

Martin Luther Universität FB Physik	3 Digitale Schaltungen	3.2
Elektronik Messtechnik		

Drehzahl- und Drehrichtungsbestimmung

1 Aufgaben

- 1.1 Entwickeln Sie eine Steuerschaltung, die die Bestimmung der Drehrichtung und der Drehzahl eines Motors gestattet.
- 1.2 Entwerfen und realisieren Sie eine Schaltung mit Lichtschranken, die Impulse zur Ansteuerung von TTL-Schaltkreisen erzeugt.
- 1.3 Bauen Sie die Steuerschaltung zur Drehrichtungserkennung mit dem Digitaltrainer auf. Simulieren Sie die Signale der Lichtschranken mit zwei Tasten und erläutern Sie die Funktionsweise der Schaltung.
- 1.4 Nehmen Sie die Betriebsspannungs–Drehzahl–Kennlinie eines Gleichstrommotors auf.

2 Theoretische Grundlagen

Zur digitalen Drehzahlmessung muß zunächst ein drehzahlproportionales Signal erzeugt und vermessen werden. Frequenzen lassen sich relativ einfach digital messen. Bei den herkömmlichen Verfahren wird eine Torschaltung für eine genau bekannte Zeit geöffnet und während dieser Zeit wird die Anzahl der Perioden der Messfrequenz gezählt. Die Toröffnungszeit ist aus einer Normalfrequenz abgeleitet, welche von einem frequenzstabilen Generator (z.B. ein Quarzgenerator) erzeugt wird.

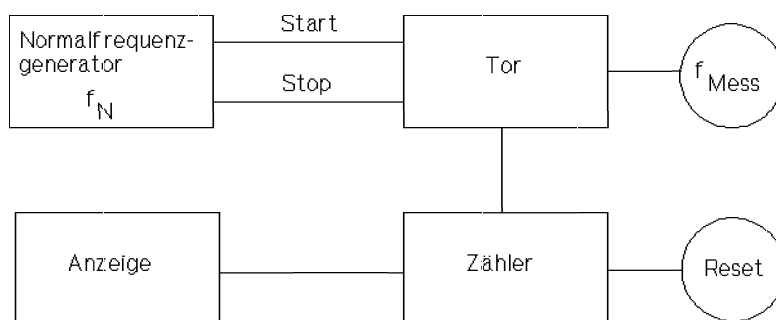


Abb. 1 Blockschaltbild der digitalen Frequenzmessung

Bei niedrigen Frequenzen und kurzen Messzeiten haben nach diesem Prinzip arbeitende Frequenzmesser nur eine geringe Auflösung. Eine Erhöhung der Auflösung kann nur durch Vergrößerung der Messzeit erreicht werden. Wird jedoch die hohe Auflösung bei kurzen Messzeiten gefordert, gelingt dies nur mit einem Verfahren, welches Rechenoperationen ausführt. Moderne Frequenzmesser, die einen Mikrorechner beinhalten, messen die Periodendauer des Signals und errechnen aus ihr die Frequenz. Die Messzeit ist nur so lang wie die Signalperiodendauer und die Auflösung hängt nur von der Größe der Normalfrequenz ab, welche zur digitalen Zeitmessung verwendet wird.

Ein drehzahlabhängiges Signal lässt sich auf verschiedene Weisen erzeugen. Eine Möglichkeit stellt die Verwendung einer Lichtschranke dar, die von einem mit dem drehenden Teil gekoppelten Geber periodisch unterbrochen wird. Vergleichen Sie Alternativen zur Lichtschranke bezüglich Aufwand, Störsicherheit, Empfindlichkeit gegenüber Umgebungseinflüssen, möglichem Drehzahlbereich und Lebensdauer.

Um die Drehrichtung feststellen zu können, werden mindestens zwei Signale benötigt, die bei verschiedenen Drehwinkeln ausgelöst werden. Diese beiden Signale weisen dann eine Phasenverschiebung auf, deren Vorzeichen von der Drehrichtung bestimmt wird. Das Vorzeichen der Phasenverschiebung der beiden periodischen Signale (Rechteckimpulsfolgen) kann zum Beispiel mit Hilfe eines periodisch gesetzten Zustandsspeichers für jedes Signal bestimmt werden. Dieser Speicher detektiert das Auftreten eines bestimmten Zustandes (z.B. Auftreten eines Pegelsprungs) des ihm zugeordneten Kanals. Nach dem Auftreten dieses Zustandes wird der Speicher des anderen Kanals durch eine Verriegelungsschaltung gesperrt, so dass immer nur der Speicher des Kanals, an dem der betreffende Zustand zuerst auftrat, gesetzt wird. Die Zustände an den beiden Speicherausgängen geben die Drehrichtung an.

3 Hinweise zu den Aufgaben

Verwenden Sie in der Schaltung zwei Lichtschranken, einen Zählfrequenzmesser HM 8021 sowie die Logikbauelemente des Digitaltrainers FEoLL.

Die verwendeten Gabeloptokoppler MB 123 bestehen aus einer Infrarot - Lumineszenzdiode und einem Fototransistor. Bei geeigneter Beschaltung liefert der Fototransistor eine Spannung, die der auftreffenden Lichtintensität proportional ist. Dieses Analogsignal ist in eine digitale Information (Schranke unterbrochen – Schranke nicht unterbrochen) umzuwandeln. Es soll eine möglichst große Störsicherheit erreicht werden.

Durch die Anordnung der Lichtschranken ist vorgegeben, dass sich die Signale der beiden Lichtschranken teilweise überdecken.

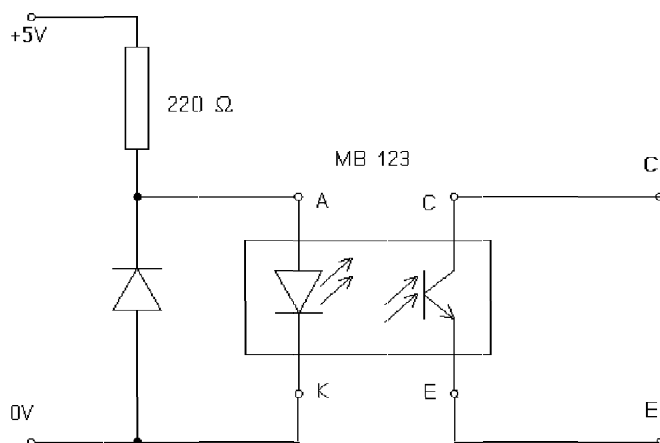


Abb. 2 Wirkschaltbild
einer Lichtschranke

bei $U_{CE} = 5 V$

$I_C < 0,5 \mu A$ (dunkel)

$I_C > 0,5 mA$ (hell)

Achten Sie auf Polarität und Größe der an die Lichtschranken und an die Eingänge des Digitaltrainers gelegten Spannungen! Sorgen Sie durch eine Ausgangsstufe mit niedrigem Innenwiderstand dafür, dass auch bei Belastung mit nachfolgenden Digitalanordnungen TTL-gerechte Signale zur Verfügung stehen. Überprüfen Sie beim Einsatz der Lichtschranken den Spannungshub am Kollektor des Fototransistors und entscheiden Sie danach, ob eine Darlingtonstufe eingesetzt werden muss.

Erläutern Sie die Funktionsweise der Schaltung zur Drehrichtungserkennung, indem Sie die Signale der Lichtschranken während einer Motorumdrehung mit zwei Tasten des Digitaltrainers simulieren und für alle Ausgänge der verwendeten Logikelemente die Zustandsfolge aufzeichnen (für Rechtslauf und für Linkslauf) .

Überprüfen Sie die Schaltung mit realen Signalen.

Zur Aufnahme der Betriebsspannungs–Drehzahl–Kennlinie (für beide Drehrichtungen) wird der Gleichstrommotor aus einem einstellbaren Stromversorgungsgerät gespeist. Der Betrag der Motorbetriebsspannung wird dabei jeweils von maximal 5 V bis zum Stillstand des Motors erniedrigt. Geben Sie die Drehzahl in Umdrehungen pro Minute an.

Die Motorstromversorgung darf nicht mit der Stromversorgung der Lichtschranken und der Auswerteelektronik verbunden werden, um die Einkopplung von Störungen zu vermeiden.