

Kompressor mit Hysterese-Regelung

Von Hans Wijnsouw

fischertechnik hat im Lauf der Zeit verschiedene Kompressormodelle produziert. Normalerweise sollte dabei der Luftdruck geregelt werden. Hier konnte von einer richtigen Regelung aber keine Rede sein. Wenn der Luftdruck einen bestimmten Wert erreicht hatte, wurde der Kompressor ausgeschaltet, und wenn der Luftdruck unter diesen Wert sank, ging der Kompressor gleich wieder an. Dies funktioniert mit einem Schalter, der die elektrische Spannung des Kompressors ein- und ausschaltet. Der Nachteil einer solchen Steuerung ist das dauernde Ein- und Ausschalten. Im Maximum wird ausgeschaltet, aber liegt der Luftdruck nur wenig darunter, wird sofort wieder eingeschaltet. Das nennt man Pendeln. Ein pneumatisches System kann jedoch auch mit einem Luftdruck unter dem Maximum, aber oberhalb eines bestimmten niedrigeren Minimums gut funktionieren. Es gibt dann einen ganzen Bereich zwischen Minimum und Maximum, in dem der Kompressor nicht arbeitet. Der Kompressor läuft erst wieder an, wenn der Luftdruck unter das Minimum fällt. Das nennt man Hysterese-Regelung.

Hysterese

Wikipedia gibt folgende Definition für den Begriff Hysterese:

Hysterese oder Hysteresis (griechisch: „das Zurückbleiben“) ist die Eigenschaft, dass die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung nicht nur von der Größe der Ursache abhängt, sondern auch von der Richtung, in der sich die Ursache ändert.

Die Hysterese kommt dadurch zustande, dass ein System bei identischen äußeren Umständen (Ursachen) zwei unterschiedliche stabile Zustände (Wirkung) aufweist. Dies nennt man Bistabilität. Wenn das System in den anderen Zustand wechselt, reagiert es anders auf externe Veränderungen.

Pendeln

Ein typisches Beispiel für Hysterese ist ein Thermostat. Er hat eine Ein- und eine Ausschalttemperatur. Wenn die Temperatur unter den Einschaltwert fällt, schaltet der Thermostat die Heizung ein. Wenn die Temperatur danach steigt, wird die Heizung nicht sofort ausgeschaltet. Sonst würde das System fortlaufend ein- und ausgeschaltet (Pendeln). Der Thermostat schaltet die Heizung erst ab, wenn die Ausschalttemperatur erreicht ist. Zwischen den beiden Endwerten kann die Heizung an oder aus sein, abhängig davon, ob die Temperatur steigt oder fällt.

Die Praxis

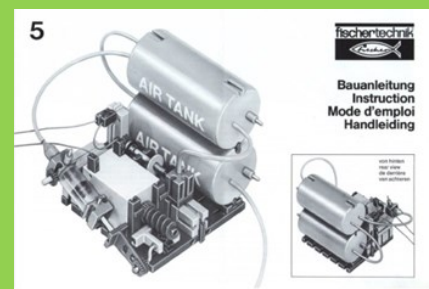
So schön so eine Regelung in der Theorie ist, aber wie setzt man sie in der Praxis um? Zumal, wenn man nur die verfügbare fischertechnik benutzen möchte? Man benötigt dazu eine elektrische Schaltung, die sich an die zwei Zustände erinnern kann

(maximaler und minimaler Druck). Weiterhin einen Mechanismus, der die beiden Zustände detektiert. Beginnen wir mit letzterem, denn das ist recht einfach.

Zwei Beispiele sind der mobile Kompressor (39215) aus den 80er Jahren und der Kompressor (39638) aus den frühen 90er Jahren.

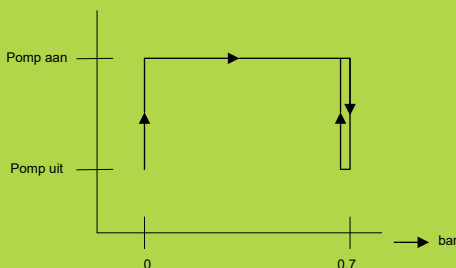


mobiler Kompressor (39215)

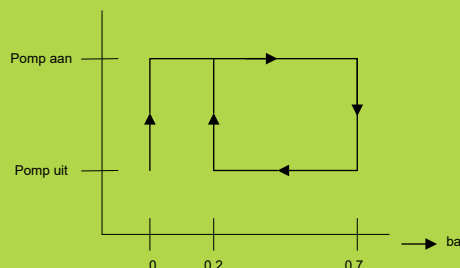


Kompressor (39638)

In den folgenden zwei Abbildungen wird das Prinzip verdeutlicht. In der Abbildung „Ohne Hysterese“ liegen die beiden rechten Pfeile übereinander.

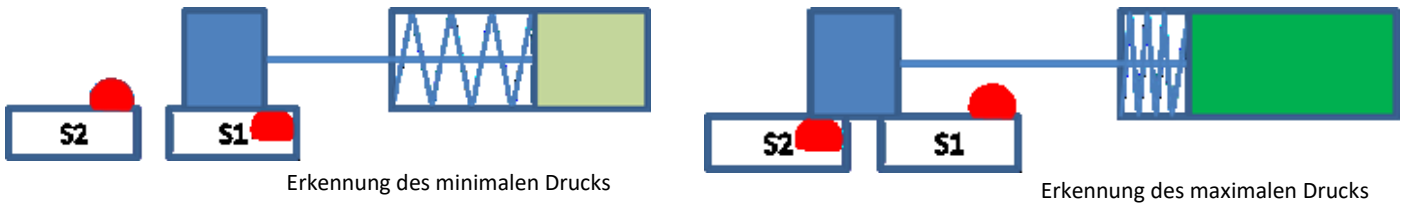


Ohne Hysterese



Mit Hysterese

Mit Hilfe eines Pneumatikzylinders, einer Feder und zwei Schaltern kann man feststellen, in welchem Zustand sich das System befindet.



Die Feder ist so gezeichnet, als ob sie sich im Zylinder befände. In der Praxis jedoch ist die Feder im Zylinder mit Feder nicht stark genug, um Maximum und Minimum des Drucks zu detektieren. Eine zusätzliche, stärkere, externe Feder ist notwendig. Das passt nicht ganz zur Ausgangsidee, alles nur mit fischertechnik zu bauen, aber es ist schwierig, auf diese Feder zu verzichten.

Flip-Flops

Eine elektrische Schaltung zum Speichern eines Zustands ist ein Flip-Flop. fischertechnik hatte im Laufe der Jahre mehrere Flip-Flops im Programm. In einem Folgeartikel werde ich mehr dazu schreiben. Zur Erklärung wähle ich die einfachste Form: ein Relais. Zwar hat fischertechnik aktuell kein Relais mehr im Programm, aber das Prinzip lässt sich am einfachsten mit einem Relais erklären. Die finale Bauanleitung verwendet derzeit verfügbare Flip-Flops mit dem E-Tec-Modul (108227) oder dem etwas neueren Electronics-Modul (152063).

Am Relais-Flip-Flop ist der Schalter S1 so angeschlossen, dass er beim Drücken Strom leitet, und der Schalter S2 so, dass er den Strom leitet, wenn er nicht gedrückt wird.

Beim e-Tec-Flip-Flop sind beide Schalter so angeschlossen, dass sie beim Drücken Strom leiten.

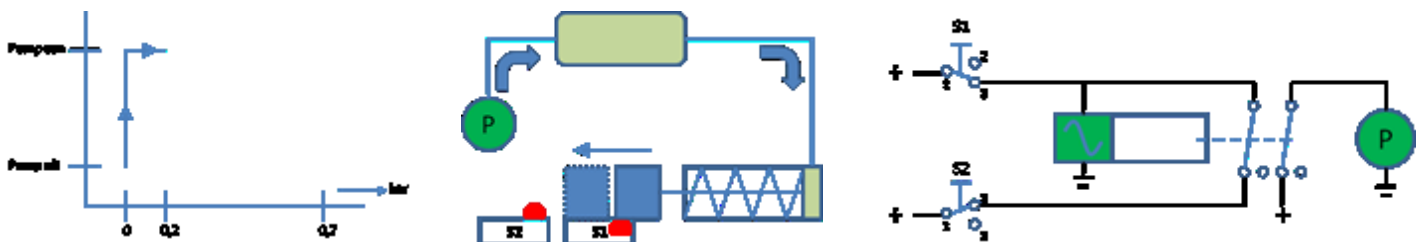
Phasen bei der Hysterese

Bei der Hysterese-Regelung unterscheidet man fünf Phasen:

Starten, Druckaufbau, maximaler Druck, Druckabbau und minimaler Druck.

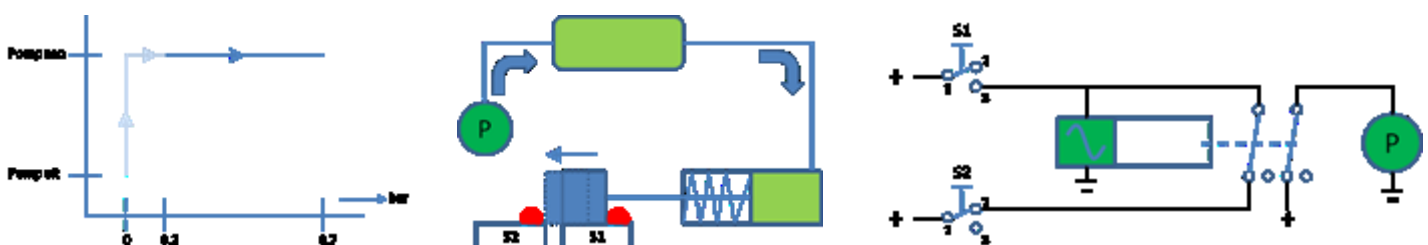
Phase 1: Starten

Die Spannung wird eingeschaltet. Schalter S1 ist gedrückt durch den Pneumatikzylinder, das Relais wird angezogen und dann läuft der Stromkreis durch das Relais auch durch den Schalter S2. Der Kompressor ist eingeschaltet.



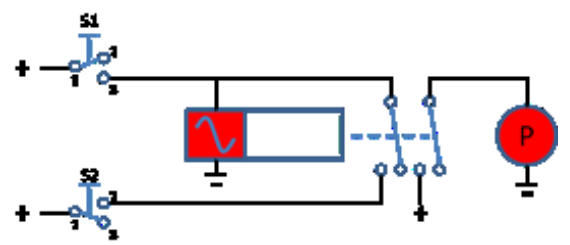
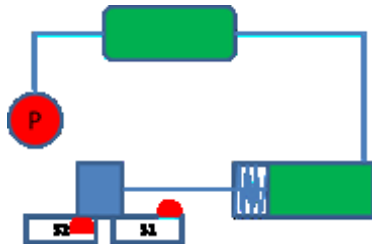
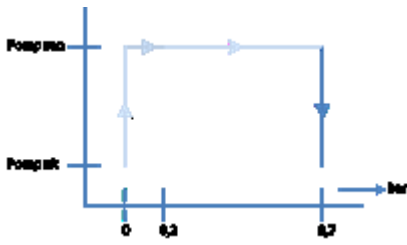
Phase 2: Druckaufbau

Wenn der Druck 0,2 Bar überschreitet, wird der Schalter S1 nicht mehr gedrückt, der Stromkreis durch das Relais läuft nicht mehr über S1, sondern jetzt nur noch über S2. Der Kompressor ist also immer noch eingeschaltet.



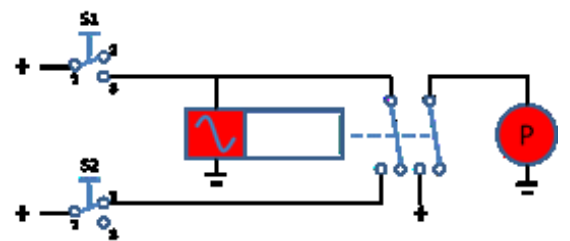
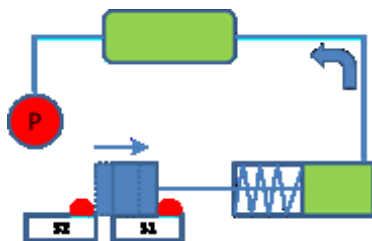
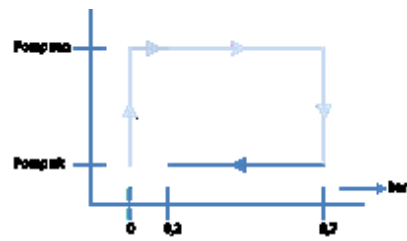
Phase 3: Maximaler Druck

Wenn der Druck von 0,7 Bar erreicht ist, wird der Schalter S2 gedrückt. Das Relais wird stromlos und fällt ab. Der Kompressor wird ausgeschaltet.



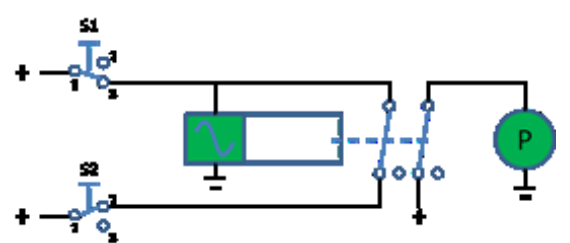
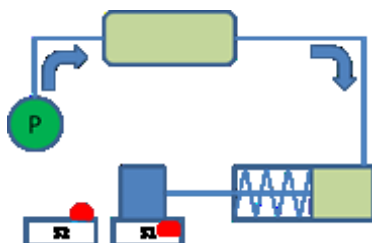
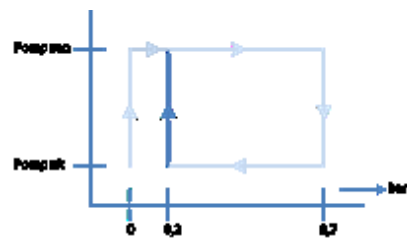
Phase 4: Druckabbau

Der Druck nimmt ab. Schalter S2 wird nicht mehr gedrückt. Es kann jedoch kein Strom durch das Relais fließen, da das Relais abgefallen ist. Der Kompressor bleibt ausgeschaltet.

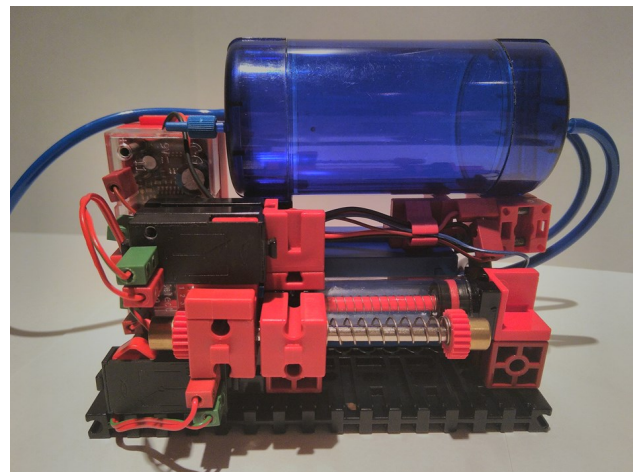


Phase 5: Minimaler Druck

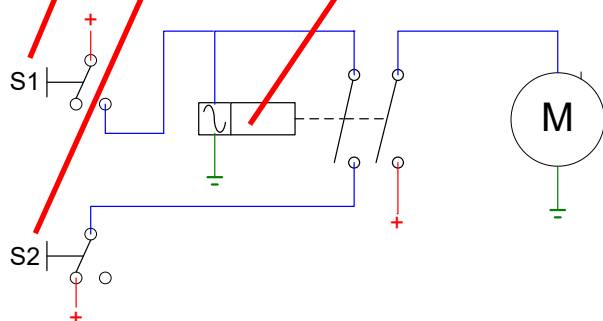
Wenn der Druck von 0,2 Bar erreicht ist, wird der Schalter S1 wieder gedrückt und das Relais wieder mit Strom versorgt. Der Kompressor wird wieder eingeschaltet.



Modell mit Relais



Modell mit e-Tec-Modul



Die vollständige Bauanleitung mit e-Tec-Modul findet sich auf der Internetseite des fischertechnikclub.nl:

<https://tinylink.net/uTust>

