunächst verzichtet. Wer möchte, kann seinen Roboter ja dahingehend nachrüsten.



Da unser Roboter aber zu schnell wird, wenn sich die Motoren mit voller Geschwindigkeit drehen, steuern wir sie mit dem im Akkuschauber eingebauten elektronischen Schalter (der übrigens auch eine Pulsweitenmodulierte Spannung erzeugt).

In meiner Konstruktion drückt eine Schraube auf diesen Schalter. Mit dieser Schraube lassen sich später die Geschwindigkeiten der Motoren justieren. Links habe ich das mal ganz simpel skizziert.

In die Stromkreise der Motoren habe ich auch jeweils eine 10 Ampère Sicherung eingezeichnet. Falls aufgrund eines Programmierfehlers einmal aus Versehen die A- und B-Relais gleichzeitig geschaltet werden sollten und dadurch ein Kurzschluß entsteht, brennen diese Sicherungen durch und schützen dadurch sowohl die elektronischen Geschwindigkeitsregler, als auch die Relais in der H-Brücke.

Trotzdem möchte ich empfehlen, das nicht auszuprobieren!

Außerdem führen wir die Stromanschlüsse der beiden 12V Akkus zusammen, wir schalten sie also parallel. Der Vorteil davon: Dadurch entleeren sich die beiden Akkus immer gleich schnell, auch wenn ein Motor mehr beansprucht werden sollte, als der andere.

Den kompletten Schaltplan der Motoransteuerungen unseres Roboters habe ich auf der nächsten Seite aufgezeichnet.

