

MESS- UND REGELUNGS- TECHNIK

Trainingssysteme für die Ausbildung von
Facharbeitern und Ingenieuren



INHALT

Mehr als ein Labor

Komplettlösung Mess- und Regelungstechniklabor	4
--	---

KI und IoT

Künstliche Intelligenz (KI).....	8
IoT Klimaüberwachung.....	10

Grundlagen der Regelungstechnik

Angewandte Regelungstechnik	
Regelung von Temperatur – Drehzahl – Licht – Füllstand – Position	14
Servotechnik.....	16

Regelungstechnik für Fortgeschrittene

Ein Regler für alle Strecken	20
Der digitale Universalregler	22
Messen in Echtzeit – Komfortable Auswertung am PC	
Der digitale Universalregler	24
Modellgestützter Reglerentwurf mit Matlab®/Simulink®	26
Regelung eines 4Q-Antriebssystems	28
Regelung einer Luft-Temperaturregelstrecke	30
Regelung eines gekoppelten Zwei-Tank-Systems	32
Regelung einer Positions- und Winkelregelstrecke	34
Füllstandsregelung – Durchflussregelung	36
Druck, Temperatur, Füllstand und Durchfluss professionell regeln	38

Messtechnik

Multimedial und praxisgerecht in die Messtechnik einsteigen	42
Messen nicht elektrischer Größen	44
Messen elektrischer Größen	46



QUALIFIKATION DURCH QUALITÄT

Trainingssysteme für die Mess- und Regelungstechnik

Technischer Fortschritt ...

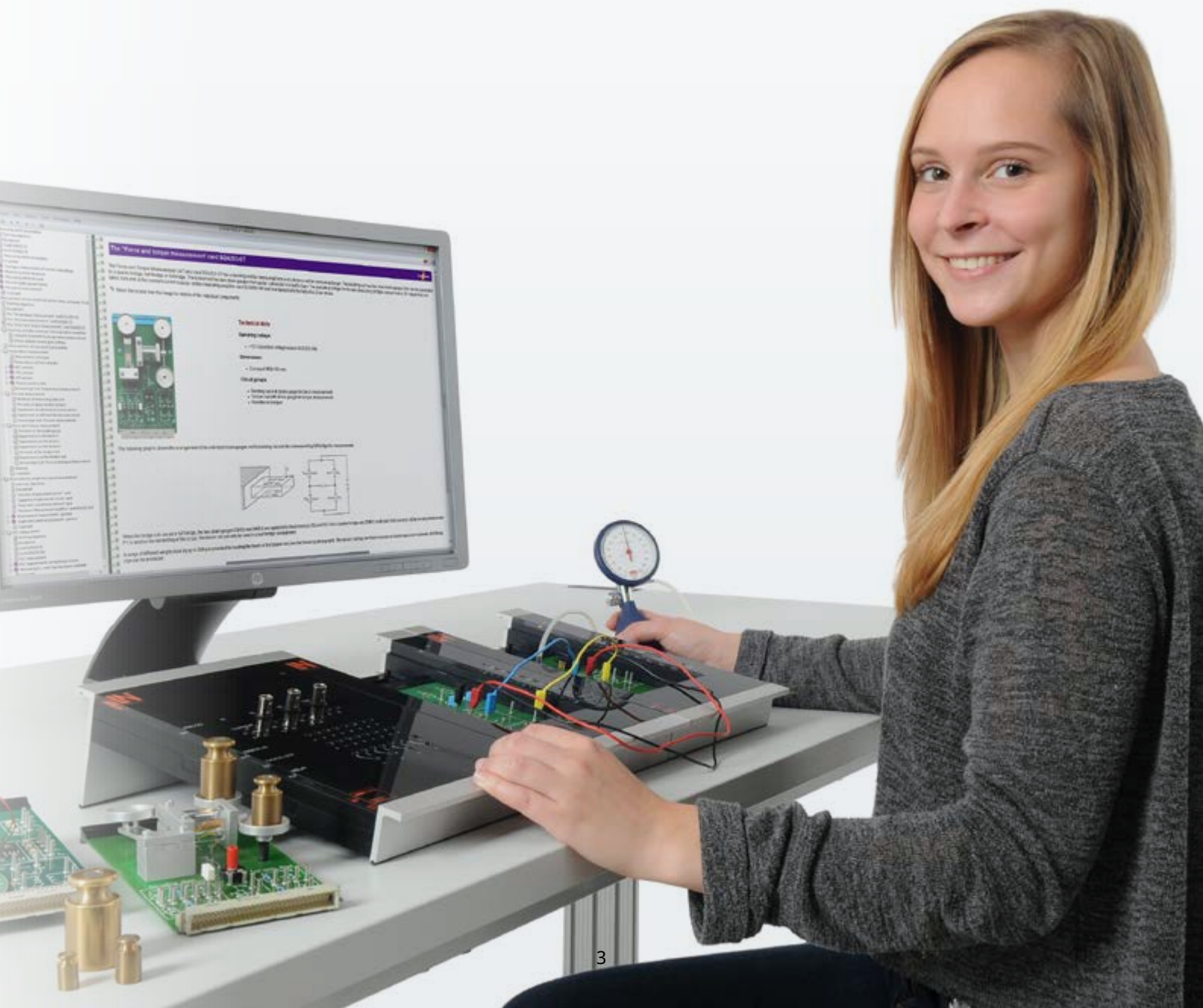
In der Industrie 4.0 verzahnt sich die Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik. Das ermöglicht maßgeschneiderte Produkte nach individuellen Kundenwünschen – kostengünstig und in hoher Qualität. Die Basis liegt in der Erfassung der Prozesszustände und der Regelung der Prozessgrößen. Dies geschieht durch die verschiedensten Sensoren, die nach unterschiedlichen physikalischen Prinzipien arbeiten. Kenntnisse der Sensorik sind damit für jeden, der mit der Automatisierungs- bzw. Regelungstechnik in Berührung kommt, also auch für den Mechatroniker, unverzichtbar.

... hat großen Einfluss auf die Ausbildung

Geänderte Anforderungen erfordern neue, moderne, praxisorientierte Lehrsysteme. Diese vermitteln dem Lernenden den aktuellen Stand der Technik und die notwendige Handlungskompetenz.



Auf www.lucas-nuelle.de können Sie sich von Videos zu Trainingssystemen inspirieren lassen.



MEHR ALS EIN LABOR

Komplexe Lerninhalte mit modernen Lernmedien
lebendig präsentieren

Mess- und Regelungstechnik in verfahrenstechnischen
Produktionsanlagen untersuchen

Verschiedene regelungstechnische Applikationen
machen fit für die berufliche Praxis





Immer alles im Blick

Mit dem Classroom Manager verwalten Sie Ihre Lernenden, passen Lernmedien an und kontrollieren jederzeit den aktuellen Lernstand

Komplettlösung für die Mess- und Regelungstechnik

Industrietytische Modelle, Regler, SPS, Antriebe und Sensoren

Multimediale Wissensvermittlung mit UniTrain

E-Learning und Experimente für eine nachhaltige Wissensvermittlung

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (KI) UND INTERNET DER DINGE (IOT)





Im Zuge der zunehmenden Vernetzung intelligenter Sensoren und Aktoren gewinnt die künstliche Intelligenz sowohl in der Industrie als auch im privaten Alltag fortwährend an Bedeutung. Selbstlernende Maschinen und Algorithmen machen die Verarbeitung großer Datenmengen schneller und effizienter. Mit unseren Trainingssystemen wenden Sie die wichtigsten Prinzipien dieser Technologien in praktischen Projekten an. Dabei lernen Sie alle Vorteile und Besonderheiten dieser Technologien kennen und erwerben die Kompetenz, diese für sich nutzbar zu machen.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (KI)



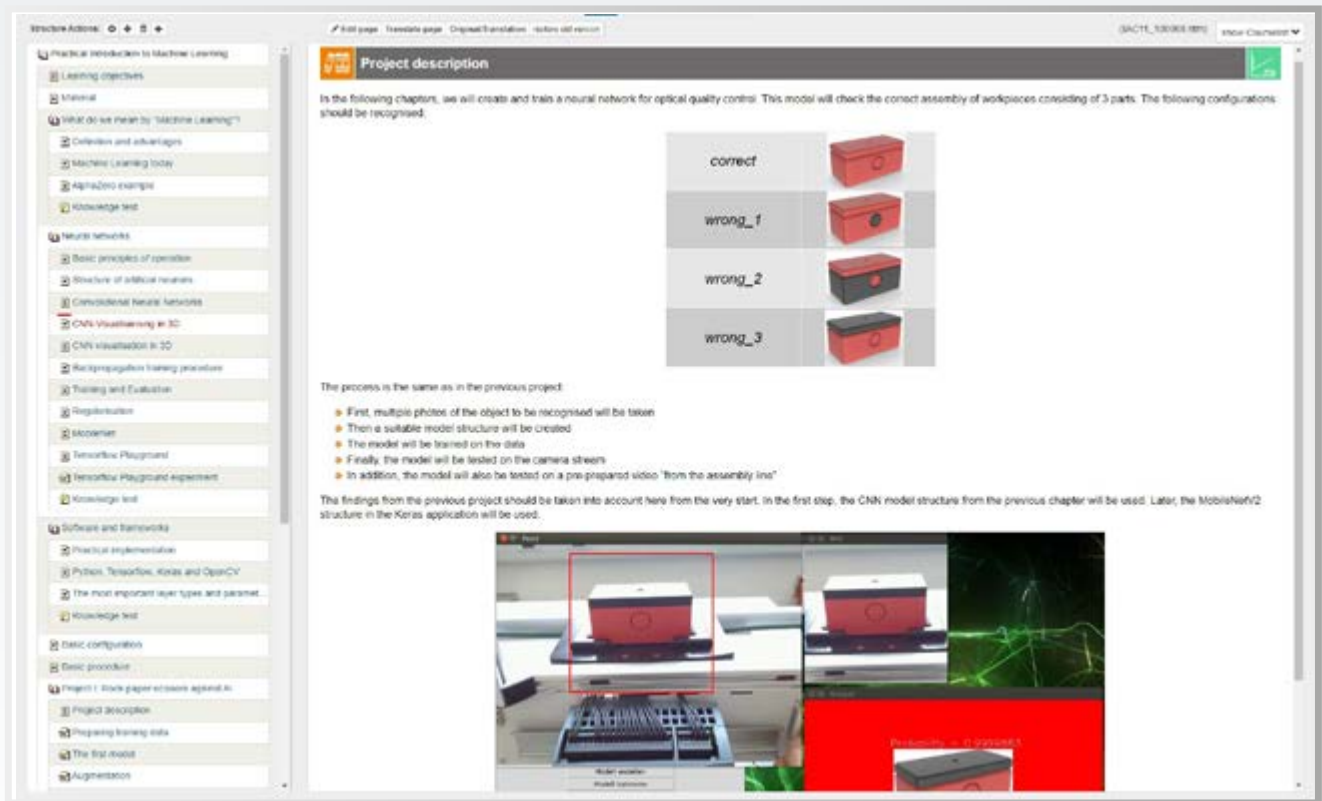
Das Trainingssystem

Mit dem Trainingssystem zur praktischen Einführung ins Machine Learning vermitteln Sie das Funktionsprinzip des maschinellen Lernens sehr einfach und anschaulich. Anhand von praxisnahen Beispielen wird der komplette Workflow zur Umsetzung einer solchen Applikation durchgeführt, von der Beschaffung von Datensätzen bis hin zur Anwendung der fertigen Algorithmen. Dabei bekommen die Lernenden ein Gefühl für die Vorteile und Möglichkeiten des maschinellen Lernens und erwerben die Kompetenz, es zielführend einzusetzen.

Vorteile

- Keine Programmierkenntnisse nötig
- Kombinierbar mit anderen Trainingssystemen
- Optimierte Hardware- und Software Komponenten für Machine-Learning-Applikationen
- Vorkonfigurierter Ein-Platinen-Rechner als „Embedded Device“
- Schnittstellen: USB, HDMI, Ethernet, CAN
- High Quality Kamera mit Stativ
- Python: Beliebte Programmiersprache mit mächtiger Standardbibliothek
- TensorFlow: Populäres Open-Source-Framework für maschinelles Lernen
- OpenCV: Freie Programmbibliothek für die Bildverarbeitung und Computer Vision

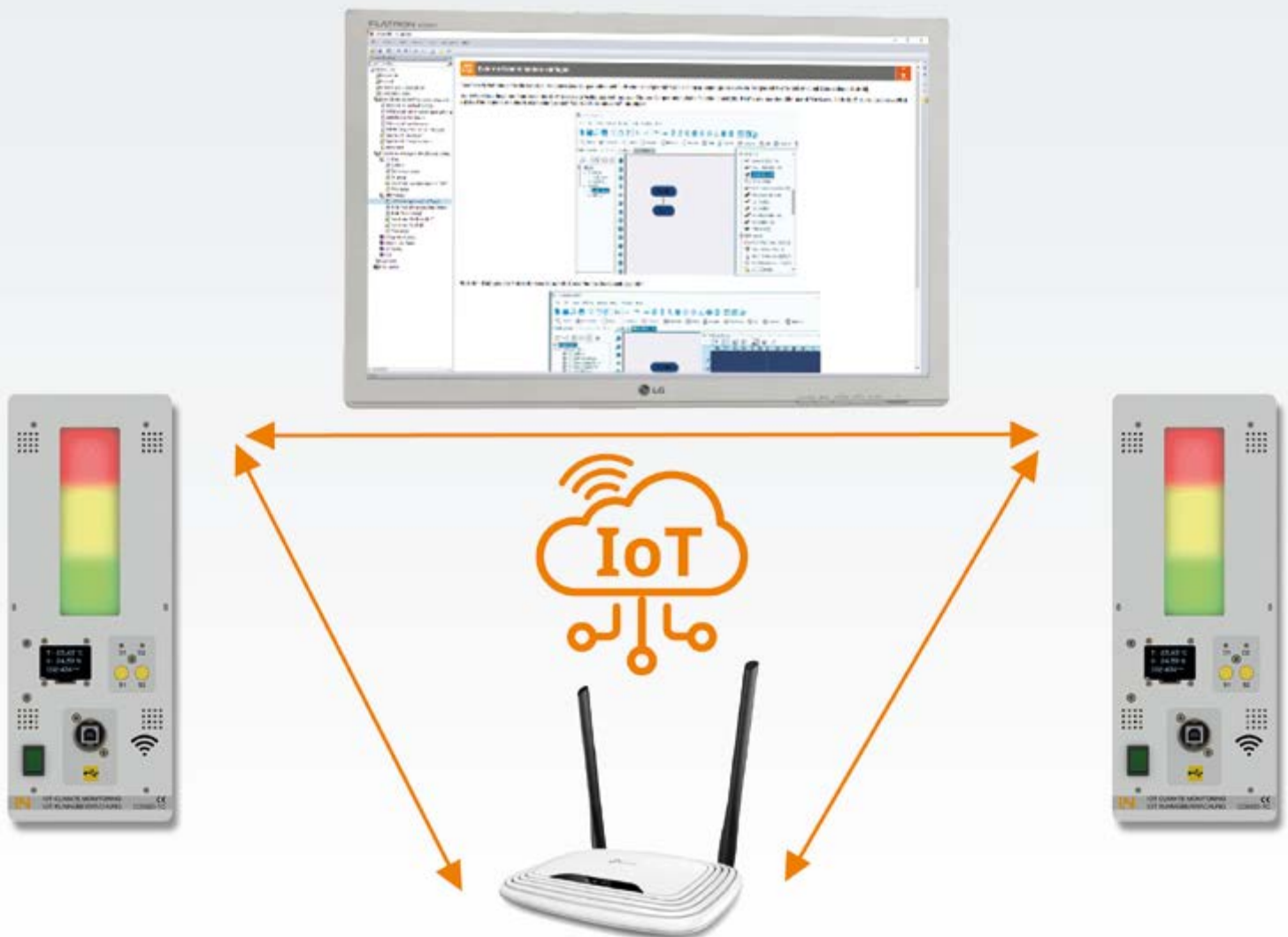
Art.-Nr. CO3620-3A



Lerninhalte

- Anwendung und Optimierung von selbstlernenden Algorithmen (künstliche neuronale Netze) bis hin zur Erstellung eigener Algorithmen
- Komplette Umsetzung von Machine-Learning-Applikationen anhand von anschaulichen Projekten
- Spielerischer Einstieg mit „Schere-Stein-Papier gegen KI“
- Optische Qualitätsprüfung
- Erkennung von Verkehrsschildern
- Erzeugung/Beschaffung von Datensätzen
- Modellauswahl und Konfiguration
- Anlernen/Training
- Anwendung/Inferenz in Echtzeit

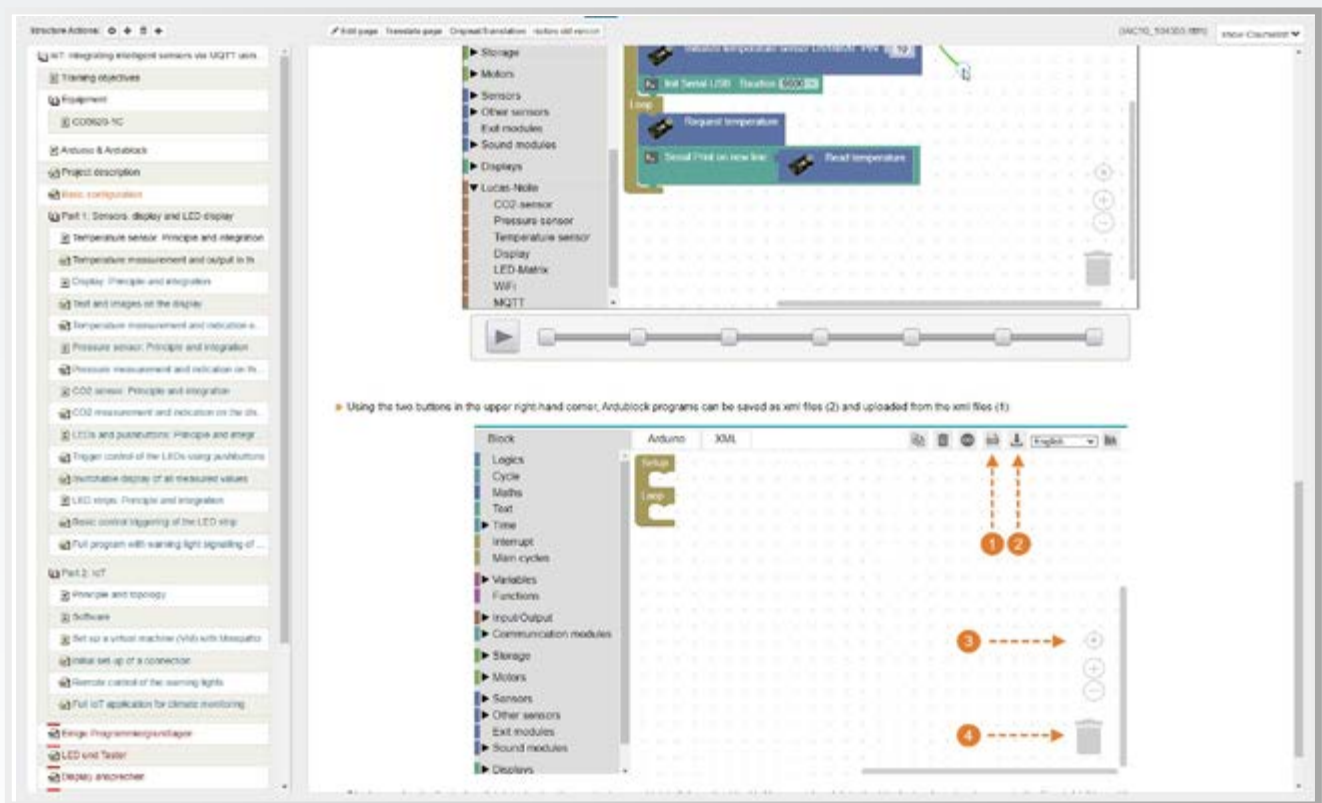
IOT KLIMAÜBERWACHUNG



Das Trainingssystem

Mit dem Trainingssystem „IoT Klimaüberwachung“ entwickeln Lernende internetfähige Messstationen selbstständig im Unterricht, mit denen die Raumluftqualität erfasst und bewertet wird. Mit den eingebauten Sensoren können sie den CO₂-Gehalt, die Temperatur und die Feuchtigkeit der Raumluft erfassen. Außerdem lernen sie, wie man einen Controller mit der grafischen Programmiersprache ArduBlock programmiert und die gemessenen Daten verarbeitet. Angeleitet durch ein E-Learning steuern die Anwender einen LED-Streifen auf Basis der Messdaten so an, dass dieser, ähnlich einer Ampel, eine eindeutige farbliche Qualitätsbewertung der Raumluft anzeigt.

Daneben steht ein OLED-Display für die Anzeige der Messdaten zur Verfügung. Das eingebaute WLAN-Modul ermöglicht eine drahtlose Kommunikation zwischen mehreren Klimaüberwachungsgeräten. So können Sie die Messwerte unterschiedlicher Messstellen zur Bewertung der Raumluft heranziehen. Im Multimedia-Kurs wird daraus schließlich Schritt für Schritt eine IoT-Applikation realisiert, sodass Sie von jedem internetfähigen Gerät aus auf die Messdaten zugreifen können.



Vorteile

- Eingebautes WLAN-Modul für drahtlose Kommunikation
- IoT-Kompatibilität mit vorkonfigurierten Projekten
- Sofort als CO₂-Ampel einsetzbar
- Keine Programmierkenntnisse nötig
- Präzise und zuverlässige CO₂-Messung mit NDIR-Technik
- Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor mit hoher Genauigkeit und geringer Reaktionszeit
- RGB-LED-Streifen als CO₂-Ampel mit 3x18 einzeln adressierbaren LEDs
- Kontrastreiches OLED-Display für die Anzeige von mehreren Messwerten gleichzeitig

Lerninhalte

- CO₂-, Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Luftdruck-Messung
- Drahtlose Kommunikation
- Einbindung von Sensoren als IoT-Geräte
- MQTT und Node-RED
- Grafische Programmierung mit Ardublock
- Optional auch klassische Programmierung über die Arduino Entwicklungsumgebung
- Ansteuerung einer RGB-LED-Matrix
- Ansteuerung eines OLED-Displays

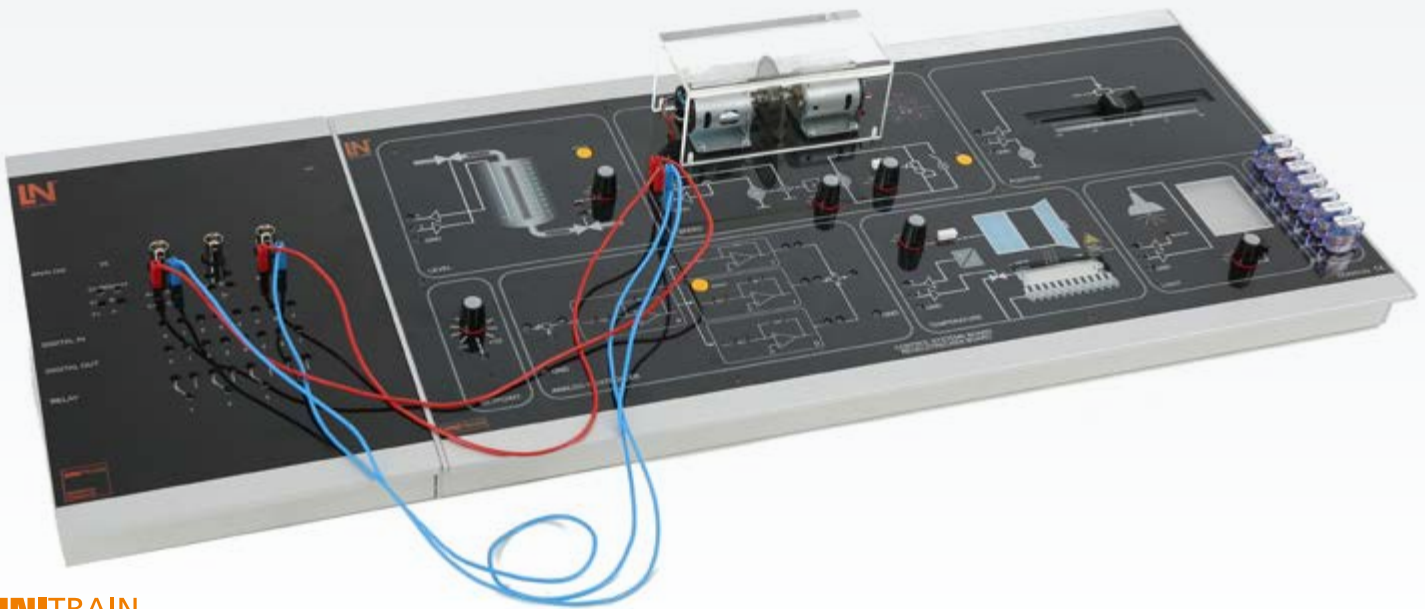
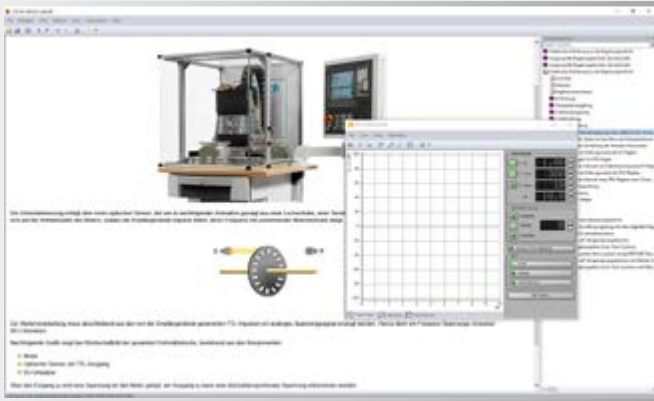
GRUNDLAGEN DER REGELUNGSTECHNIK





Praxisorientierte Ausbildung von Anfang an:
Unsere Trainingssysteme für die Regelungstechnik sind so konzipiert, dass eine schnelle und unkomplizierte Anwendung der Theorie an realen dynamischen Systemen ermöglicht wird. So macht das Lernen wichtiger Grundlagen Freude und das Verständnis wird erheblich erleichtert.

REGELUNG VON TEMPERATUR – DREHZAHL – LICHT – FÜLLSTAND – POSITION



UNITRAIN
SYSTEM

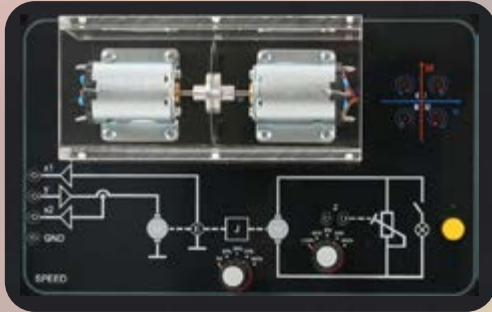
Im Zeitalter der Automatisierung ist die Regelungstechnik von hoher Bedeutung für technische Systeme. Ein grundlegendes Verständnis für das Verhalten von Reglertypen und Strecken im Zeit- und Frequenzbereich ist für die richtige Wahl des Reglers und die sichere Funktion des Regelkreises entscheidend.

Lerninhalte

- Wirkprinzipien der Steuerung und der Regelung
- Aufbau und Funktionsweise stetiger und unstetiger Regler
- Praxisnahe Untersuchung von Regelkreisen mit stetigen Reglern im Zeit- und Frequenzbereich
- Optimierung einer Raumtemperaturregelung
- Aufbau und Optimierung eines elektrischen Antriebs in 4 Quadranten
- Untersuchung einer Lichtregelstrecke zur Raumbeleuchtung
- Aufbau einer Niveauregulierung eines Tanksystems
- Praxisnahe Untersuchung einer Lageregelung eines Positioniersystems
- Analoges Regler mit variablen Parametern für anschaulichen Aufbau von geschlossenen Regelkreisen

Art.-Nr. CO4204-8K

REGELUNGSTECHNIK KOMPAKT – 5 VERSCHIEDENE REGELSTRECKEN AUF EINEM BOARD



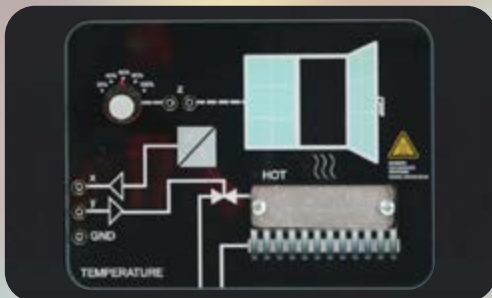
Drehzahlregelstrecke

- Gekoppeltes Antriebssystem mit zwei Gleichstrommotoren
- Betrieb in 4 Quadranten
- Drehzahlmessung über Inkrementalgeber
- Einstellbare Belastung und Schwungmassenemulation
- Stromerfassung für unterlagerte Stromregelung



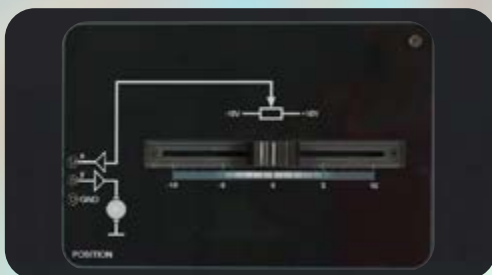
Füllstandsstrecke

- Digitale Nachbildung einer Füllstandsstrecke
- Einstellbarer Zulauf
- Ablauf als Störgröße einstellbar
- Visualisierung des Füllstands sowie des Zu- und Ablaufs über LED-Anzeige



Temperaturstrecke

- Schnelle Temperaturstrecke mit eingebautem Leistungsverstärker
- Eingebauter Temperatursensor
- Vorgabe von Störgrößen



Positionierstrecke

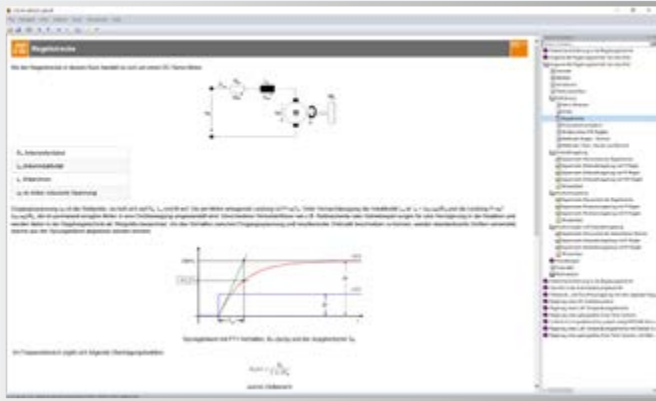
- Antrieb mit Spindel
- Positionsrückführung über Potentiometer
- Automatische Abschaltung in den Endlagen



Lichtstrecke

- Kein Einfluss vom Umgebungslicht auf die Strecke
- Eingebaute LED-Lichtquelle und Sensor
- Vorgabe von Störlicht zur Untersuchung der Regelung

SERVOTECHNIK – WINKEL UND DREHZAHLN EXAKT REGELN



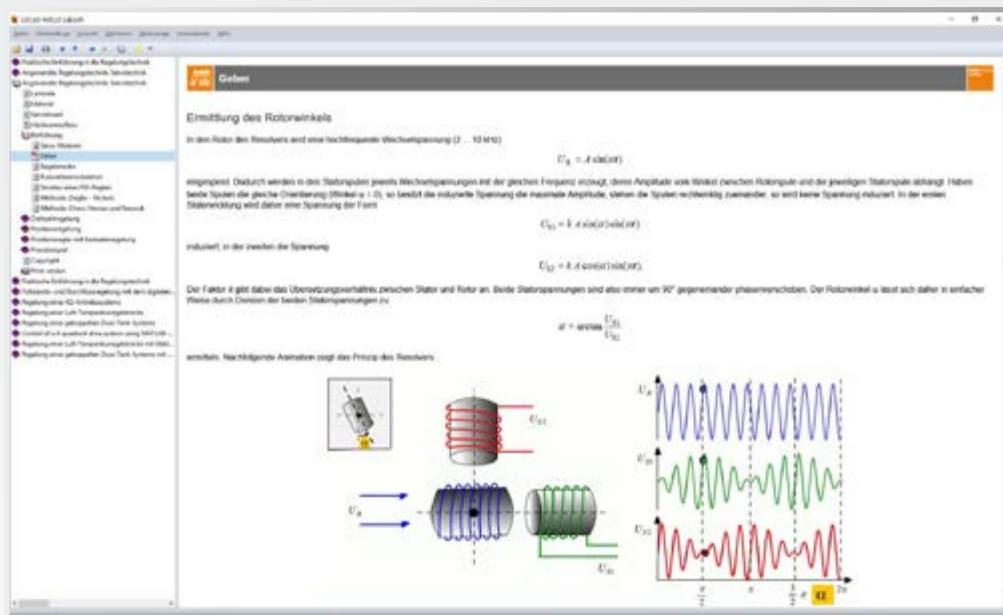
UNITRAIN
SYSTEM

Mit dem DC-Servo-Lehrsystem können sowohl Winkel als auch Drehzahlen exakt geregelt werden. Über Inkrementalgeber werden Position und Geschwindigkeit des DC-Servos präzise erfasst und als Datensatz zur weiteren Verarbeitung an den PC weitergeleitet. So lassen sich Sprungantworten aufnehmen und Zeitkonstanten ermitteln. Durch praktische Übungen wird das nötige Wissen vermittelt: P-, I-, PID- und Kaskadenregler richtig zu parametrieren, einzusetzen und die unterschiedlichen Auswirkungen auf das System zu begreifen. In einer Projektarbeit wird eine zeitabhängige Positionierabfolge eines Drehtellers verwirklicht.

Lerninhalte

- Analyse der steuerungs- und regelungstechnischen Zusammenhänge eines DC-Servomotors
- Winkel- und Drehzahlregelung
- Erfassung der Position und Geschwindigkeit des DC Servos mittels Inkrementalgeber
- Bestimmung der Steuerkennlinie, Totzeit, Einschwingverhalten, Regelabweichung und Regelschwingung
- Aufnahme der Sprungantwort
- Ermittlung der Zeitkonstanten
- Betrieb mit verschiedenen Reglertypen
- Untersuchung des Servoantriebs auf Laständerungen

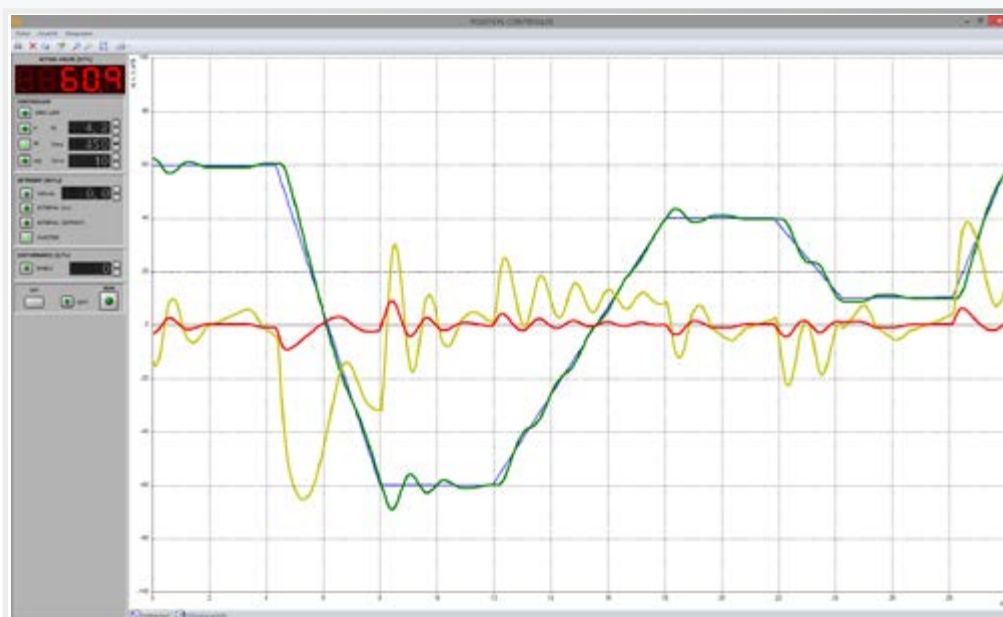
INTERAKTIVE LERNUMGEBUNG



Wie funktioniert eine Servo-Regelung?

In der Praxis ist es oft wichtig, mit einem Motor bestimmte Positionen anzufahren, z.B. bei einer Roboterkinematik, oder bestimmte Geschwindigkeiten einzuhalten. In den meisten Fällen werden dazu digitale Regler verwendet.

Der ILA-Kurs zeigt in einzelnen Schritten die Berechnung und Optimierung der Regler.



Positions- Drehzahl-, Kaskadenregler

Der ILA-Kurs stellt drei verschiedene Instrumente für Positions- und Drehzahlregelung zur Verfügung. Lernen Sie die Einflüsse der verschiedenen Reglerparameter auf den Antrieb kennen. Optimieren Sie den Regler und analysieren mit Hilfe der Werkzeuge den Verlauf von Drehzahl, Position und Regelabweichung. Finden Sie Maßnahmen zur Optimierung der Regler bei verschiedenen Belastungszuständen.

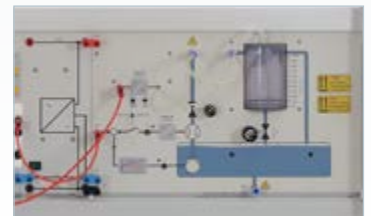
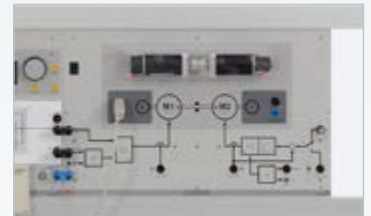
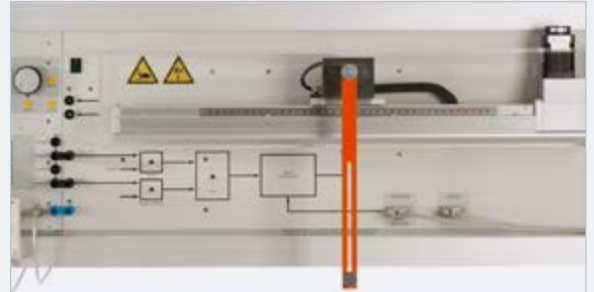
REGELUNGSTECHNIK FÜR FORTGESCHRITTENE



A low-angle photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant. The image features several large, dark-colored pipes with prominent expansion joints, curving and connecting different parts of the structure. In the background, a tall, yellow-painted industrial tower or distillation column is visible, surrounded by scaffolding and smaller pipes. The sky is a clear, bright blue with a few wispy clouds. The overall scene conveys a sense of large-scale industrial engineering and process control.

Der zunehmende Automatisierungsgrad der Prozesse in allen Bereichen der Industrie macht unterschiedliche Regelstrategien und -algorithmen erforderlich. Mit unseren Plattensystemen für die Regelungstechnik kann ein breites Spektrum an Lerninhalten sehr anschaulich vermittelt werden, von den Grundlagen der Regelungstechnik bis hin zur modellbasierten Mehrgrößenregelung. Zahlreiche Regelstrecken und spezialisierte Software-Werkzeuge ermöglichen effektives Arbeiten und schnelle Lernerfolge.

EIN REGLER FÜR ALLE STRECKEN



Um einen schnellen Lernerfolg zu ermöglichen wurde der digitale Universalregler speziell auf die Anforderungen in der Aus- und Weiterbildung angepasst. Der Regler lässt sich einfach mit verschiedenen Strecken kombinieren.

Vorteile

- Kompaktes, einfach zu bedienendes und eigensicheres System
- Kombinierbar mit allen Regelstrecken
- Messung und Darstellung der Regelgrößen
- Ausgabe von Führungs- und Störgrößen
- Ermöglicht die Erstellung komplexer Regelalgorithmen mit Hilfe von Matlab®/Simulink® und Ausführung dieser in Echtzeit

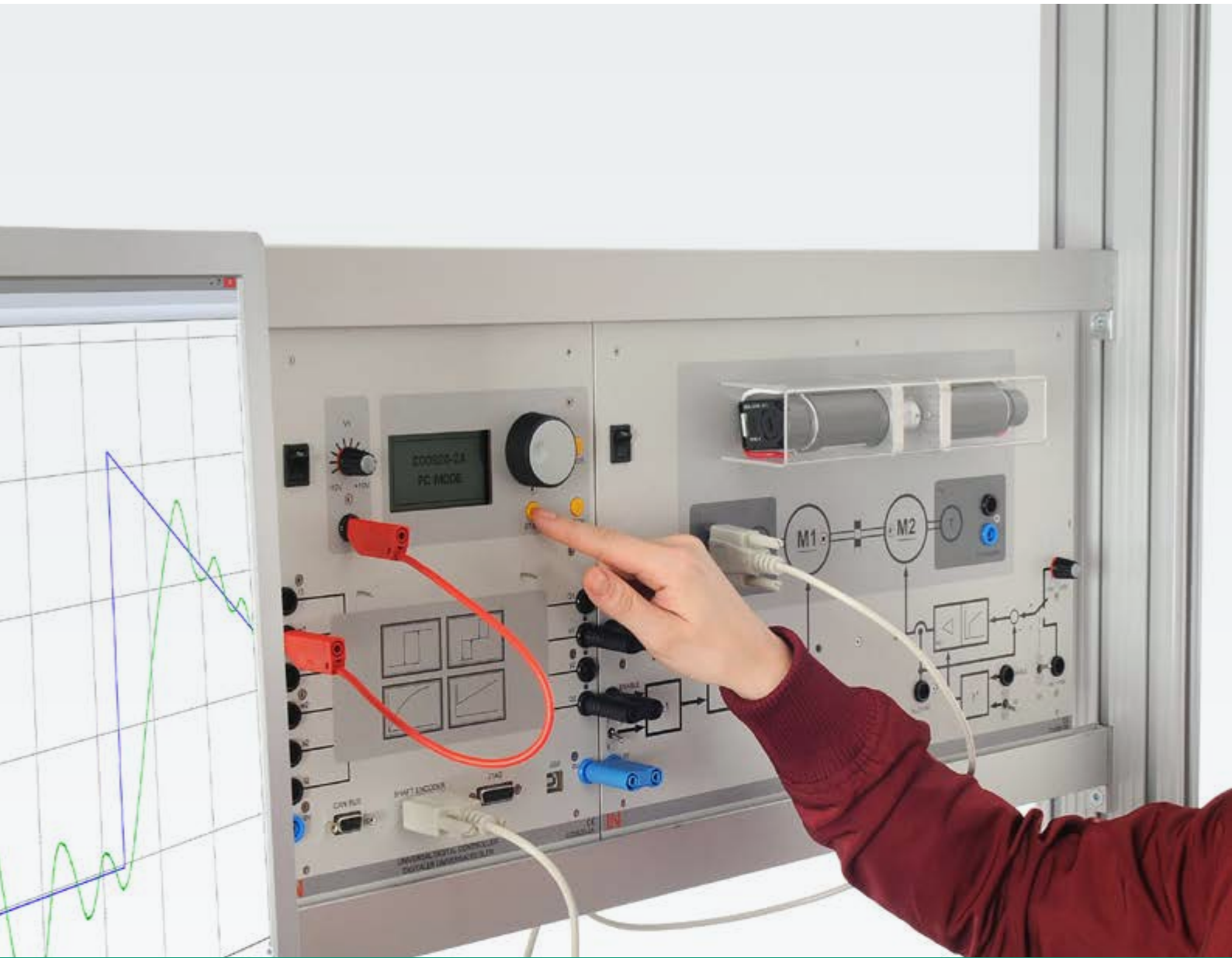
DER DIGITALE UNIVERSALREGLER



Lerninhalte

- Vereint alle Reglertypen
- Zweipunkt, Dreipunkt, P, I, D, PID – in einem Gerät
- Zwei unabhängige Regler, einzeln oder kaskadiert einsetzbar
- Grafikfähiges, hintergrundbeleuchtetes Display
- PC-Anbindung über USB-Schnittstelle
- Schnittstelle zur Anbindung an Matlab (JTAG)
- Hochwertiger digitaler Signalprozessor (DSP) für kurze Reglerzykluszeiten von 125 μ s
- 4 analoge Eingänge mit ± 10 V Messbereich
- 2 analoge Ausgänge bis maximal ± 10 V
- 2 digitale Eingänge und 2 digitale Ausgänge
- Eingang für Inkrementalgeber
- CAN Bus Schnittstelle zur Erweiterung des Reglers
- Potentiometer zum Einstellen der Referenzspannung

MESSEN IN ECHTZEIT – KOMFORTABLE AUSWERTUNG AM PC



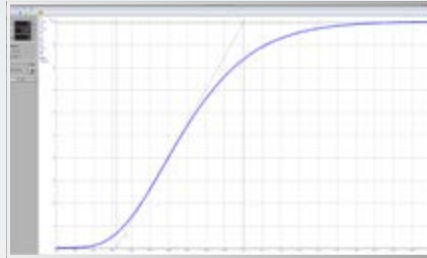
Virtuelle Instrumente

Mit Hilfe der virtuellen Instrumente lässt sich der digitale Universalregler über den PC bedienen und Messdaten darstellen. Virtuelle Instrumente sind speziell für einzelne Aufgaben entwickelt worden. Die reduzierte Oberfläche erleichtert die Bedienung, sodass sich der Anwender stets auf das Wesentliche konzentrieren kann.

Vorteile

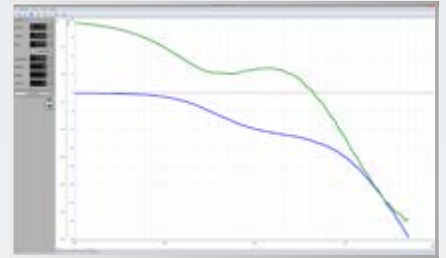
- Einfache Analyse von Regelkreisen mit verschiedenen Reglertypen
- Auswahl und Parametrierung der Reglerstruktur (Zweipunkt-, Dreipunkt-, PID-, Kaskaden-Regler)
- Parametrierung der Reglerwerte während des Betriebs
- Direkte Darstellung der Reglersignale
- Komfortable Vorgabe von Führungsgrößen- und Störgrößenfunktionen

DER DIGITALE UNIVERSALREGLER



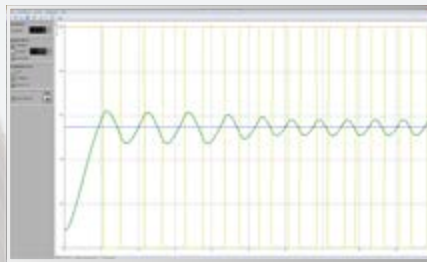
Sprungantwortplotter

- Einfache Parametrierung der Sprungausgabe
- Auswahl verschiedener Regelgrößeneingänge Analog, PWM, Frequenz, Encoder-Eingang
- Automatische Skalierung der Aufzeichnungszeit



Bodeplotter

- Einstellbare Start- und Endfrequenz
- Logarithmische oder lineare Einteilung des Messbereiches
- Darstellung des Frequenzgangs oder der Ortskurve



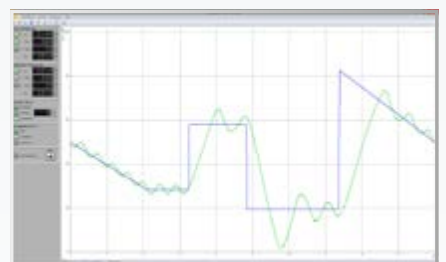
Zweipunkt-, Dreipunkt-Regler

- Betrieb als schaltender Regler
- Vorgabe der Hysterese
- Vorgabe von Führungs- und Störgrößen



PID-, Kaskaden-Regler

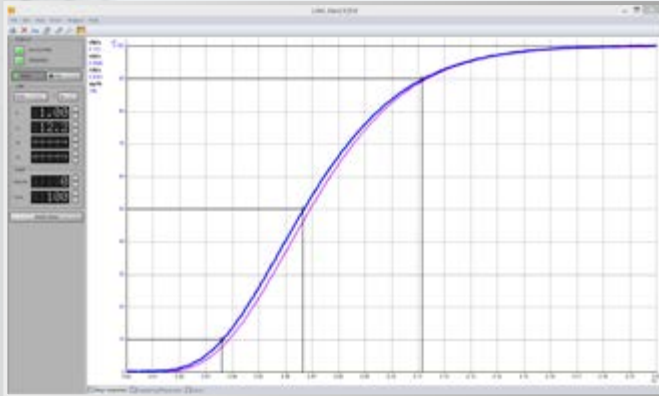
- Betrieb als kontinuierlicher Regler
- Frei wählbare Regleranteile
- Wählbare Reglerzykluszeiten



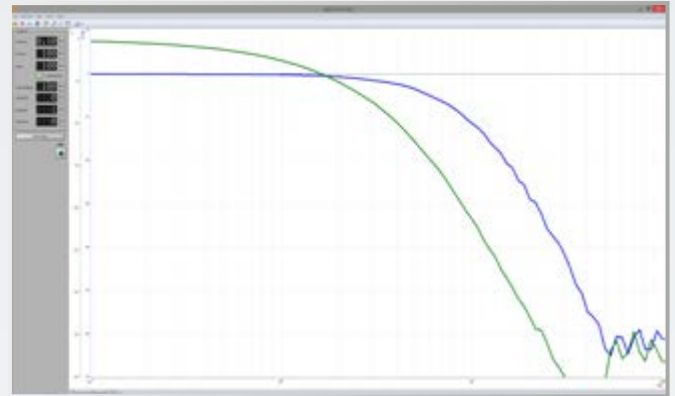
MESSEN IN ECHTZEIT – KOMFORTABLE AUSWERTUNG AM PC



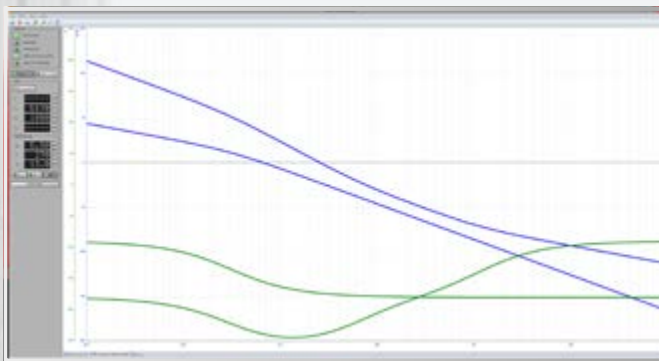
DER DIGITALE UNIVERSALREGLER



Streckenantworten aus dem Sprungantwortplotter lassen sich im Streckenanalysator auswerten. Hier stehen spezielle Werkzeuge für die Bestimmung der Streckenparameter nach dem Wendetangentenverfahren zur Verfügung.



Aus den mathematischen Kennwerten der Sprungantwort bestimmt der Streckenanalysator die Amplituden- und Phasengänge. Diese können dann mit den realen Verläufen aus dem Bodeplotter verglichen werden.



Im Streckenanalysator lassen sich Amplituden- und Phasenverlauf des offenen Regelkreises, inklusive Regler, darstellen. Die Regleranteile des PID-Reglers lassen sich separat voneinander einstellen. Die Auswirkungen werden direkt sichtbar. So lässt sich die Regelung bspw. nach dem symmetrischen Optimum oder der Betragsanpassung einstellen.



Alle gewonnenen Daten lassen sich im Streckenanalysator mit Hilfe der Ortskurve darstellen. So lässt sich in einfacher Weise die Güte der Regelung bewerten.

Vorteile

- Auswertung der Regelstrecken im Zeit- und Frequenzbereich
- Analyse der Streckenparameter
- Gegenüberstellung der realen Streckencharakteristika mit denen des mathematischen Streckenmodells
- Umwandlung der Streckenantwort vom Zeit- in den Frequenzbereich
- Optimierung der Reglereinstellungen mit Hilfe des offenen Regelkreises
- Darstellung mit Frequenz- und Amplitudengang oder als Ortskurve

MODELLGESTÜTZTER REGLERENTWURF MIT MATLAB®/SIMULINK®



Erweitern Sie den digitalen Universalregler zu einem programmierbaren Rapid-Prototyp-System

In fast allen Geräten und Anlagen werden Größen geregelt. Durch die fortschreitende Technisierung der Systeme wird die Regelung immer komplexer und aufwändiger zu programmieren. Die Umsetzung ist daher oftmals von sehr langen Entwicklungszeiten geprägt. Mit Hilfe einer speziellen Toolbox lassen sich unter Matlab®/Simulink® komplexe Reglerstrukturen vorab simulieren und anschließend an einer realen Regelstrecke durch einen automatisch generierten Code testen.

Vorteile

- Gefahrloses Arbeiten durch eigensichere Hardware
- Schnelle, modellgestützte und parametrierbare Softwaregenerierung für die Regelung
- Verfolgung neuer Forschungsansätze, z. B. Zustandsraumregelung, Condition-Monitoring für Fehler
- Eine Reglerzykluszeit von 125 μ s ermöglicht selbst die Erstellung komplexer Algorithmen
- Optimierung der Regler oder der Reglerstruktur

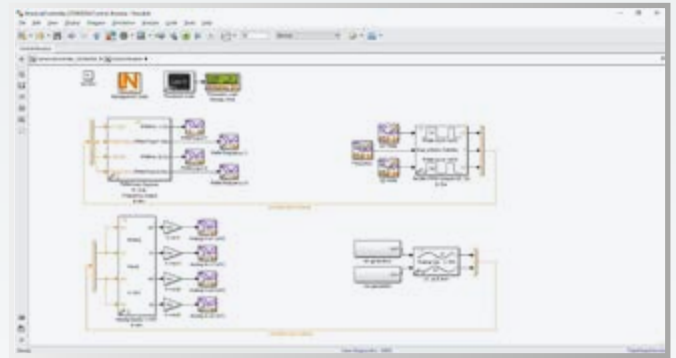
MIT DER MATLAB®-TOOLBOX SCHNELLER ZUM ZIEL

Eine auf die Hardware angepasste Toolbox ermöglicht die schnelle Umsetzung eigener Applikationen. In der Toolbox findet der Anwender alle notwendigen Bausteine zur Ansteuerung hardwarenaher Funktionen sowie Blöcke für schnelle Transformationen und Regler. Neben dem Matlab®/Simulink® Umfang kann das System beliebig um eigene Bibliothekselemente erweitert werden.



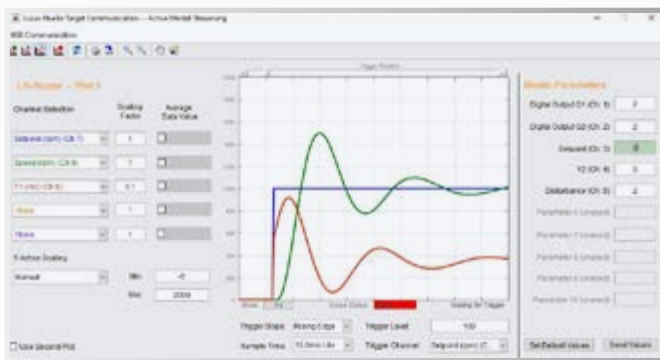
LN Matlab®-Toolbox

Die Toolbox stellt alle notwendigen Blöcke zum einfachen ansprechen der Reglerhardware zur Verfügung. Darüber hinaus stehen für die verschiedenen Regelstrecken entsprechende Modelle zur Verfügung.



Projekttemplates

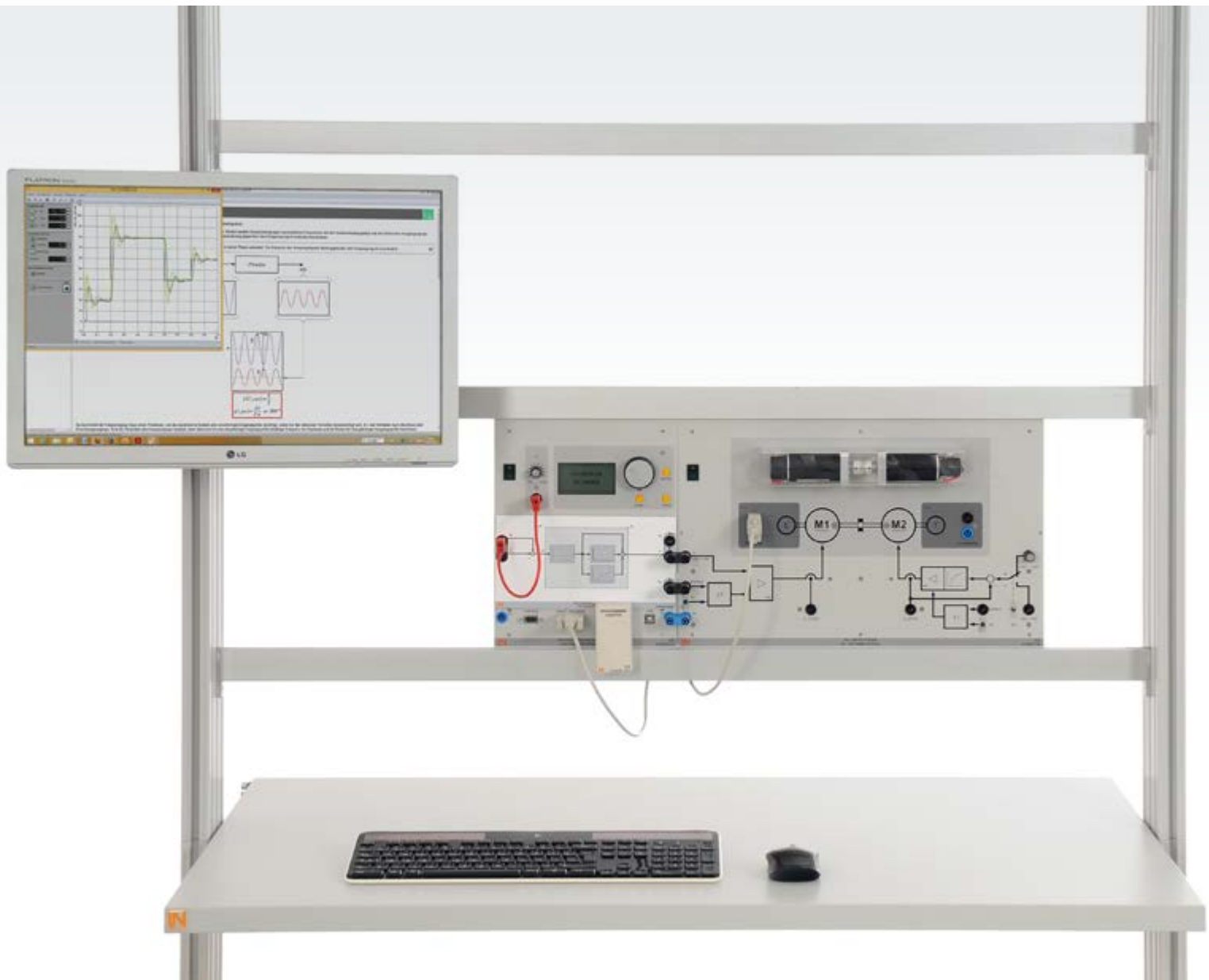
Spezielle auf die Hardware angepasste Templates übernehmen die sonst aufwendige Konfiguration der Hardware. Der Anwender kann sich so direkt auf die Programmierung mit Matlab®/Simulink® konzentrieren.



Das Matlab® Scope – die Verbindung mit der Hardware

Ein spezielles grafisches Interface stellt die Verbindung zwischen Matlab® und Hardware über die USB-Schnittstelle her. Die Zeitverläufe aller internen Größen lassen sich während der Laufzeit grafisch darstellen. Hier stehen verschiedene Zeitaufösungen und Triggermöglichkeiten zur Verfügung. Neben der Zeitdarstellung können die Signale auch im Frequenzbereich angezeigt werden. Parameter wie z. B. Reglerparameter lassen sich komfortabel während der Laufzeit vom PC in die Hardware übertragen.

REGELUNG EINES 4Q-ANTRIEBSSYSTEMS ...



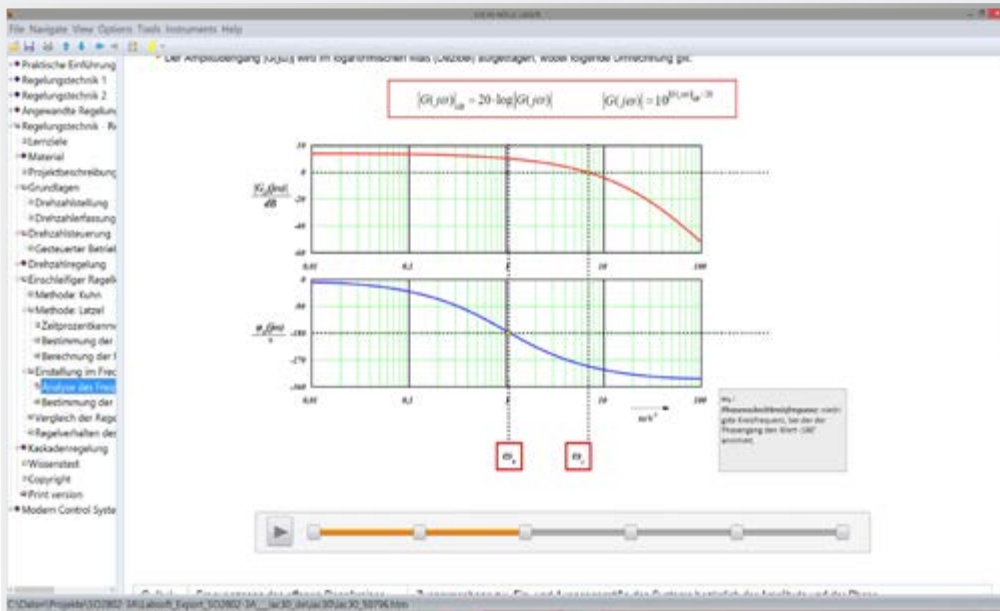
Das Trainingssystem

Geregelte Antriebe mit hohen Anforderungen an die Dynamik werden oft in Automatisierungslösungen wie z.B. Werkzeugmaschinen oder Robotersystemen eingesetzt. Das Trainingssystem ermöglicht in anschaulicher Weise die Untersuchung verschiedenster Regelungskonzepte.

Vorteile

- Gekoppeltes Antriebssystem mit zwei 90 W Gleichstrommotoren
- Betrieb in allen 4 Quadranten
- Tachogenerator und Inkrementalgeber als Rückführsysteme
- Hochdynamischer 4 Quadrantensteller mit bis zu 6 A Ausgangsstrom
- Eingebaute Stromsensoren zur einfachen Strommessung und -regelung
- Integrierte Stromregelung ermöglicht definierte Lastsprünge

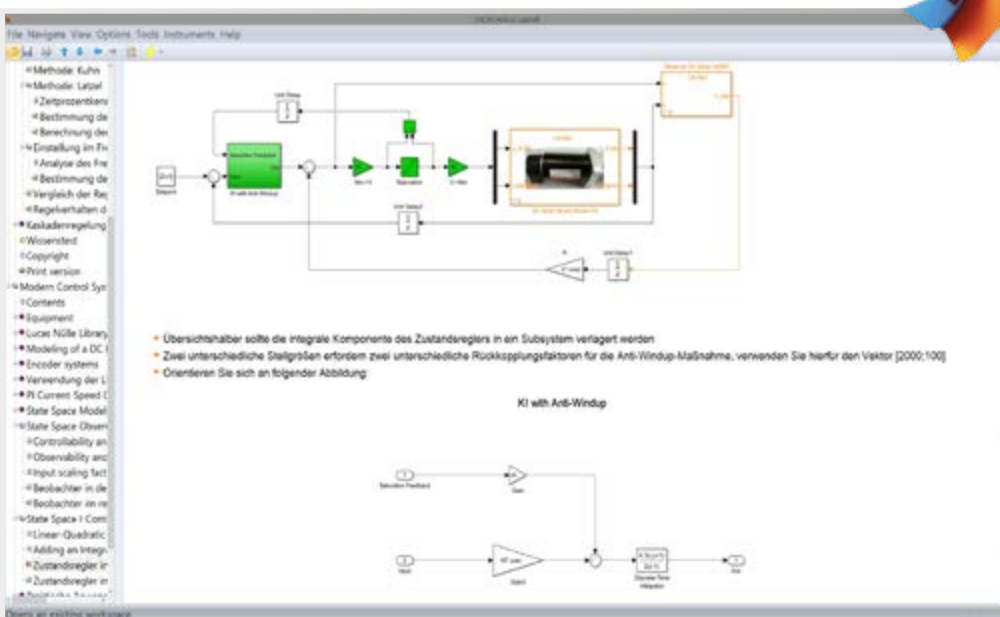
MIT INTERACTIVE LAB ASSISTANT (ILA)



IAC 30 Regelung eines 4Q-Antriebssystems

Lerninhalte

- Aufbau und Optimierung einer Antriebsregelung in
- 4 Quadranten
- Identifikation der Regelstrecke
- Praxisnahe Ermittlung geeigneter Regelparameter im Zeit- und Frequenzbereich (Kuhn, Latzel, Ziegler-Nichols, Bode-Diagramm)
- Aufbau und Optimierung einer Kaskadenregelung für Strom- und Drehzahlregelung

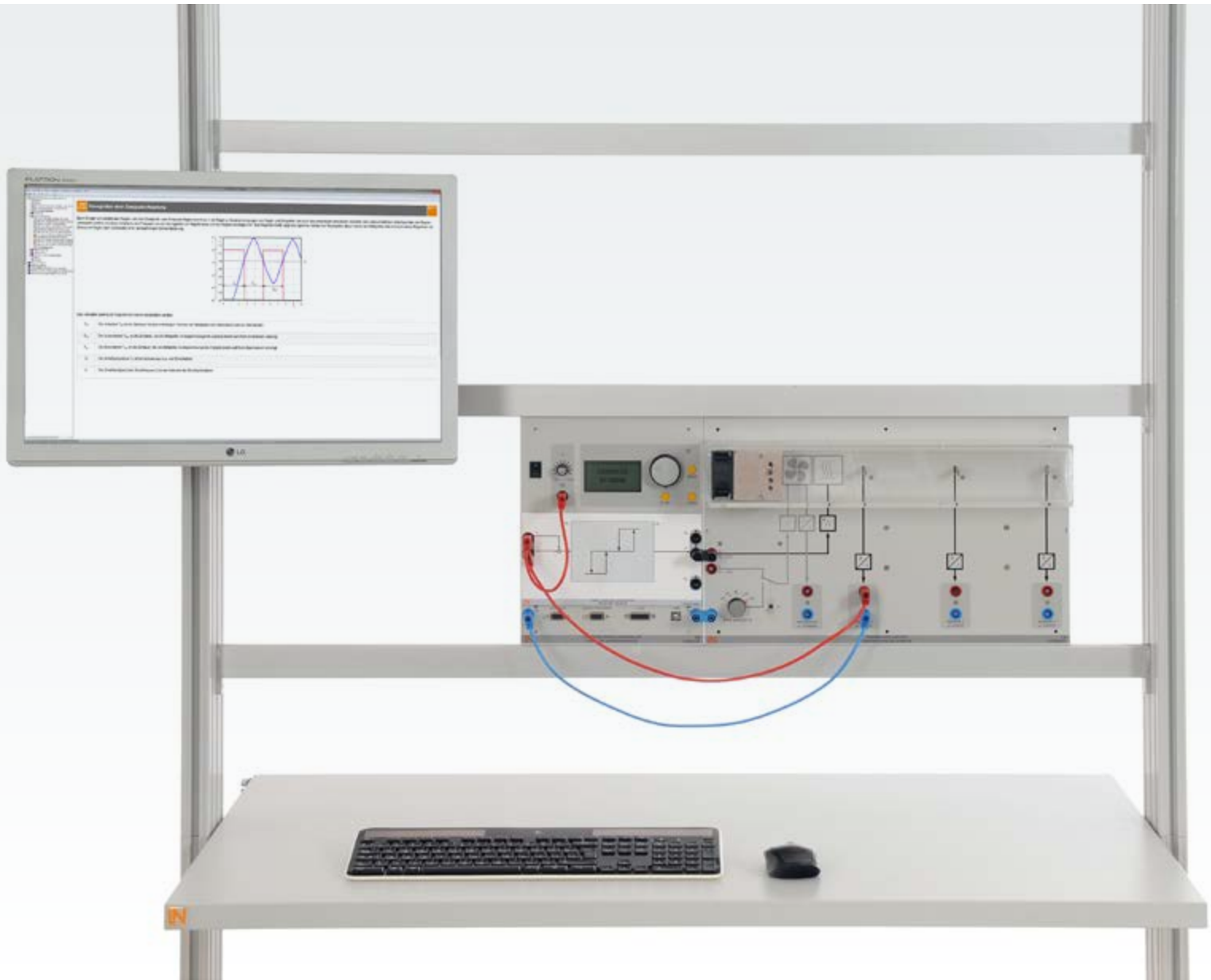


IAC 40 Optimierung eines geregelten Antriebssystems mit Matlab®/Simulink®

Lerninhalte

- Erstellung eines HIL-Systems unter Echtzeitbedingungen
- Modellbildung und Entwurf einer kaskadierten Regelung
- Erstellung und Optimierung von Strom- und Drehzahlreglern
- Aufbau und Optimierung der Regelung im Zustandsraum
- Erweiterung der Regelung zu einem Mehrgrößensystem

REGELUNG EINER LUFT-TEMPERATURREGELSTRECKE ...



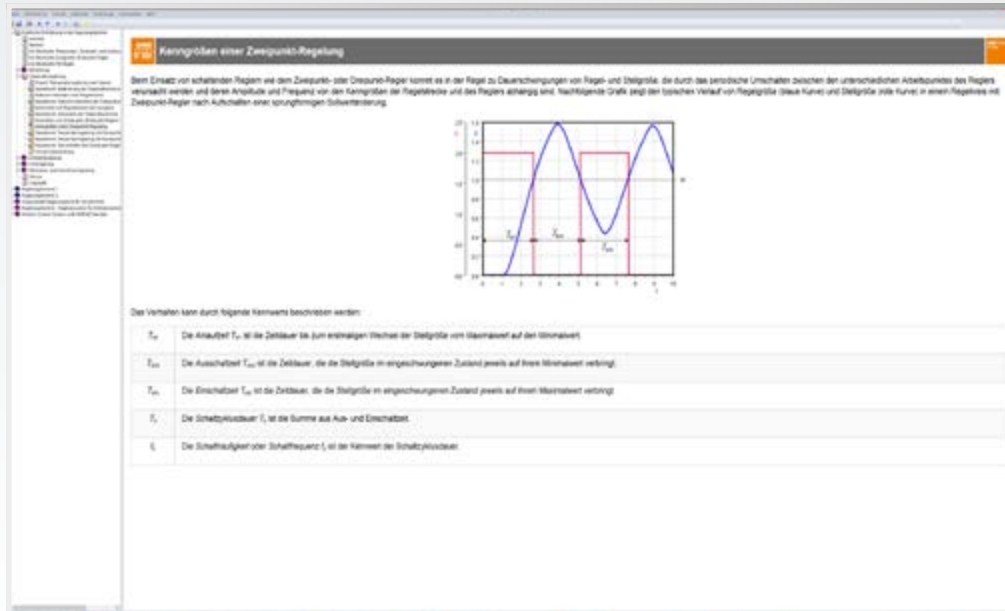
Das Trainingssystem

Die Regelung von Temperaturen ist in vielen Bereichen ein klassisches Beispiel für eine Regelung an Systemen mit großen Zeitkonstanten. Neben der reinen Temperaturregelung kann als weitere Größe der Durchfluss der Luft betrachtet werden. Die Strecke ist so gestaltet, dass sich eine möglichst kurze Zeitkonstante ergibt. Dies verkürzt die Messdauer und ermöglicht ein effektives Arbeiten.

Vorteile

- Schnelle Temperaturstrecke durch massearmes Heizelement
- Eingebauter Leistungsverstärker zur Ansteuerung des Heizelementes
- Drei schnelle Platin-Temperatursensoren in verschiedenen Abständen ermöglichen unterschiedliche Streckenparameter
- Kontrollierter Luftdurchfluss über drehzahlregelmäßig Lüfter garantiert reproduzierbare Ergebnisse
- Eingang für das Aufschalten von Störgrößen ermöglicht effektives Untersuchen der Regelung
- Eigensicheres System durch kontinuierliche Temperaturüberwachung und -abschaltung

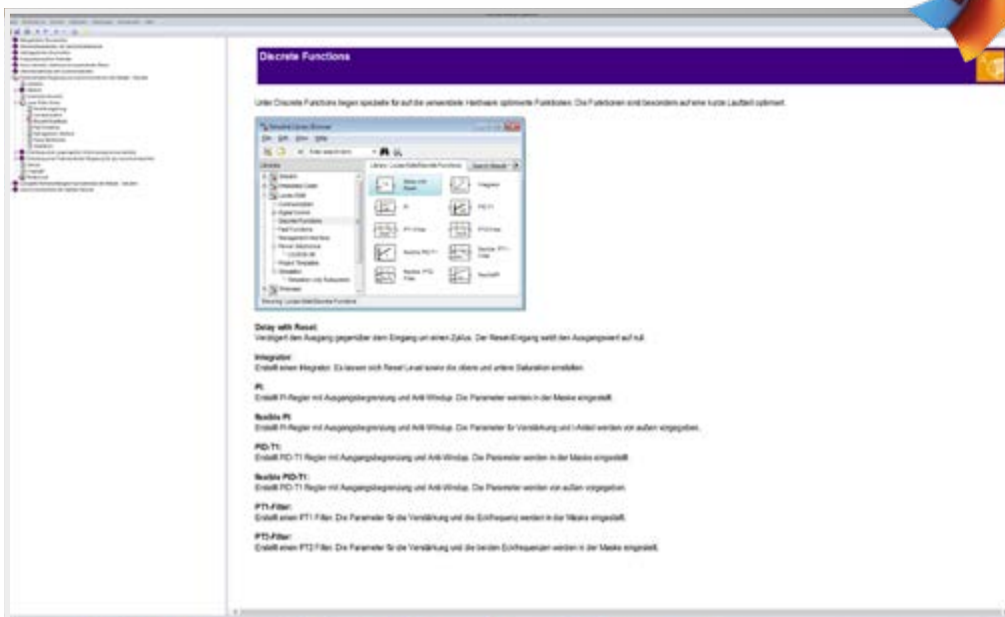
MIT INTERACTIVE LAB ASSISTANT (ILA)



IAC 31 Regelung einer Luft-Temperaturregelstrecke

Lerninhalte

- Betrieb mit Zweipunkt-/Dreipunktregler
- Temperaturregelung mit PID-Regler
- Aufnahme der Streckenparameter
- Bestimmung der Reglerparameter
- Einfluss von Störungen auf die Regelung



IAC 41 Regelung einer Luft-Temperaturregelstrecke mit Matlab®/Simulink®

Lerninhalte

- Erstellung eines HIL-Systems unter Echtzeitbedingungen
- Modellentwicklung und Entwurf der Regelung
- Simulation und Optimierung der Regelung im Modell
- Vergleich zwischen Modell und realer Regelung
- Erweiterung der Regelung zu einer Mehrgrößenregelung von Temperatur und Luftmenge

REGELUNG EINES GEKOPPELTEN ZWEI-TANK-SYSTEMS ...



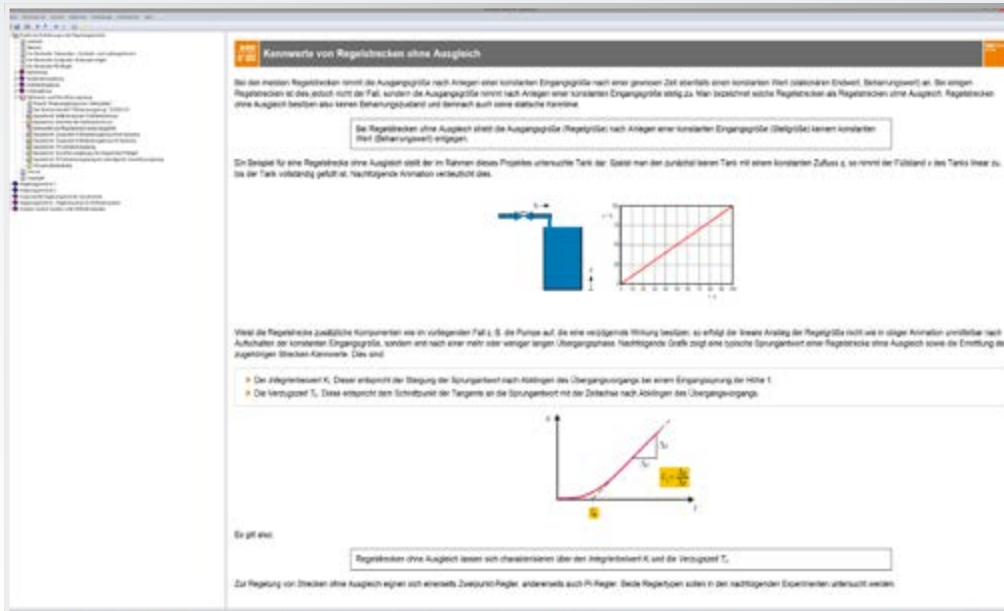
Das Trainingssystem

Die Messung und Regelung von Füllständen und Durchfluss nimmt in der Verfahrenstechnik einen breiten Raum ein. Das Trainingssystem ermöglicht eine Vielzahl verschiedener Anwendungen, beginnend bei einer einfachen Füllstandstrecke bis zu einem komplex gekoppelten Tanksystem. Neben der Bestimmung der Füllstände in beiden Tanks kann auch der Durchfluss gemessen werden.

Vorteile

- Zwei unabhängige Tanks mit einer Füllhöhe von 50 cm
- Messung der Füllhöhe über Differenzdruckaufnehmer
- Zwei unabhängige Membranpumpen mit integrierten Leistungsverstärkern
- Durchflussmessung für beide Tanks
- Einstellbarer Ablauf für jeden Tank
- Kopplung der Tanks über elektronisches Ventil
- Zuschaltbarer Überlauf zwischen den Tanks

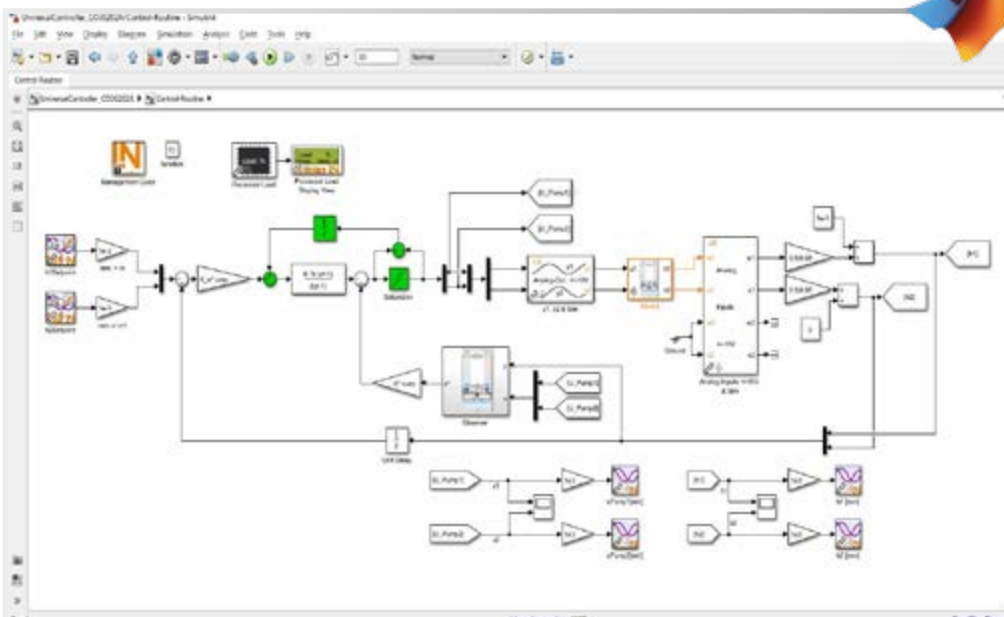
MIT INTERACTIVE LAB ASSISTANT (ILA)



IAC 32 Regelung eines gekoppelten Zwei-Tank-Systems

Lerninhalte

- Füllstandsregelung mit Zweipunkt-Regler
- Füllstandsregelung mit PID-Regler
- Aufnahme der Streckenparameter
- Bestimmung der Reglerparameter
- Einfluss von Störungen auf die Regelung
- Regelung des gekoppelten Tanksystems



IAC 42 Regelung eines gekoppelten 2-Tankbeckens Matlab®/Simulink®

Lerninhalte

- Erstellung eines HIL-Systems unter Echtzeitbedingungen
- Modellentwicklung und Entwurf der Regelung
- Simulation und Optimierung der Regelung im Modell
- Vergleich zwischen Modell und realer Regelung
- Erweiterung der Regelung zu einer Mehrgrößenregelung mit unabhängiger Regelung der Füllstände in beiden Tanks

REGELUNG EINER POSITIONS- UND WINKELREGELSTRECKE ...



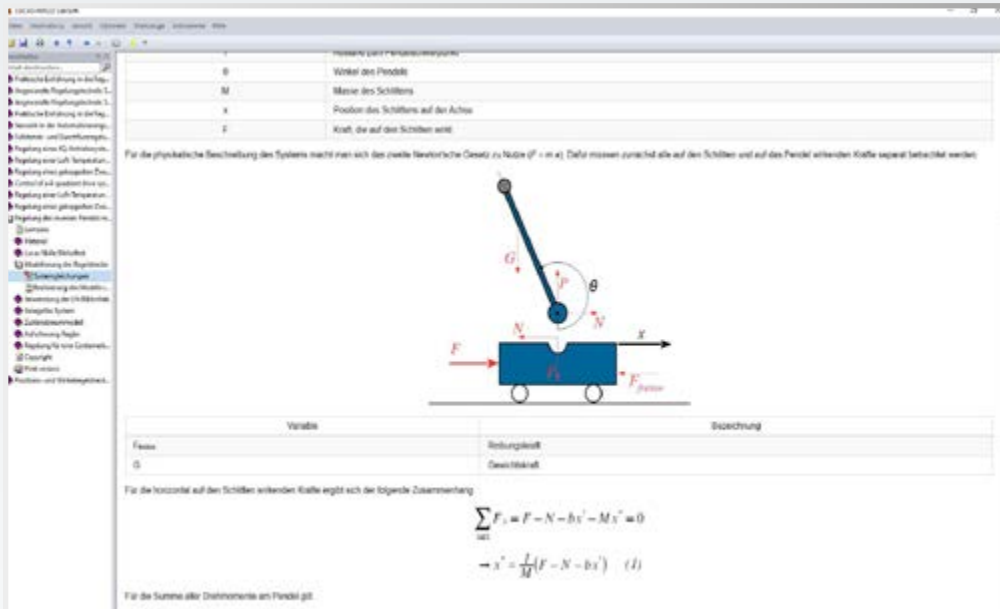
Das Trainingssystem

Der zunehmende Automatisierungsgrad der Prozesse in allen Bereichen der Industrie macht unterschiedliche Regelstrategien und -algorithmen erforderlich. Die neue Positions- und Winkelregelstrecke ist ein Trainingssystem, an dem ein breites Spektrum an Lerninhalten sehr anschaulich vermittelt werden kann, von der klassischen Positionsregelung mit Standardreglern bis hin zur modellbasierten Mehrgrößenregelung im Zustandsraum. Das Aufschwingen und das Balancieren eines an einem Schlitten drehbar gelagerten Pendelstabs (inverses Pendel) durch rein horizontale Beschleunigungen des Schlittens stellt eine besondere Herausforderung dar.

Vorteile

- Leistungsstarker Hybrid-Schrittmotor mit einer Leistung von bis zu 100 W
- Integrierte Drehzahl- und Stromregelung
- Positionserfassung mit einem hochauflösenden Inkrementalgeber mit 4000 Impulsen pro Umdrehung
- Winkelerfassung mit einem hochauflösenden Inkrementalgeber mit 16000 Impulsen pro Umdrehung über eine CAN-Schnittstelle
- Pendelstab mit einem verschiebbaren Schwerpunkt
- Geschwindigkeiten bis 0,5 m/s
- Beschleunigungen bis 10 m/s²

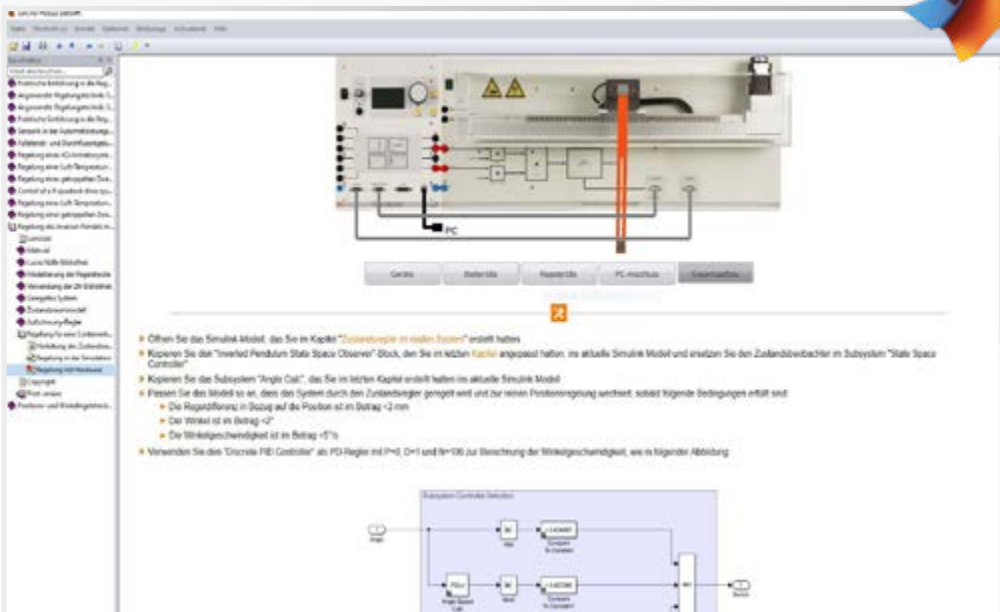
MIT INTERACTIVE LAB ASSISTANT (ILA)



IAC33 Regelung einer Positions- und Winkelregelstrecke

Lerninhalte

- Regelungstechnische Systemanalyse
- Positionsregelung einer integral wirkenden Strecke
- Winkelregelung mit Standardreglern
- Mehrgrößenregelung im kaskadierten Regelkreis
- Anwendung verschiedener Optimierungsstrategien



IAC43 Regelung einer Positions- und Winkelregelstrecke mit Matlab®/Simulink®

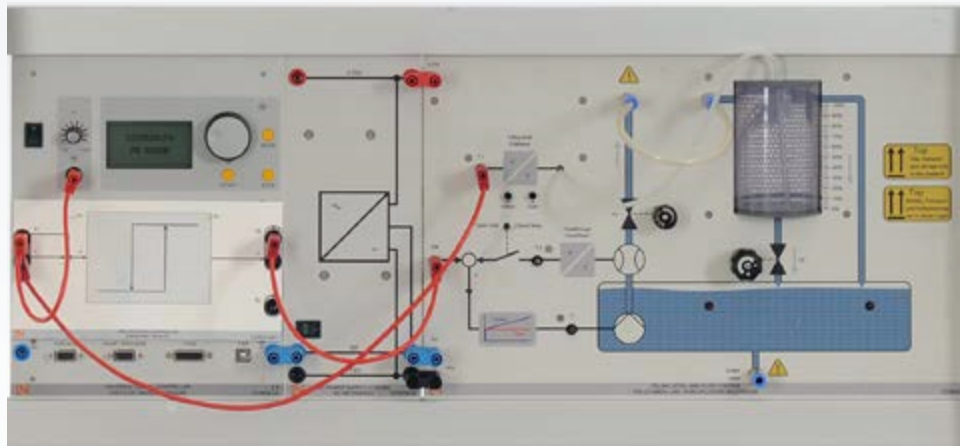
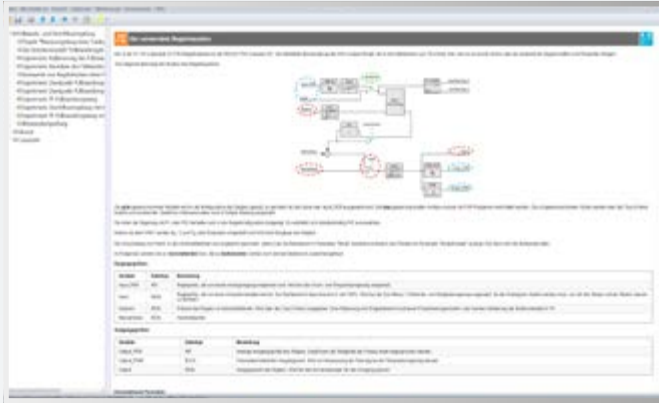
Lerninhalte

- Modellentwicklung für die Simulation in Matlab®/Simulink®
- Klassische Regelung von Position und Winkel mit Standardreglern
- Entwicklung einer modellbasierten Regelung in Echtzeit
- Zustandsraumregelung des inversen Pendels als Mehrgrößensystem



- Regelung des Systems zum Aufschwingen des Pendels
- Umsetzung praktischer Applikationen, Segway PT und Container-Brücke

FÜLLSTANDSREGELUNG – DURCHFLUSSREGELUNG ...



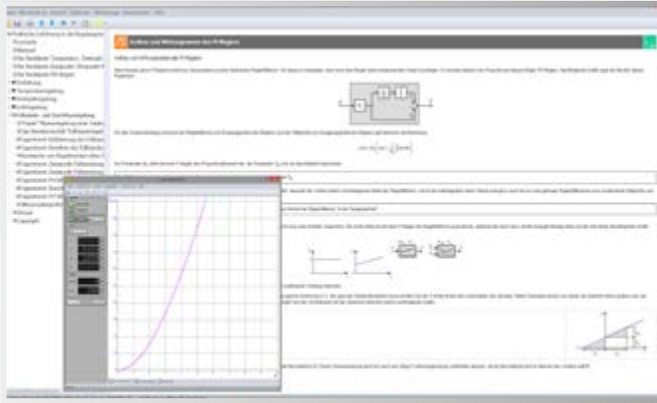
IAC 12 Füllstandsregelung – Durchflussregelung

Das System ist ein didaktischer und praxisbezogener Versuchsaufbau zur angewandten Regelungstechnik. Das kompakte Ausbildungsgerät enthält das Füllstandsbecken, einen Druckmessumformer zur Ermittlung der aktuellen Füllstandshöhe sowie einen Vorratsbehälter inklusive Pumpe. Um eine konstante Förderleistung der Pumpe zu erreichen, ist eine abschaltbare, unterlagerte Regelung mit einem Durchflussmesser integriert.

Lerninhalte

- Zweipunktregler an integraler Strecke
- Zweipunktregler mit verzögerter Rückführung
- Füllstandsregelung mit Störgrößenaufschaltung und Vorregelung
- Aufbau, Inbetriebnahme und Optimierung einer Durchflussregelung
- Untersuchung der Durchflussregelung auf Stör- und Führungsgrößensprünge

MIT INTERACTIVE LAB ASSISTANT (ILA)



IAC 13 Industrielle Füllstandsregelung mittels SPS

Lerninhalte

- Kenngrößen einer Regelstrecke
- Aufbau und Funktion eines geschlossenen Regelkreises
- Zweipunktregler an einer integralen Strecke
- Füllstandsregelung mit stetig arbeitendem PI-/PID-Regler
- Füllstandsregelung mit unterlagelter Durchflussregelung
- Verhalten des Regelkreises bei Störungen

DRUCK, TEMPERATUR, FÜLLSTAND UND DURCHFLUSS PROFESSIONELL REGELN ...



IPA 1 Kompaktstation, Prozessgrößenregelung mittels SPS



Regelung einer verfahrenstechnischen Anlage mit dem digitalen Regler

Das Trainingssystem

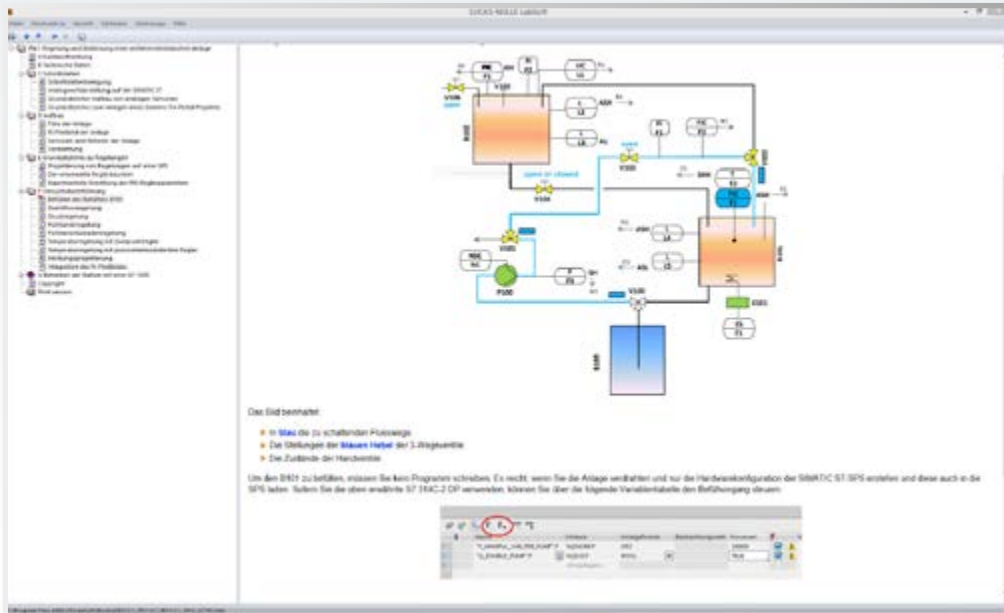
Die Kompaktstation mit vier integrierten Regelstrecken ist die optimale Lösung für typische Produktionsprozesse in unterschiedlichsten Branchen. Die Modularität des Systems ermöglicht die Realisierung unterschiedlichster Konfigurationen in der sicheren Laborumgebung.

Vorteile

- Praxisnähe durch Verwendung von Industriekomponenten
- Sensoren der Prozesstechnik für Temperatur, Füllstand, Durchfluss und Druck
- Kombination mit beliebigen Steuer- und Regelsystemen aus Industrie und Ausbildung
- Aktivierung der einzelnen Regelstrecken durch einfaches Umstellen der Kugelhähne
- Das flexible Rohrleitungssystem erlaubt sehr schnell Änderungen des Fließschemas oder die Integration anderer Komponenten
- Integrierte Anzeige der Größen Druck, Temperatur, Füllstand und Durchfluss
- Separierter Betrieb der vier Regelstrecken
- Handbetrieb ohne Zusatzgeräte direkt über Simulationsschalter
- Beliebig erweiterbar mit weiteren Stationen

Art.-Nr. LM9550

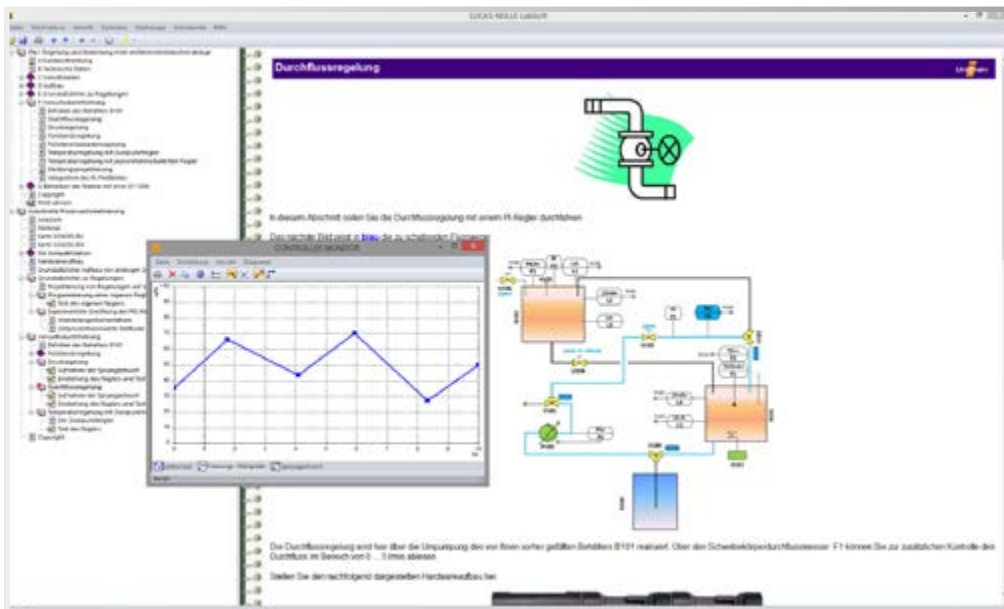
MIT INTERACTIVE LAB ASSISTANT (ILA)



**Ausstattung
Verfahrenstechnik
Kompaktstation mit dem
digitalen Regler**

Lerninhalte

- Aufbau, Verdrahtung und Inbetriebnahme einer prozesstechnischen Anlage
- Analyse von Regelstrecken und Regelkreisen
- Inbetriebnahme von stetigen und unstetigen Reglern
- Parametrierung und Optimierung von P-, PI- und PID-Reglern
- Entwurf von Steuerungs- und Regelprogrammen
- Prozess Bedienen und Beobachten
- Inspektion, Wartung und Instandhaltung
- Vernetzung von prozesstechnischen Anlagen



IPA 1 Kompaktstation, Prozessgrößenregelung mittels SPS

Lerninhalte

- Auswahl, Einsatz und Anschluss von unterschiedlichen Sensoren
- Messen elektrischer und prozesstechnischer Größen wie Füllstand, Durchfluss, Druck und Temperatur
- Einsatz und Anschluss von Messwandlern
- Aufbau und Inbetriebnahme von Regelkreisen

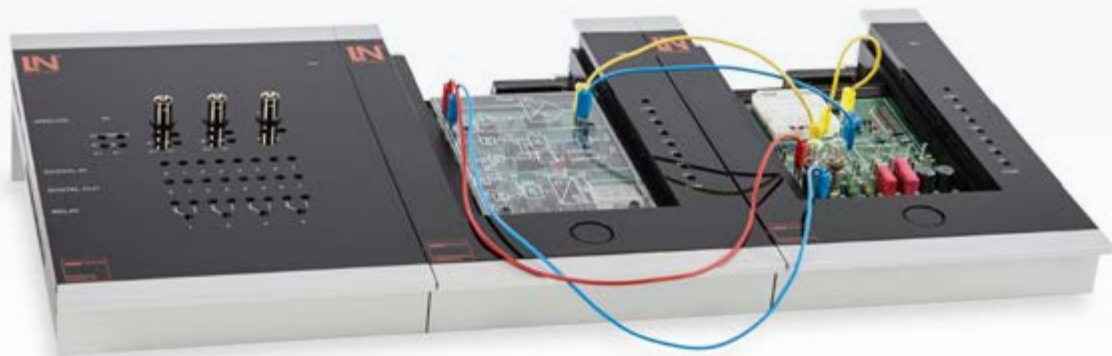
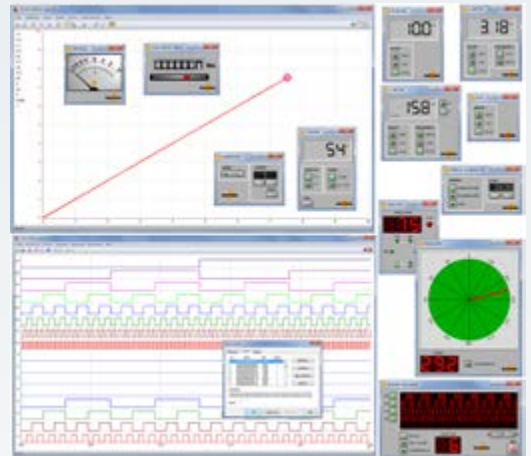
GRUNDLAGEN DER MESSTECHNIK





Erfassung elektrischer und nicht elektrischer Größen ist die Grundvoraussetzung für die Steuerung und Regelung von Systemen in der Prozessautomatisierung. Mit unseren Trainingssystemen für die Messtechnik werden die Messverfahren für die wichtigsten physikalischen Größen praxisnah und anschaulich vermittelt.

MULTIMEDIAL UND PRAXISGERECHT IN DIE MESSTECHNIK EINSTEIGEN ...



UNITRAIN
SYSTEM

Das UniTrain Trainingssystem

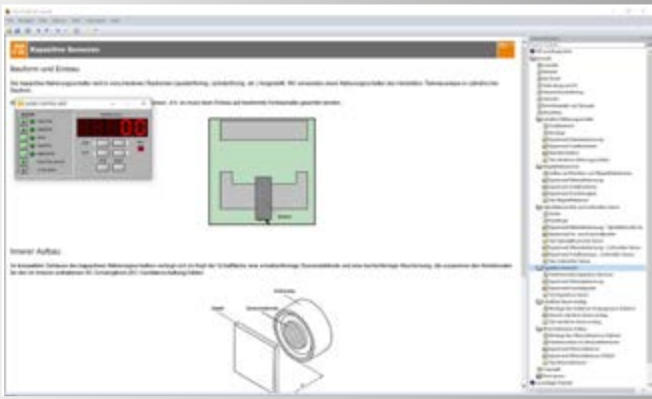
Mit dem multimedialen Experimentier- und Trainingssystem UniTrain wird der Lernende anhand einer klar strukturierten Kurssoftware mit Hilfe von Texten, Grafiken, Animationen und Wissenstests durch Theorie sowie angeleitete Experimente geführt. Neben der Lernsoftware gehört zu jedem Kurs ein Satz von Experimentierkarten, an der die praktischen Aufgaben durchgeführt werden. UniTrain Multimediakurse geben anhand zahlreicher Experimente und Animationen einen Einblick in die aktuellen Fragestellungen der Mess- und Regelungstechnik.

Vorteile

- Theorie und Praxis zur gleichen Zeit am gleichen Ort
- Hohe Schülermotivation durch neue Medien
- Integrierte Mess- und Netzgeräte
 - ' Multimeter, Amperemeter, Voltmeter, Funktionsgenerator
 - ' 4-Kanal-Speicheroszilloskop
 - ' ... und viele weitere Instrumente
- Schnelle Erfolgserlebnisse durch strukturierte Kursführung
- Schnelles Verständnis durch animierte Theorie
- Handlungskompetenz durch eigenes Experimentieren
- Ständiges Feedback durch Verständnisfragen und Wissenstests
- Geführte Fehlersuche mit integriertem Fehlersimulator
- Musterlösungen für Lehrer

Art.-Nr. CO4203-2A

... MIT UNITRAIN



UNITRAIN
SYSTEM

Industrielle Sensoren

Die Basis jeder Automatisierung und Regelung liegt in der Erfassung der Prozesszustände und der Prozessgrößen. Dies geschieht durch die verschiedensten Sensoren, die nach unterschiedlichen physikalischen Prinzipien arbeiten. Kenntnisse der Sensorik sind damit für jeden, der mit der Automatisierungs- bzw. Regelungstechnik in Berührung kommt unverzichtbar.

Lerninhalte

- Arbeiten mit kapazitivem und induktivem Näherungsschalter
- Arbeiten mit verschiedenen Sensoren wie Magnetfeld- oder optischen Sensoren
- Welcher Sensor spricht auf welche Materialien an
- Ermittlung von Schaltabstand, Schalthysterese und die Schaltfrequenz
- Verfahren von verschiedenen Materialproben mittels elektrisch betriebener X-Achse

MESSEN NICHT ELEKTRISCHER GRÖSSEN



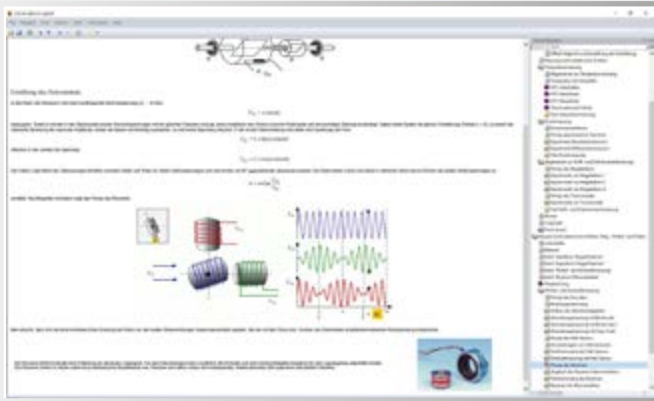
UNITRAIN
SYSTEM

Temperatur – Druck – Kraft – Drehmoment

In der heutigen industriellen Praxis ist es immer häufiger notwendig, physikalische Größen zu überwachen, anzuzeigen oder elektronisch zu verarbeiten. Dazu müssen die nicht elektrischen Größen mit geeigneten Mitteln in elektrische Größen gewandelt werden.

Lerninhalte

- Erläuterung des Einflusses der Messschaltungen
- Charakteristik von verschiedenen Temperatursensoren: NTC, Pt 100, KTY, Thermoelement
- Druckmessung: piezoelektrische, induktive und resistive Drucksensoren
- Prinzip der Kraftmessung mit Dehnungsmessstreifen an Biegebalken und Torsionsstab
- Kennlinienaufnahme der verschiedenen Sensoren
- Verfahren zur Linearisierung von nicht-linearen Kennlinien
- Auflisten von möglichen Fehlerquellen



UNITRAIN SYSTEM

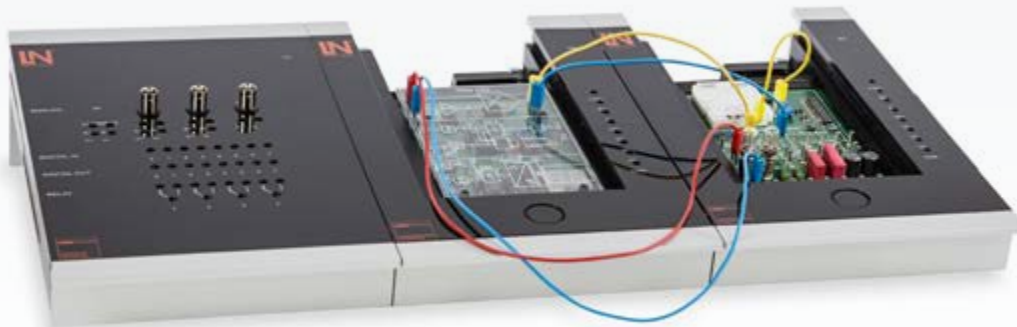
Weg - Winkel - Drehzahl

In mechatronischen oder antriebstechnischen Anwendungen in der Produktion ist die schnelle und präzise Erfassung von Weg, Winkel und Drehzahl entscheidend für Dynamik, Wirtschaftlichkeit und Qualität.

Lerninhalte

- Analoge und digitale Messverfahren zur Weg-, Winkel- und Drehzahlmessung
- Kennenlernen der notwendigen Sensoren, deren Wirkungsweise und Charakteristik
- Experimentelles Ermitteln von Kennlinien
- Abgleichen von Messschaltungen
- Versuche mit kapazitiven und induktiven Sensoren
- Einsetzen von optischen Sensoren und Hallsensoren zur Positionsmessung an rotierenden Wellen
- Durchführen von Inkremental-, BCD- und Gray-Code-Encoder Wegmessungen
- Untersuchungen an einer rotierenden Welle mittels Resolver

MESSEN ELEKTRISCHER GRÖSSEN



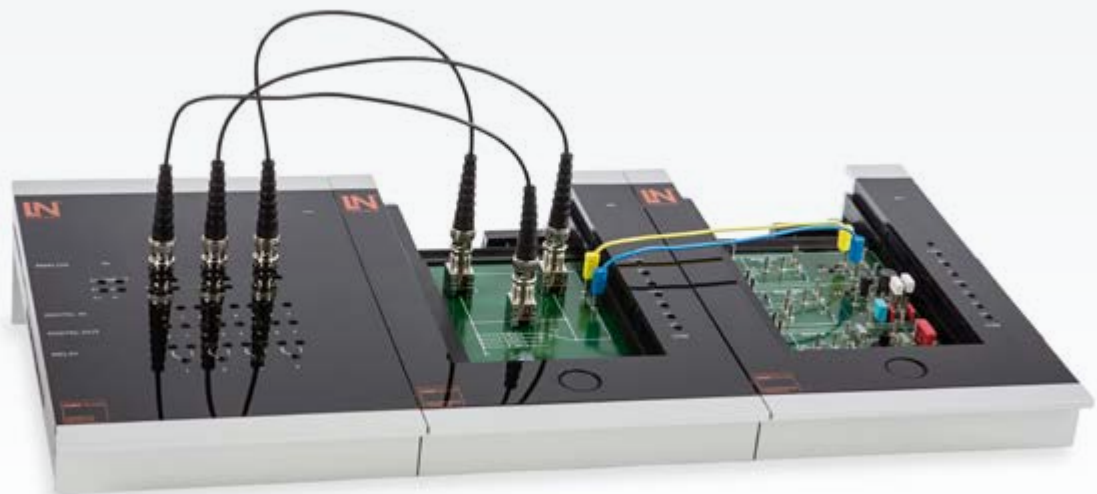
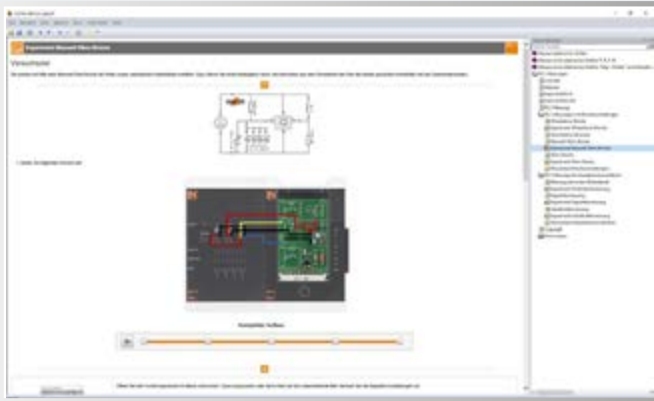
UNITRAIN
SYSTEM

Strom/Spannung – Leistung – Arbeit – Frequenz

Den Einstieg in die elektrische Messtechnik bilden Dreheisen- und Drehspulmesswerke. Dabei werden die Messwerke genutzt um Spannungen und Ströme zu messen, den Einfluss der Kurvenform auf das Messergebnis herauszuarbeiten und die Messbereiche mit Hilfe zusätzlicher Widerstände zu erweitern.

Lerninhalte

- Leistungsmessung
- Erläuterung des Messprinzips mittels Gleichstromkreis
- Erarbeitung der Unterschiede zwischen Wirk-, Schein- und Blindleistungsmessung in einfachen Experimenten im Wechselstromkreis
- Messung und Erklärung des Leistungsfaktors
- Verbrauchsmessungen und Messung von elektrischer Arbeit mit Hilfe eines Ferraris-Zählers



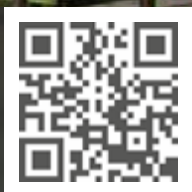
UNITRAIN
SYSTEM

Widerstand – Induktivität – Kapazität

Brücken- und Impedanzmessverfahren zur Bestimmung der Parameter passiver Bauteile wie ohmsche Widerstände, Kapazitäten und Induktivitäten werden seit vielen Jahren in Brückenmessschaltung eingesetzt.

Lerninhalte

- Durchführen von RLC-Messungen mit Hilfe der abgleichbaren
 - ' Wheatstone-Brücke
 - ' Maxwell-Wien-Brücke
 - ' Wien-Brücke
- Analyse des Messprinzips
- Vergleich der Messverfahren



LUCAS-NÜLLE GMBH

Siemensstr. 2
50170 Kerpen

Tel.: +49 2273 567-0
Fax: +49 2273 567-69

www.lucas-nuelle.de
vertrieb@lucas-nuelle.de