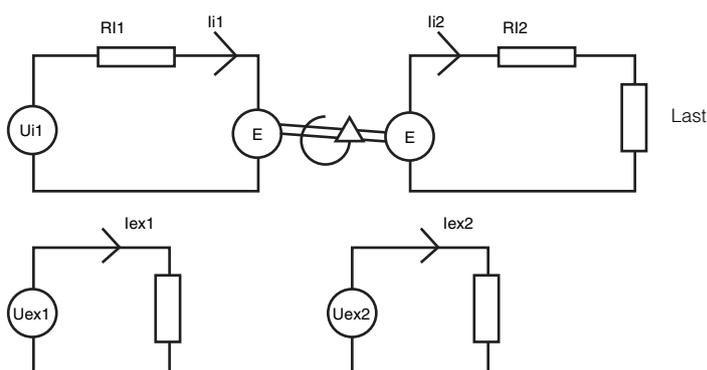


### Bestimmen Sie den **Wirkungsgrad** eines **Elektromotors**

In der Industrie, insbesondere in der Produktion und bei der Instandhaltung, werden häufig Gleichstrommaschinen eingesetzt.

Durch die hier beschriebene Anwendung sollen die technischen Daten zweier Gleichstrommaschinen bestimmt werden. Aus den Herstellerangaben für die zwei Maschinen kann ein theoretischer Wirkungsgrad des Gesamt-Aufbaus und somit eine Bezugsgröße ermittelt werden. Mit den nun zu ermittelnden Messwerten lässt sich dann der tatsächliche Wirkungsgrad des Systems bestimmen.

Die Tests wurden an zwei miteinander verbundenen Gleichstrommaschinen durchgeführt: die erste Maschine dient als Motor und treibt die Welle der zweiten Maschine an, die als Generator betrieben wird.



Schaltplan

**Elektromechanik**

**Instandhaltung**

**Leistung**

## Der Gleichstrommotor

Die beiden Hauptbestandteile von Gleichstrommotoren sind: die Erregerwicklung (Stator) und der Anker (Rotor). Die Erregerwicklung ist der nicht bewegliche Teil des Elektromotors. Sie erzeugt ein magnetisches Feld, das durch die Wechselwirkung mit dem magnetischen Feld des Ankers das elektromagnetische Drehmoment zum Antrieb des Motors hervorruft.

Wir gehen von folgenden theoretischen technischen Daten aus:

Motor	$n = 1\,500\text{ min}^{-1}$	$P = 3\text{ kW}$
	Erreger	Anker
U	200 V	220 V
I	0,7 A	15 A

Generator	$n = 1\,500\text{ min}^{-1}$	$P = 3\text{ kW}$
	Erreger	Anker
U	200 V	220 V
I	0,8 A	14 A

## Praxis...

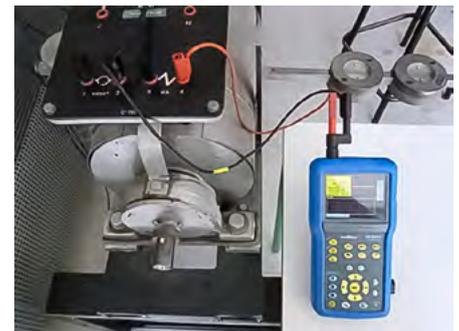
### Schritt 1:

#### Bestimmen Sie den Ankerwiderstand der beiden Maschinen

Da sich der elektrische Widerstand durch Erwärmung ändert, sollte der Motor vor der Messung in Betrieb genommen werden. Eine verlässliche Messung ist nur bei normaler Betriebstemperatur des Motors möglich.

Zunächst wird mit dem Spannungsprüfer C.A 760N die Spannungsfreiheit an den Klemmen des Ankers geprüft. Dann am HandScope® mit der Taste „Multimeter“ nur noch den Modus „Ohmmeter“ auswählen.

Die nun durchgeführte Messung liefert den Wert  $1,5\ \Omega$  für den Anker der Antriebsmaschine und  $1,37\ \Omega$  für den Anker des Generators



Verwendung des Oszilloskops HandScope® zur Messung des elektrischen Widerstands.

### Schritt 2:

#### Stellen Sie die jeweiligen Spannungen an den Erregeranschlüssen ein

Geht die Spannung am Erreger gegen 0 und liegt am Anker eine Spannung an, geht die Drehzahl theoretisch gegen unendlich (der Motor "geht durch"). In der Praxis kann dieses Phänomen zu Schäden am Motor führen.



Kanal 1 des HandScope® ist über den BNC/Bananen-Adapter mit dem Erreger verbunden.

Das HandScope® wird an die beiden Eingänge der Erregerwicklung angeschlossen und da die Massen nicht verbunden sind, können Sie Messungen gleichzeitig durchführen. Dies ist vollkommen sicher, da die Kanäle des HandScope® gegeneinander und gegen Erde völlig isoliert (600 V CAT III) sind. Somit können Sie auch Signale, die ganz unterschiedliche elektrische Bezugspotentiale haben, in völliger Sicherheit messen.

Am HandScope® wird der Schalter zunächst auf die Position „Gleichspannung“ gestellt. Wird die Taste „AutoSet“ betätigt, erfolgt eine erste automatische Einstellung. Bei Bedarf können Sie diese Einstellung manuell verändern.

Wird der flexible Stromwandler MA100 an das HandScope® angeschlossen, lassen sich die Spannung und die Stromstärke gleichzeitig überwachen. Die Messung liefert eine Stromstärke von 0,5 A für den Motor und von 0,8 A für den Generator.

# Prüfung des Wirkungsgrads eines Elektromotors

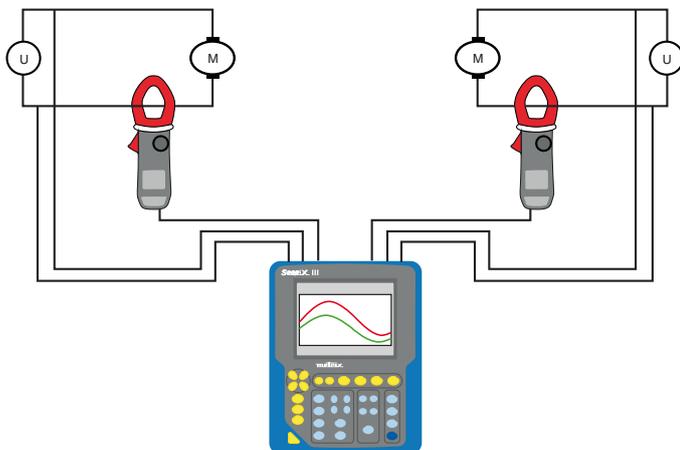
## Schritt 3:

### Messung der Spannungen, Stromstärken an den Ein- und Ausgängen

Während schrittweise die Ankerspannung erhöht wird, wird die Drehzahl des Motors überwacht, damit dessen Nenndrehzahl nicht überschritten wird.

Das Oszilloskop SCOPIX® wird so angeschlossen, dass die Stromstärken und die Spannungen an den Anker der beiden Maschinen überwacht werden können. Da die Massen gegeneinander isoliert sind, ist ein Kurzschluss ausgeschlossen.

Beim SCOPIX® kann im Multimeter-Modus jeder Kanal einzeln eingestellt werden, bis die Anzeige in der gewünschten Form erfolgt.



In diesem Modus kann jeder Kanal einzeln ausgewählt werden und die Umrechnung der Stromstärke in A erfolgt entweder automatisch für die Stromzange PROBIX® HX0034 oder manuell für die anderen Stromzangen und ihre Wandlerverhältnisse, um die Stromstärke direkt ablesen zu können.

Nun wird die Drehzahl des Motors langsam erhöht, wobei sie unter Verwendung des Drehzahlmessers C.A 1725 überwacht wird. Während dieses Experiments erreicht die Motorwelle eine Drehzahl von 1.460 min<sup>-1</sup>, wobei am Anker eine Spannung von 183 V anliegt und ein Strom von 4,91 A fließt.

Die Messung am Ausgang der als Generator geschalteten Gleichstrommaschine ergibt eine Spannung von 216 V und einen Strom von 2,79 A. Für eine Berechnung des Drehmoments und der Leistung stehen uns damit alle benötigten Werte zur Verfügung.

#### Für den Motor ermittelte elektrische Werte

- Anker:  $U_{i1} = 183 \text{ V}$  und  $I_{i1} = 4,91 \text{ A}$
- Erreger:  $U_{ex1} = 100 \text{ V}$  und  $I_{ex1} = 0,5 \text{ A}$
- $n = 1\,460 \text{ min}^{-1}$
- $R_{i1} = 1,5 \, \Omega$

#### Für den Generator ermittelte elektrische Werte

- Anker:  $U_{i2} = 216 \text{ V}$  und  $I_{i2} = 2,79 \text{ A}$
- Erreger:  $U_{ex2} = 100 \text{ V}$  und  $I_{ex2} = 0,8 \text{ A}$
- $n = 1\,460 \text{ min}^{-1}$
- $R_{i2} = 1,37 \, \Omega$

### Zusammenfassung:

Der Wirkungsgrad entspricht dem Verhältnis zwischen Nutzleistung und der dem System zugeführten Leistung. In der Praxis treten Verluste durch den elektrischen Widerstand, durch „Eisenverluste“ im Anker (Magnetisierungsverluste in den sich drehenden ferromagnetischen Bauteilen von Maschinen) und mechanische Verluste aufgrund von Reibung auf. Diese Verluste führen notwendigerweise zu einer Verringerung des Wirkungsgrads.

Ohne zu tief in mathematische Details einzusteigen, verwenden wir als Ausgangspunkt für die Berechnungen die Formel  $W = (P_u/P_a)$ . Aus dieser erhält man einen Wirkungsgrad  $W = 0,5859$ .

Der Wirkungsgrad wird durch einen Wert zwischen 0 und 1 angegeben. Je näher der Wert an 1 liegt, desto besser der Wirkungsgrad. Im vorliegenden Fall beträgt der Wirkungsgrad 0,5859 oder als Prozentsatz ausgedrückt 59 %. Dieser Wert zeigt, dass der Wirkungsgrad des getesteten Systems unbefriedigend ist.

## Die verwendeten Messgeräte

- Oszilloskop SCOPIX III OX 7104 und/oder HandScope OX 5042
- PROBIX HX0031: Adapter PROBIX für BNC-Kabel
- PROBIX HX0033: Adapter PROBIX für Bananen-Kabel
- Probix HX0034: Stromzange AC/DC 0,02 A bis 60 Arms / 1 MHz
- Flexibler Stromwandler MA100
- Zangenstromwandler CM605
- Drehzahlmesser C.A 1725
- Spannungsprüfer C.A 760N

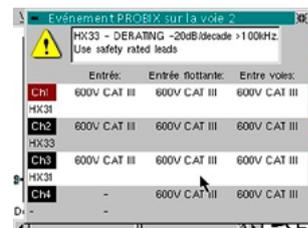


Das SCOPIX® III OX 7104 ist ein Oszilloskop mit 4 isolierten Kanälen und einer Bandbreite von 100 MHz.

Das HandScope® verfügt über 2 isolierte Kanäle und eine Bandbreite von 40 MHz.

Das von Chauvin Arnoux / Metrix® patentierte System PROBIX® ermöglicht eine sofortige Erkennung der Messsonden, die an die isolierten Kanäle von SCOPIX® angeschlossen werden.

Außerdem werden die angeschlossenen Messsonden über PROBIX® mit Strom versorgt, so dass sich zusätzliche Stromversorgungen erübrigen.



Zu den Praxisbeispielen finden Sie weitere Erläuterungen  
**unter der Rubrik FAQ** auf unserer **SCOPIX-Webseite**  
[www.chauvin-arnoux.com/scopix](http://www.chauvin-arnoux.com/scopix).

Unser Support-Dienst steht bereit, um Ihnen unter der E-Mail-Adresse  
**support@chauvin-arnoux.com**  
alle Fragen zu den Produkten und deren Anwendungen zu beantworten.