



TECHNIQUE D'ENTRAÎNEMENT

Machines électriques | Electronique de puissance |
Entraînements industriels



CONTENU

LabSoft – Apprentissage interactif. Contrôle du matériel.
Présentation astucieuse de contenus complexes 4

Différents systèmes pour différents besoins
UniTrain – laboratoire multimédia avec 100 cours 6
Système modulaire à panneaux DIN A4 8
Système d'exercices de montage 9

Un Environnement d'apprentissage assisté par ordinateur
Cours interactif d'apprentissage dans LabSoft 10

Le programme global en un coup d'œil 12

Plus qu'un laboratoire
Solutions complètes pour les entraînements modernes 14

Un programme d'entraînement – deux classes de puissance 16
Complet – le banc d'essai de machines électriques à servocommande 18
Utilisation simple et enregistrement des valeurs de mesure sur PC 20
Multimètre analogique/numérique 22

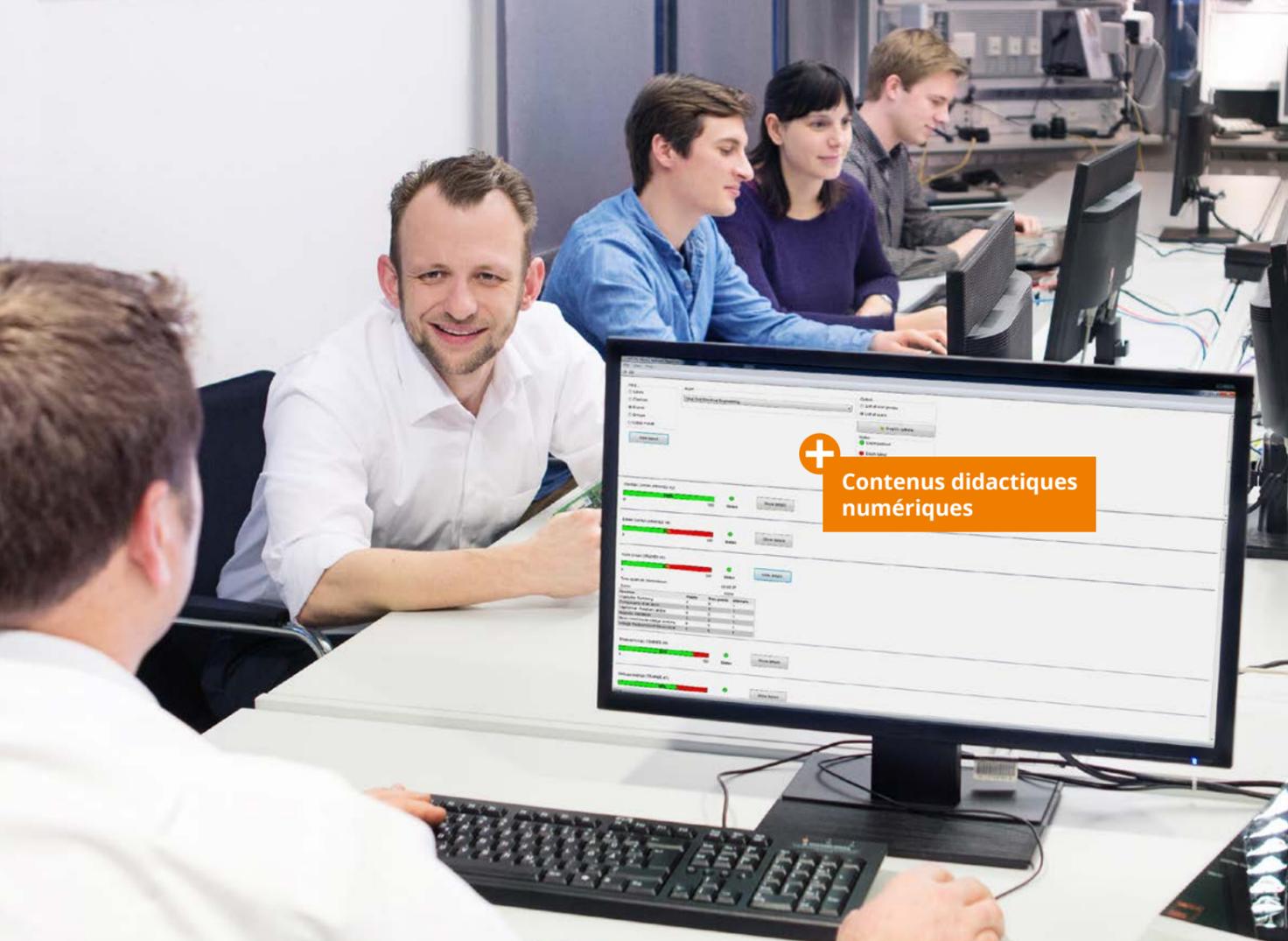
Machines électriques 26
Machines à courant continu 26
Machines asynchrones 27
Machines synchrones à bague collectrice 28
Moteur pas à pas 29
Moteur à courant continu sans balais/servomoteur 30
Moteur linéaire 31
Transformateurs mono- et triphasés 32
Compatibilité électromagnétique (CEM) 33
Fabriquer des transformateurs mono- et triphasés 34
Fabrication d'un moteur triphasé à cage d'écureuil 35
Machines à courant continu 36
Machines à courant alternatif - moteur universel 37
Moteur monophasé avec bobine de démarrage bifilaire 38
Moteur monophasé avec condensateur de démarrage et de service 39
Moteur à économie d'énergie 40
Moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil 41
Moteur asynchrone triphasé à pôles variable Dahlander 42
Moteur asynchrone triphasé à deux enroulements distincts 43
Moteur asynchrone triphasé avec bagues collectrices 44
Recherche d'erreurs sur des machines électriques 45
Protection des machines électriques 46
Commutation manuelle dans le circuit triphasé 47
Communication par contacteurs en circuit triphasé avec circuits de protection 48
Moteur / Générateur synchrone 49
Synchronisation manuelle avec le réseau 50
Machine à réluctance triphasée 51
Jeu de machines triphasées démontables 52
Transformateurs mono- et triphasés 53

Électronique de puissance et entraînements didactiques

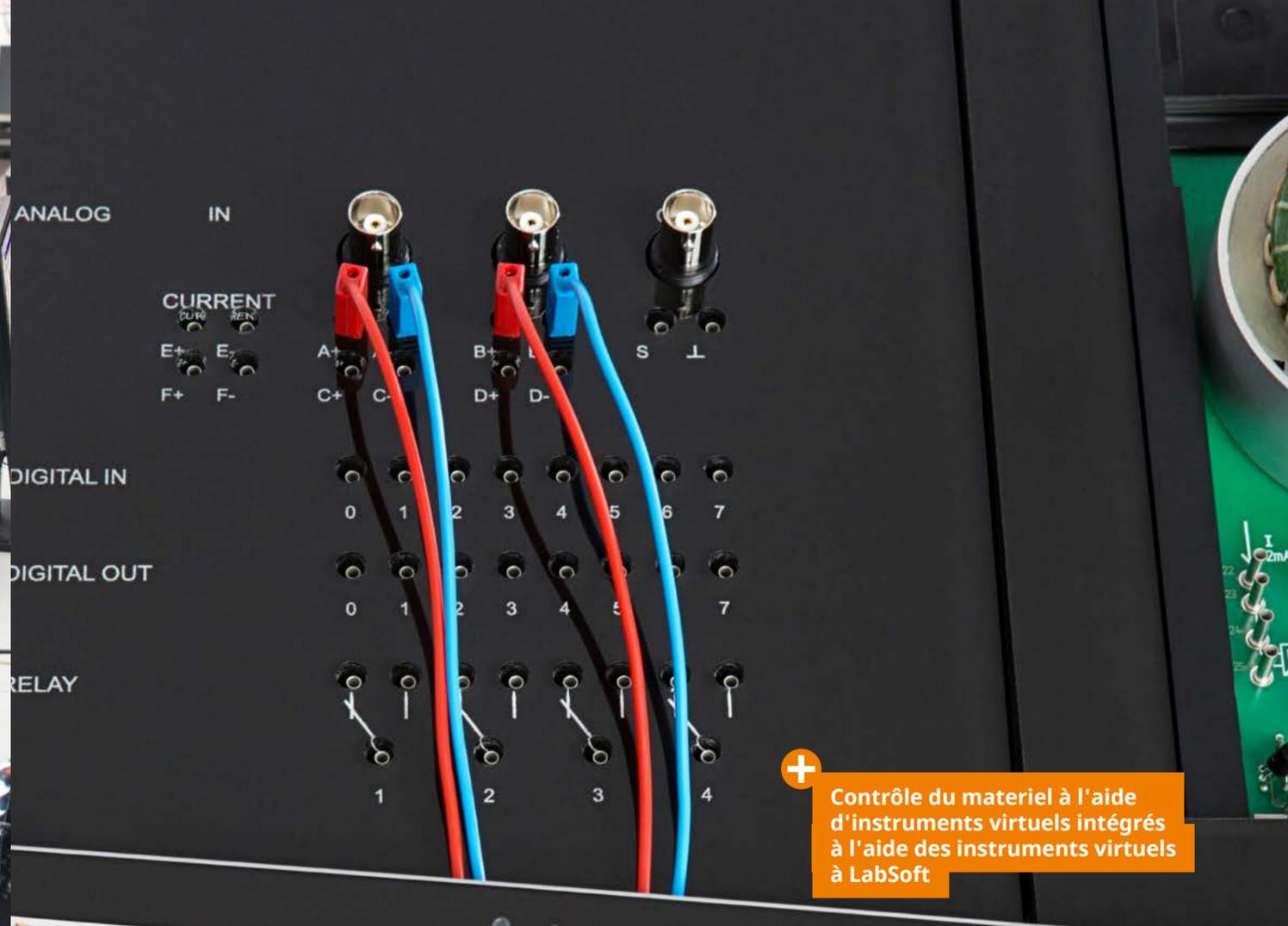
Convertisseurs à diodes / thyristors, redresseurs 56
Convertisseur à IGBT / Hacheur, Onduleur / MLI PWM 57
Entraînements à convertisseur de fréquence 58
Correction active du facteur de puissance PFC 59
Convertisseurs à diodes / thyristors, redresseurs 60
Moteur à courant continu avec commande par convertisseur à thyristors 61
Convertisseur à IGBT / Hacheur, Onduleur / MLI PWM 62
Convertisseurs de fréquence avec moteur asynchrone triphasé 63
Servomoteurs, moteur à commutation électronique 64
Moteur à courant continu avec commande par hacheur à IGBT 65

Conception d'entraînements basé sur la modélisation avec Matlab®/Simulink®
Système de prototypage rapide programmable pour les techniques d'entraînement 68
Commande de moteurs asynchrones avec Matlab® / Simulink® 70
Commande de servomoteurs avec Matlab® / Simulink® 72
Commande de moteurs à courant continu avec Matlab® / Simulink® 74

Entraînements industriels
Démarrage en douceur de machines triphasés 78
Commande avec convertisseur de fréquence Siemens 79
Projet convertisseur de fréquence 80
Positionnement avec un axe linéaire 81
Positionnement avec un servomoteur synchrone et convertisseur Siemens 82
Protection / gestion du moteur 83



+
Contenus didactiques numériques



+
Contrôle du matériel à l'aide d'instruments virtuels intégrés à l'aide des instruments virtuels à LabSoft

LABSOFT – APPRENTISSAGE INTERACTIF. CONTRÔLE DU MATÉRIEL.

Présentation astucieuse de contenus complexes

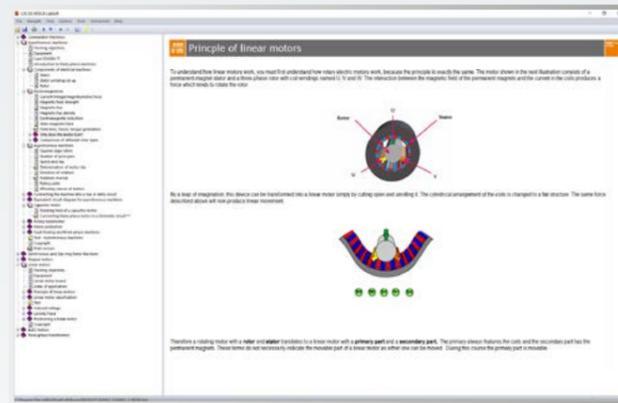
LabSoft offre à l'utilisateur un accès rapide à tous les contenus d'apprentissage. Cet assistant intelligent assure également le contrôle du matériel Lucas-Nülle par le biais des instruments virtuels intégrés. Tous les résultats de mesure sont enregistrés dans le cours interactif d'apprentissage LabSoft pour chaque utilisateur, ce qui donne également la possibilité de contrôler le niveau d'apprentissage des apprenants

Avantages

- Un environnement unique pour tous les systèmes d'apprentissage Lucas-Nülle
- Plus de 100 instruments virtuels différents pour le contrôle du matériel
- Enregistrement des résultats de mesure pour chaque utilisateur
- Fonctionnement local, en réseau ou avec une plate-forme d'apprentissage (LMS)
- Diversité linguistique : toutes les langues compatibles avec le format HTML sont disponibles



DIFFÉRENTS SYSTÈMES POUR DIFFÉRENTS BESOINS



+ UniTrain - laboratoire multimédia avec 100 cours

UNITRAIN
SYSTEM

UniTrain - laboratoire multimédia avec 100 cours

Le système d'expérimentation et d'apprentissage multimédia UniTrain guide l'apprenant au travers du contenu théorique et d'expériences dirigées en s'appuyant sur un cours interactif d'apprentissage clairement structuré à l'aide de textes, de graphiques, d'animations et de tests de connaissances. En plus d'un cours interactif d'apprentissage, chaque cours inclut également une carte d'expérimentation sur laquelle sont réalisés des exercices pratiques. Des cours sur les sujets machines électriques, l'électronique de puissance et les entraînements industriels enseignent toutes les connaissances et compétences requises à la compréhension, au raccordement, à la commande et au fonctionnement des entraînements modernes. À l'aide d'animations et de nombreuses expériences sur des systèmes réels, les cours dispensent les notions fondamentales, les principes et les propriétés des composants des moteurs électriques, de l'électronique de puissance et des entraînements industriels.

Avantages

- Théorie et pratique en simultané
- Motivation accrue grâce au PC et aux nouveaux supports
- Résultats rapides grâce à une structure claire des cours
- Compréhension rapide par une théorie animée
- Compétence en action par des expériences réalisées soi-même
- Feedback permanent grâce aux questions de compréhension et aux tests de connaissances
- Recherche d'erreurs guidée avec un simulateur d'erreurs intégré
- Sécurité grâce à la basse tension de protection utilisée
- Énorme choix de cours
- Solutions pour l'enseignant



Système UniTrain

- Un laboratoire portable complet
- Cours interactif d'apprentissage
- Interface de mesure et de commande high-tech
- Théorie et pratique simultanément



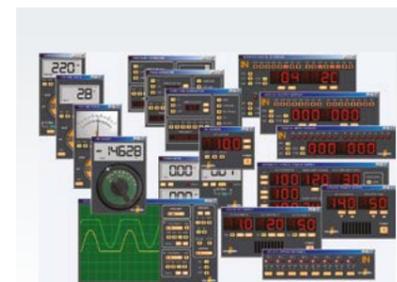
Interface UniTrain avec USB

- Oscilloscope à 4 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 100 MSamples
- 9 calibres : 100 mV - 50 V
- Plages de temps 100 ns - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 5 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



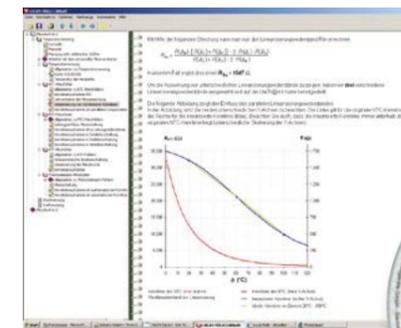
Expérimenteur UniTrain

- Logement des cartes d'essai
- Tension d'expérimentation ± 15 V, 400 mA
- Tension d'expérimentation 5 V, 1 A
- Source variable de courant continu ou triphasé 0 ... 20 V, 1 A
- Interface IrDa pour multimètre
- Interface série supplémentaire pour cartes



Instruments de mesure et alimentations intégrés

- Multimètre, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope 4 canaux à mémoire
- Générateur de fonctions et générateur arbitraire
- Triple bloc d'alimentation pour CA et CC
- Alimentation triphasée
- ... et de nombreux autres instruments

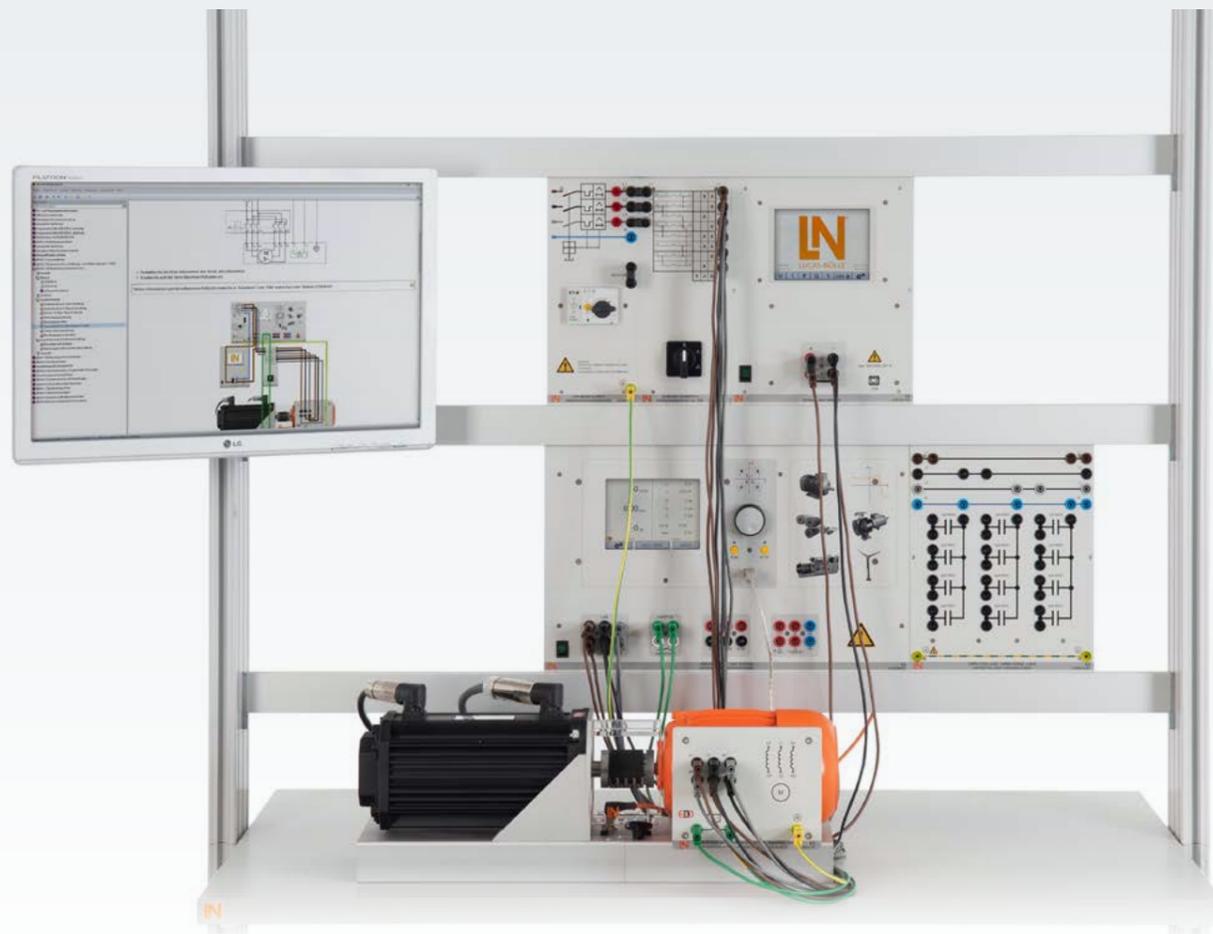


Cours interactif d'apprentissage LabSoft

- Grand choix de cours
- Théorie complète
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Tests de connaissances



SYSTÈME MODULAIRE À PANNEAUX DIN A4



Que ce soit pour un enseignement magistral ou des expériences pratiques des élèves, le système à plaques didactiques permet de mettre en œuvre différentes méthodes d'enseignement et d'apprentissage. Les plaques didactiques sont constituées de plaques stratifiées recouvertes des deux côtés de résine mélaminée.

Elles font toute une hauteur A4. Les plaques peuvent ainsi aisément être accrochées aux bancs d'expérimentation.

Avantages

- Polyvalence et flexibilité grâce à la structure modulaire
- Convient aux exercices des élèves et aux démonstrations
- Sécurité grâce à la double isolation (douilles et câbles de sécurité)
- Environnement typique de l'industrie grâce à l'intégration d'appareils industriels
- Impression contrastée et résistante aux rayures en façade pour une grande clarté
- Technique de mesure moderne avec connexion au PC
- Aide à la réalisation des essais par Interactive Lab Assistant (ILA)
- Fiches de travail pour les élèves et modèles de corrigés

SYSTÈME D'EXERCICES DE MONTAGE



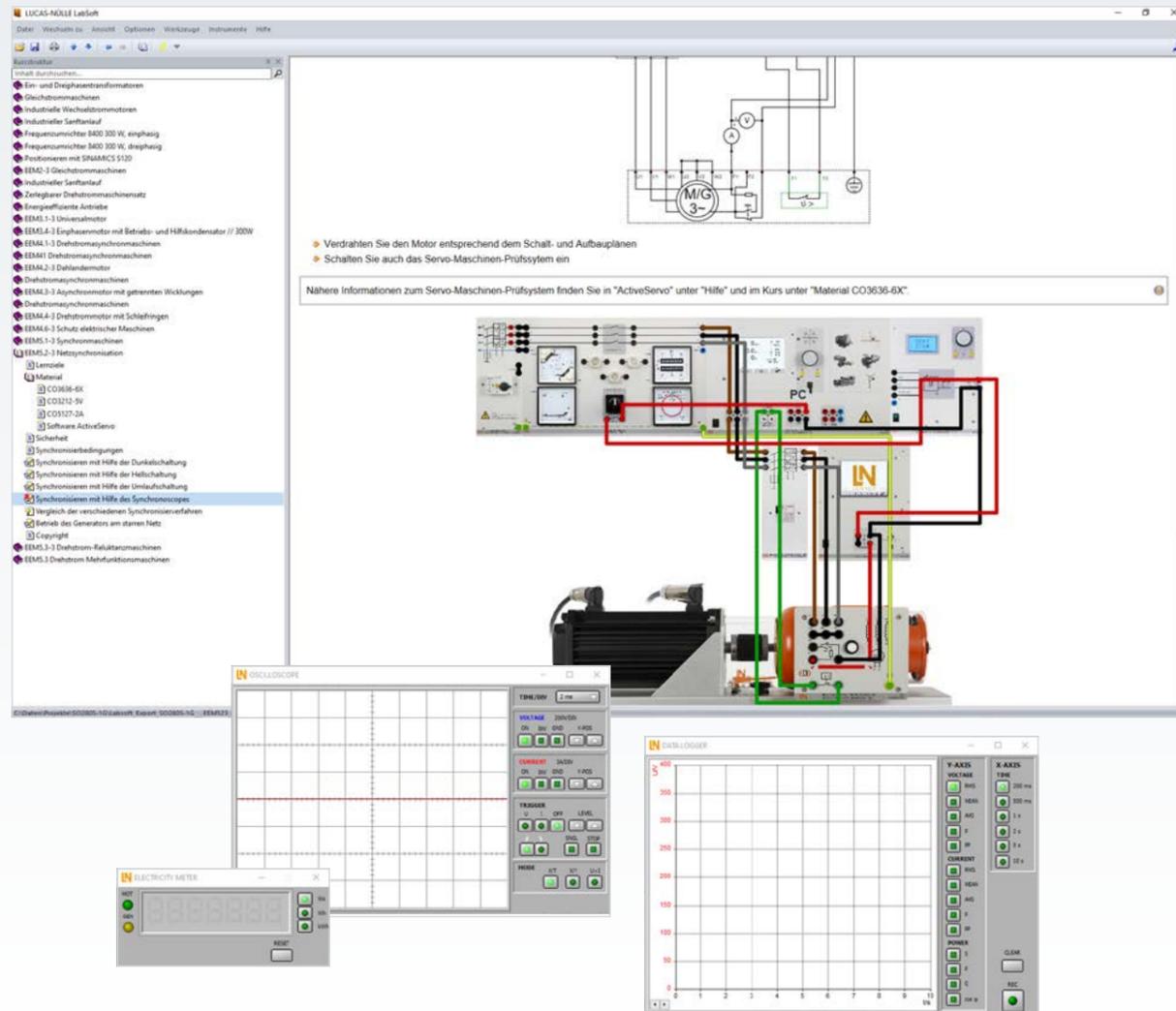
Complément parfait pour un travail orienté vers les projets

Les compétences manuelles sont mises en avant dans les exercices de montage. Tous les exercices sont fortement orientés vers la pratique. Les connexions électriques sont réalisées avec des matériaux de câblage industriels tels que des profilés support, des peignes ainsi que des vis et différentes méthodes de câblage. Toutes les pièces à l'exception des consommables (câbles) sont réutilisables.

Avantages

- Planification et réalisation de projets
- Apprentissage des techniques de connexion
- Forte orientation pratique grâce à de la documentation technique et des logiciels typiques de l'industrie
- Peut être combiné au système de plaques didactiques
- Les circuits sont réalisés avec des composants industriels
- Documentation de projet complète

LABSOFT - UN ENVIRONNEMENT D'APPRENTISSAGE ASSISTÉ PAR ORDINATEUR



Cours interactif d'apprentissage dans LabSoft

Lors de la réalisation des essais, vous êtes aidés par un Interactive Lab Assistant (ILA). Il fournit non seulement les instructions relatives à l'essai, mais donne également de précieuses informations théoriques, enregistre les valeurs de mesure et établit ainsi en arrière-plan la documentation de laboratoire requise sous forme de documents PDF ou à imprimer. Si vous souhaitez modifier des instructions, il vous suffit d'utiliser le Labsoft Classroom Manager afin de modifier ou de compléter des contenus.

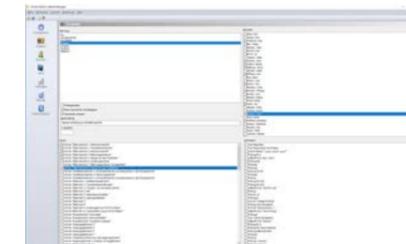
Avantages

- Apprentissage théorique au moyen d'animations faciles à comprendre
- Aide à la réalisation des essais
- Affichage interactif des dispositifs d'essai
- Accès à des instruments de mesure et d'essai offrant de multiples possibilités d'évaluation
- Exercices orientés vers la pratique
- Modes d'emploi intégrés
- Documentation et rapport des résultats
- Test de connaissances avec feedback pour l'apprenant

Le LabSoft Classroom Manager

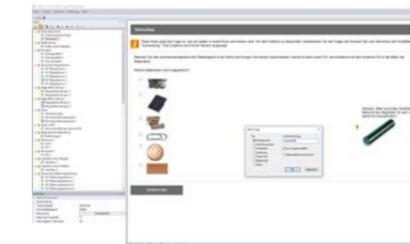
est une suite logicielle complète pour tous les cours interactifs d'apprentissage LabSoft. Optimisés pour chaque usage, les programmes de la suite Classroom Manager simplifient la routine quotidienne.

Elle est constituée des programmes suivants :



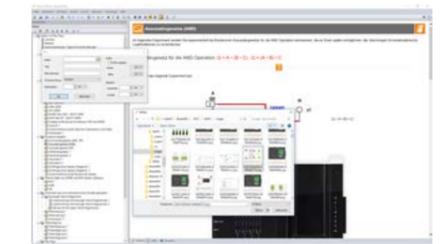
LabSoft Manager

Gérez vos cours LabSoft, les apprenants et les groupes d'apprenants avec LabSoft Manager. Ainsi, les contenus des cours sont toujours adaptés aux apprenants.



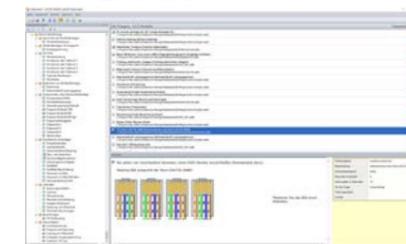
LabSoft Questioner

Pour rédiger des questions, des exercices de mesure et des tests de connaissances, LabSoft Questioner propose de nombreux types de questions. Les exercices et les questions peuvent être insérés dans les cours et les tests.



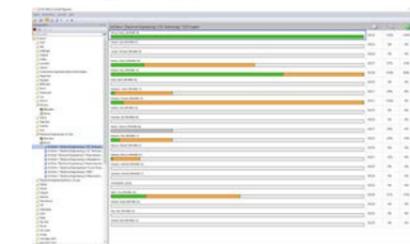
LabSoft Editor

De nombreux assistants dans LabSoft Editor aident à créer de nouveaux cours et guident l'utilisateur pas à pas dans la réalisation des exercices.



LabSoft TestCreator

Crée des tests qui permettront d'évaluer en même temps les connaissances et la compétence en action. Des fonctions de filtres permettent de sélectionner automatiquement ou manuellement les questions des tests.



LabSoft Reporter

Les progrès d'apprentissage et les résultats des tests sont présentés par LabSoft Reporter. De nombreuses évaluations de cours et de tests pour les apprenants individuels ou les groupes permettent un contrôle ciblé.



LabSoft ControlCenter

Avec le ControlCenter, soyez toujours au courant de vos formations. Le ControlCenter vous montre en direct le travail de vos apprenants, affiche les demandes d'aide et permet de répartir différents contenus d'écran dans le groupe.

LE PROGRAMME GLOBAL EN UN COUP D'ŒIL

Entraînements industriels

- Mise en service
- Paramétrage et optimisation
- Exploitation sur des charges industrielles types
- Mise en réseau avec des commandes API
- Travaux sur des projets

Entraînements didactiques

- Fonctionnement
- Optimisation
- Comportement en service

Électronique de puissance

- Circuits
- Semi-conducteurs de puissance
- Fonction et liens

Machines électriques

- Branchement
- Démarrage
- Caractéristiques
- Mesure du régime et du couple
- Courbes
- Travaux sur des projets

UniTrain

- Apprentissage de base
- Bases
- Fonctionnement et mode opératoire

EDT 17
Démarrage en douceur de machines triphasés

CLP 20
Commande de systèmes d'entraînement électriques

EDT 25
Commandes avec convertisseur de fréquence Siemens

ELP 25
Projet convertisseur de fréquence

EDT 32
Positionnement avec un servomoteur synchrone

EDT 51
Protection / gestion du moteur

EPE 31
Moteur à courant continu avec commande par convertisseur à thyristors

EPE 41
Convertisseurs de fréquence avec moteur asynchrones triphasé

EPE 42
Servomoteurs, moteur à commutation électronique

EPE 43
Moteur à courant continu avec commande par hacheur à IGBT

Commande de moteurs avec Matlab® Simulink®

- Implémentation de processeurs / systèmes « Hardware in the Loop » reconfigurables à l'aide de la génération automatique de codes
- Ingénierie d'algorithmes pour assurer la transition entre la théorie et la pratique

EPE 51
Commande de moteurs asynchrones avec Matlab® Simulink®

EPE 52
Commande de servomoteurs avec Matlab® Simulink®

EPE 53
Commande de moteurs à courant continu avec Matlab® Simulink®

EPE30
Convertisseurs à diodes / thyristors, redresseurs

EPE40
Convertisseur à IGBT / Hacheur, Onduleur / MLI PWM

EEM 4.5
Dépistage des défauts sur les machines électriques

EEM 4.6
Protection de machines électriques

EST 1
Commutation manuelle dans le circuit triphasé

EST 2
Circuits à contacteurs en circuit triphasé

EEM 5.2
Synchronisation manuelle avec le réseau

EEM 5.3
Machine à réluctance triphasé

EEM 2
Machines à courant continu

EEM 3
Machines à courant alternatif

EEM 5.1
Moteur / Générateur synchrone

EEM 10
Jeu de machines triphasées démontables

ENT 5
Transformateurs mono - et triphasés

EMW 10
Bobinage de transformateurs

EMW 20
Bobinage de machines électriques

Cours
Machines à courant continu

Cours
Machines asynchrones

Cours
Machines à bague collectrice et machines synchrones

Cours
Moteur pas à pas

Cours
Moteur à courant continu sans balais/servomoteur

Cours
Moteur linéaire

Cours
Transformateurs mono - et triphasés

Cours
Compatibilité électromagnétique (CEM)

Cours
Convertisseurs à diodes / thyristors, redresseurs

Cours
Convertisseur à IGBT / Hacheur, Onduleur / MLI PWM

Cours
Entraînements à convertisseur de fréquence

Cours
Correction active facteur de puissance PFC

PLUS QU'UN LABORATOIRE

Contenus didactiques complexes
présentés à l'aide de supports d'apprentissage modernes

Raccorder, démarrer et tester
des machines à courant continu, alternatif, triphasé ou synchrones



Solutions complètes pour les entraînements modernes
Variateur de fréquence, servomoteur, positionnement,
démarrage progressif, relais de gestion de moteur

Blended Learning
Transfert de connaissances avec système
d'apprentissage interactif UniTrain

UN PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT – DEUX CLASSES DE PUISSANCE

+ Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les techniques d'entraînement industrielles complexes représentent un défi particulier pour la formation des électroniciens et des mécatroniciens. La compréhension et la maîtrise des machines électriques, de leur construction, modes de fonctionnement, techniques de raccordement, caractéristiques et en particulier de leur comportement sous différentes charges, font partie des compétences essentielles des ouvriers spécialisés, techniciens et ingénieurs. Pour répondre aux différents besoins, Lucas-Nülle propose des entraînements dans deux classes de puissance – 300 W et 1 kW.

300 W et 1 kW – deux classes de puissance, deux groupes d'utilisateurs

- Relevé de courbes caractéristiques de machines typiques
- Une machine spécialement fabriquée a le même comportement que des machines de puissance nettement supérieure
- 300 W – équipement standard pour les techniques d'entraînement et la mécatronique
- 1 kW – équipement supérieur pour technique d'entraînement, mécatronique et technique de l'énergie



Sécurité d'utilisation

Tous les branchements sont réalisés avec des câbles sécurisés et bornes 4mm de sécurité

- Grande sécurité de câblage
- Identification univoque des connexions
- Marquage selon les normes DIN/IEC
- Toutes les pièces en rotation sont protégées par des caches
- Protection de la machine contre la surcharge thermique par des capteurs de température

Manipulation optimale

Toutes les machines d'une classe de puissance disposent des mêmes hauteurs d'arbre et sont équipées d'un châssis qui amortit les vibrations.

- Permet un assemblage aisé et stable des machines et des accessoires
- Manchons de couplage élastiques sans jeu
- Fonctionnement par friction sans défaut

COMPLET – LE BANC D’ESSAI DE MACHINES ÉLECTRIQUES À SERVOCOMMANDE

+ Classe 300 W et 1 kW disponibles

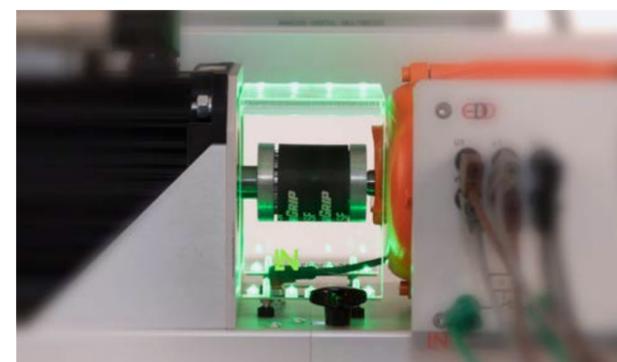


Calculateur

- Propulsion et freinage dans quatre quadrants
- Fonctionnement dynamique et statique
- Interface USB à isolation galvanique pour une sécurité accrue contre les perturbations
- Détermination du régime et du couple
- Amplificateur de mesure intégré pour la mesure du courant et de la tension
- Écran tactile 5,7" facilitant la commande
- Réduction du bruit grâce à un système de refroidissement innovant

Unité d'entraînement

- Servomoteur autorefroidi
- Enregistrement intégré du régime et de la position du rotor via un résolveur
- Contrôle de la température par le biais d'une sonde de température intégrée
- Système sans dérive ni calibrage
- Système enfichable Speed-Connect pour des temps de rééquipement raccourcis
- Grandes réserves de charge pour une émulation fidèle et précise des charges



Le banc d'essai de machines électriques à servocommande est un système de contrôle complet pour l'analyse de machines électriques et entraînements. Il est composé d'un appareil de commande numérique, d'un servomoteur et du logiciel ActiveServo. Le système associe une technique de pointe et une commande des plus simples. En plus de la propulsion et du freinage, il permet d'émuler de façon réaliste des modèles de machines de travail. Il est ainsi possible d'étudier des machines, des génératrices et des entraînements en laboratoire dans des conditions typiques de l'industrie. Le système comporte dix différents modes de fonctionnement/modèles de machines de travail. Il existe pour chaque classe de puissance un système spécifiquement adapté.



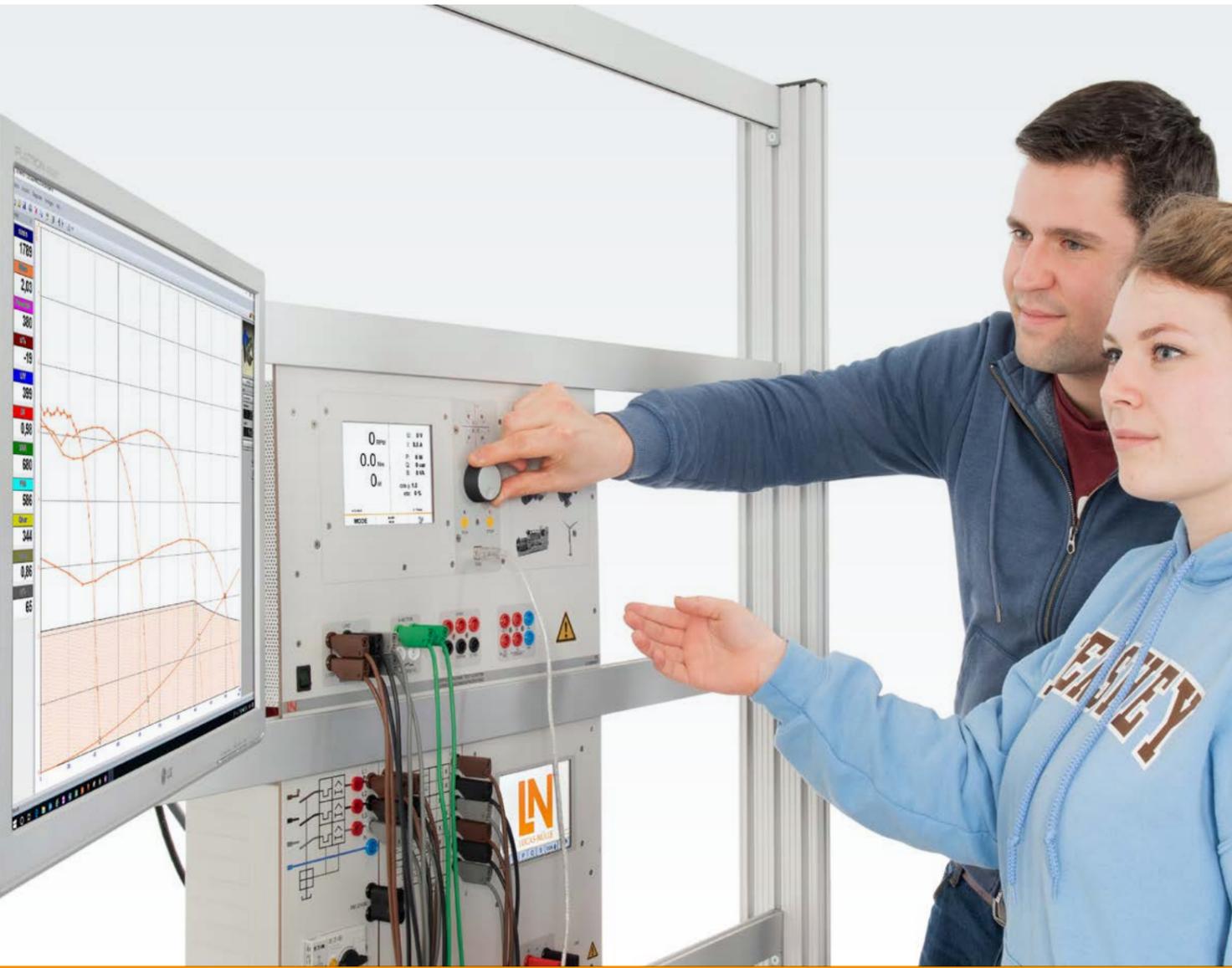
Concept de sécurité complet

- Détection de tous les capots de protection d'arbre insérés
- Protection mécanique élevée
- Éclairage intégré signalant l'intégrité des fonctions de sécurité
- Séparation de la tension d'alimentation pour les machines raccordées lorsque le capot de protection d'arbre est retiré
- Contrôle de température des échantillons d'essai

Plaque signalétique électronique EDD

- Les moteurs sont équipés d'une plaque signalétique électronique (Electronic Drive Data)
- Les données de machine pertinentes sont automatiquement prises en compte
- Préréglage de la graduation dans le logiciel ActiveServo

UTILISATION SIMPLE ET ENREGISTREMENT DES VALEURS DE MESURE SUR PC



Différents programmes spécialement adaptés aux différents besoins permettent d'utiliser le système d'essais pour machines asservies par l'intermédiaire du PC.

ActiveServo 2.0

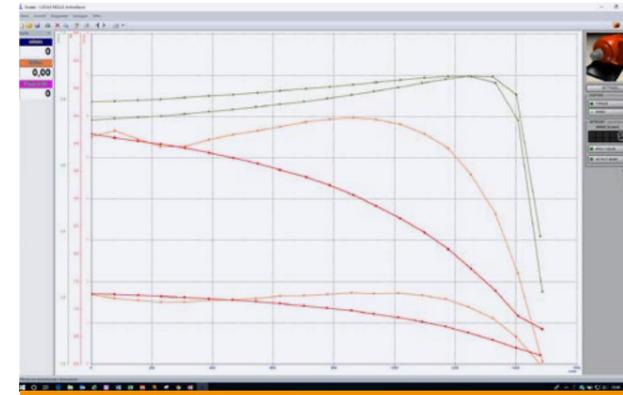
- Permet l'enregistrement de courbes caractéristiques de moteur
- Détermine les points de fonctionnement des différentes machines électriques
- Enregistre des processus dynamiques tels que le démarrage ou le freinage d'un entraînement

PosiDrive

- Paramétrage d'entraînements de positionnement
- Définition de positions de consignes avec des valeurs au choix pour les durées de rampe, le régime et le couple maximums
- Enregistrement graphique de position, couple, régime et erreur de poursuite

Intégration dans LN-SCADA for Power Lab

- Prise en charge de la commande par le logiciel SCADA
- Création, paramétrage et utilisation de commandes de génératrices
- Émulation d'éoliennes
- Les schémas de comportement complexes peuvent être programmés à l'aide de l'API logiciel



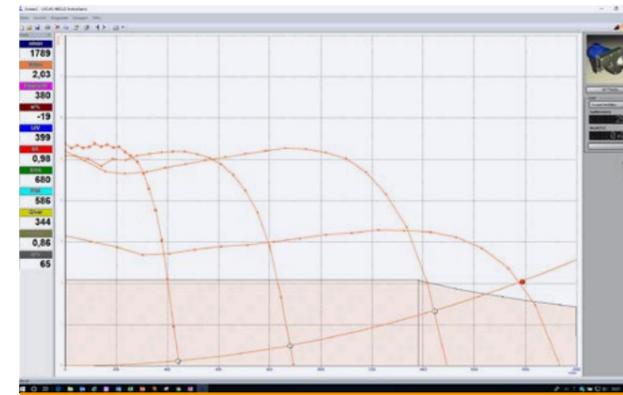
Enregistrement de courbes caractéristiques de moteurs

- Mesure dans les quatre quadrants
- Enregistrement des valeurs de mesure en mode commandé par régime ou par couple
- Mesure, calcul et représentation graphique des grandeurs mécaniques et électriques mesurées et calculées
- Fonctions de rampe librement définissables pour la réalisation assistée par PC d'essais de charge



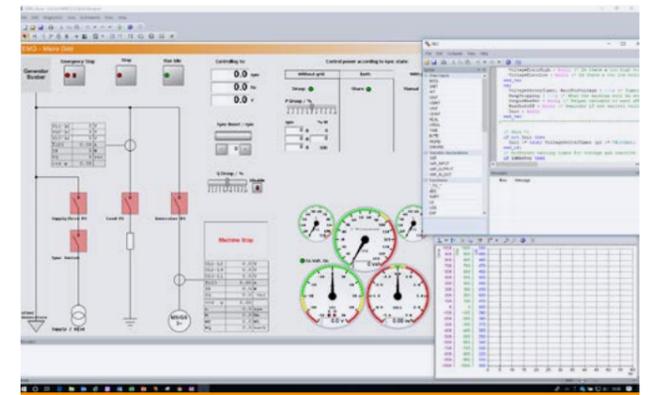
Enregistrement de processus dynamiques

- Détermination de courants de démarrage à différentes charges
- Analyse dynamique des entraînements régulés
- Émulation réaliste des machines de travail même en cas de processus dynamiques
- Affichage des grandeurs électriques sous forme de valeur instantanée ou de valeur efficace



Détermination de points de travail

- Superposition des courbes des machines d'entraînement et de travail
- Émulation fidèle et réaliste de pompes, ventilateurs, outils de levage, calandres, masses d'inertie, compresseurs à piston, entraînements à bobine ainsi que d'une machine de travail à définir librement
- Détermination de points de travail
- Détermination de la plage de travail et de surcharge



Intégration dans LN-SCADA for Power Lab

- Intégration aisée au logiciel SCADA
- Commande et affichage des valeurs de mesure en temps réel
- Affichage des valeurs de mesure sur la durée
- Commande au moyen de l'API logiciel intégré
- Peut être adressé comme client OPC ou client distant SCADA

MULTIMÈTRE ANALOGIQUE/NUMÉRIQUE - QUATRE INSTRUMENTS DE MESURE DIFFÉRENTS COMBINÉS EN UN SEUL APPAREIL



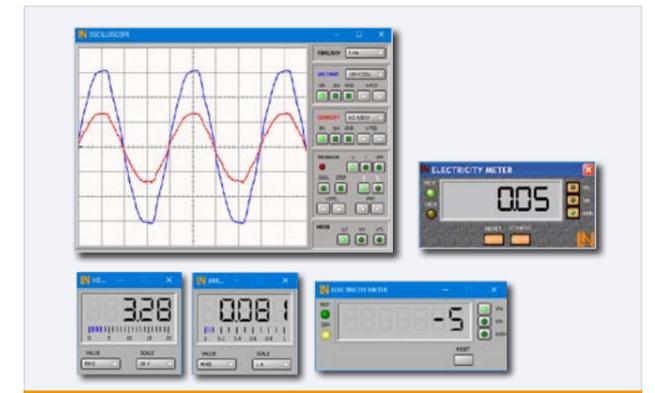
+ Power Meter

Les domaines des machines électriques, de l'électronique de puissance et des techniques d'entraînement posent des exigences particulières aux instruments de mesure. En plus d'une protection élevée contre les surcharges, les valeurs mesurées doivent être enregistrées indépendamment de l'allure de courbe. Le multimètre analogique/numérique est spécialement conçu pour répondre à ces besoins. Il remplace jusqu'à quatre instruments de mesure différents : il mesure le courant, la tension, la puissance et l'angle de phase. L'affichage graphique permet une utilisation dans le cadre d'expériences réalisées par des apprenants, de même que des expériences de démonstration.



Équipement

- Mesure simultanée et indépendante de l'allure de la courbe, de la tension et du courant (mesure de tensions cadencées)
- Calcul de la puissance apparente, active et réactive ainsi que du facteur de puissance
- Électriquement indestructible jusqu'à 20 A / 600 V
- Grand écran graphique couleur et rétroéclairé
- Affichage grand format ou affichage de 4 valeurs de mesure maximum



Connexion au PC

Toutes les valeurs de mesure peuvent être affichées sur le PC avec l'interface USB. Les instruments suivants sont disponibles :

- Affichage de tension, de courant et de puissance
- Compteur d'énergie pour le fonctionnement en tant que moteur et en tant que génératrice
- Oscilloscope pour affichage du courant, de la tension et de la puissance
- Enregistreur de données pour enregistrement d'un maximum de 14 grandeurs de mesure différentes

MACHINES ÉLECTRIQUES

Les machines électriques sont des composants importants des systèmes de production modernes, et font donc l'objet de nombreuses disciplines techniques. Il est impératif de connaître précisément leur fonctionnement et leurs caractéristiques pour les intégrer au mieux dans des installations modernes. Cela exige de nouvelles qualifications pour la mise en service et le fonctionnement.

Avec les systèmes d'apprentissage de Lucas-Nülle, vous enseignez toutes les compétences requises dans des exercices et des projets pratiques. Les cours interactifs d'apprentissage accompagnant, ces systèmes dispensent les notions fondamentales et le mode de fonctionnement des machines électriques et montrent les courbes caractéristiques.

MACHINES À COURANT CONTINU



UNITRAIN
SYSTEM

Machine shunt - Machine série - Machine compound - Machine universelle

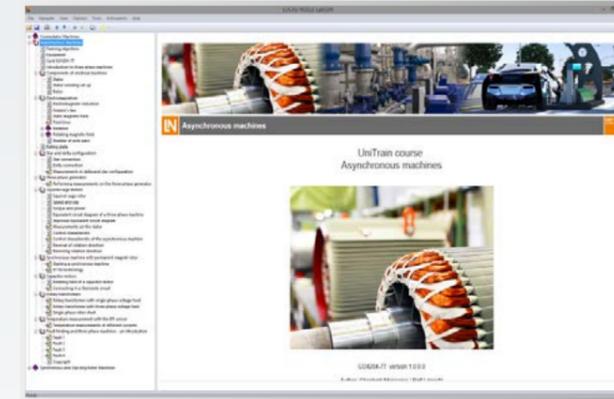
Ce sont toujours les machines à courant continu qui constituent la porte d'entrée au sujet des « machines électriques ». Dans la pratique industrielle, ces moteurs sont encore utilisés principalement comme petits entraînements à excitation permanente.

Contenus didactiques

- Machine shunt, machine série, machine compound, machine universelle
- Raccorder des machines à courant continu
- Commencer des essais de démarrage
- Régler une zone neutre
- Analyser le comportement en cas d'affaiblissement de champ
- Se familiariser avec les méthodes de commande du régime
- Procéder à des essais du mode génératrice et de freinage

Réf. CO4204-7R

MACHINES ASYNCHRONES



UNITRAIN
SYSTEM

Moteur à cage d'écureuil - Moteur à aimant permanent - Moteur à condensateur - Moteur à rotor en court-circuit

En raison de leur très large diffusion, les machines asynchrones ont une importance cruciale - notamment en formation.

Contenus didactiques

- Naissance des champs tournants statoriques et rotoriques
- Mesure de tension et de courant sur le stator
- Raccordement du stator en étoile ou en triangle
- Différence de comportement en cas de différents rotors
- Comportement au démarrage ainsi que dans la plage d'affaiblissement de champ
- Recherche d'erreurs

Réf. CO4204-7T

MACHINES SYNCHRONES À BAGUES COLLECTRICES



UNITRAIN
SYSTEM

Machine synchrone –Bagues Collectrices – Machine à réluctance

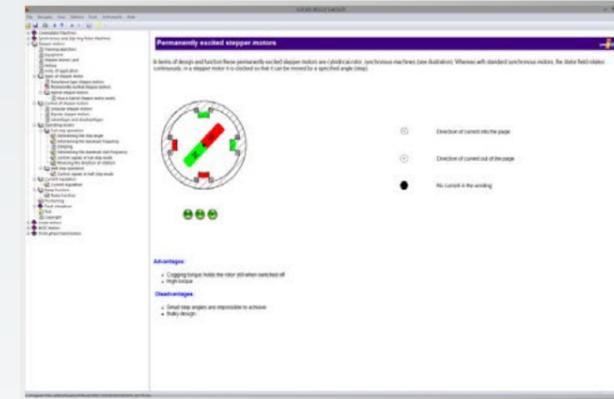
Les machines synchrones sont utilisées avant tout comme génératrices dans la production d'énergie et comme entraînements très dynamiques (servomoteurs).

Contenus didactiques

- Explication de la technologie et de son application en pratique
- Acquisition de la physique nécessaire à la compréhension
- Démarrage de machines avec des résistances de démarrage ainsi qu'une fréquence variable
- Commande du régime
- Influence des enroulements de rotor ouverts ou câblés
- Effet de différentes tensions d'excitation

Réf. CO4204-7V

MOTEUR PAS À PAS



UNITRAIN
SYSTEM

Formes de construction – Principe de fonctionnement – Positionnement

Les moteurs pas à pas offrent une solution avantageuse aux problèmes de positionnement. Ils sont donc produits en grandes quantités pour une multitude d'applications industrielles.

Contenus didactiques

- Illustration de la technologie de moteur pas à pas par des animations, de la théorie et des expériences
- Principes de commande
- Démonstration des différences entre deux procédés de limitation du courant
- Limites du moteur pas à pas
- Problèmes de positionnement complexes

Réf. CO4204-7W

MOTEUR À COURANT CONTINU SANS BALAIS/SERVOMOTEUR



UNITRAIN
SYSTEM

Mode de fonctionnement – Saisie de position – Régulation

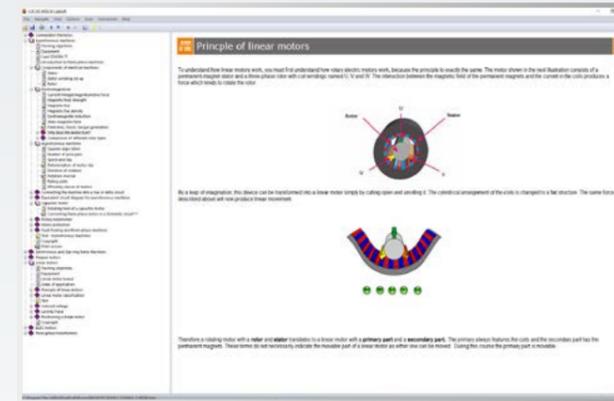
Les moteurs à courant continu sans balais (BLDC) sont utilisés dans les secteurs et les applications les plus diversifiées. Les moteurs BLDC ont un fort rendement et fonctionnent comme des moteurs synchrones à excitation permanente.

Contenus didactiques

- Structure et fonctionnement du moteur et de l'électronique de commande
- Analyse du système de codeurs
- Analyse de l'alimentation en courant du moteur
- Structure d'un entraînement piloté par couple ou par régime

Réf. CO4204-7Z

MOTEUR LINÉAIRE



UNITRAIN
SYSTEM

Fonctionnement – Applications – Positionnement

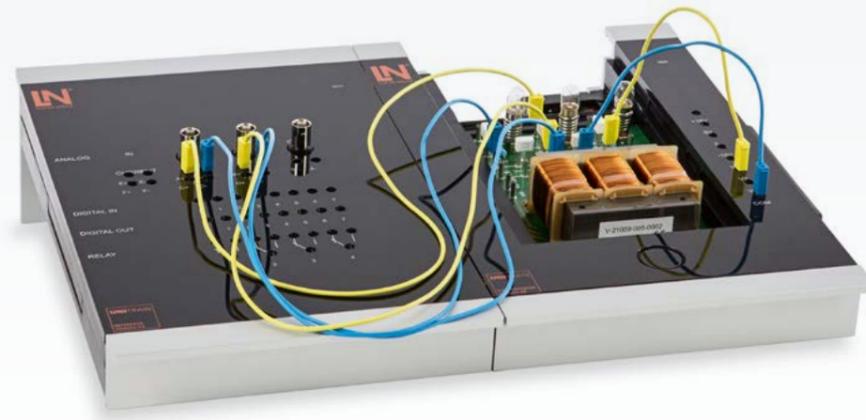
Les moteurs linéaires sont utilisés dans toutes les applications qui nécessitent un déplacement linéaire. Les moteurs linéaires sont devenus incontournables même dans les applications d'automatisation modernes.

Contenus didactiques

- Structure, mode de fonctionnement et comportement en service de moteurs linéaires
- Signification des termes « force de Lorentz » et « tension induite »
- Domaines d'application des moteurs linéaires
- Différentes formes de moteurs linéaires
- Détermination de la constante de moteur
- Positionnement avec un moteur linéaire
- Procédure de détermination de position (encodeur, capteurs à effet Hall)
- Détermination de position à l'aide de capteurs analogiques à effet Hall

Réf. CO4204-7X

TRANSFORMATEURS MONO- ET TRIPHASÉS



UNITRAIN
SYSTEM

Formes - Types de raccordement - Comportement en charge

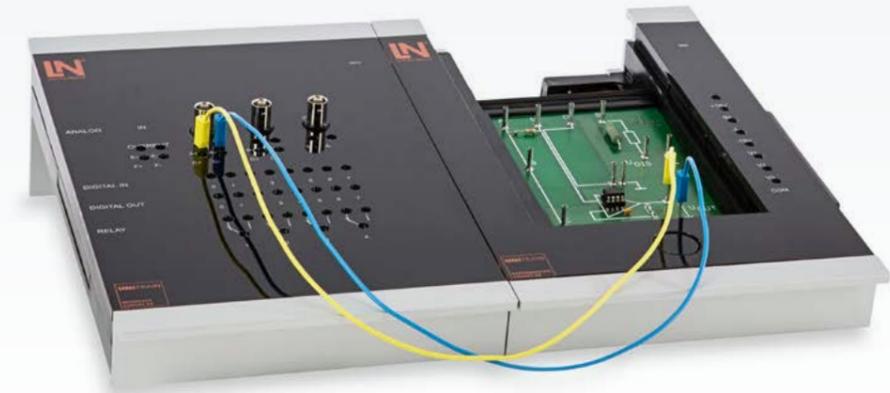
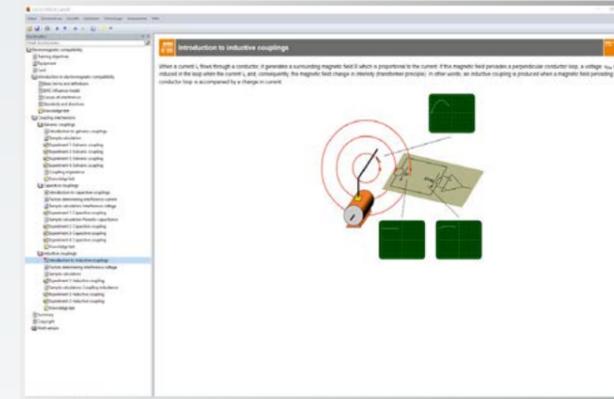
Les transformateurs sont des machines électriques qui convertissent les courants alternatifs ou triphasés à des tensions supérieures ou inférieures. Les transformateurs triphasés sont notamment très importants dans la transmission de l'énergie électrique.

Contenus didactiques

- Apprentissage du principe du transformateur et schéma d'équivalence
- Relevé de courant et de tension avec et sans charge
- Analyse du rapport de transformation
- Analyse de cas de charge avec différents groupes de couplage
- Analyse de charges asymétriques sur différents groupes de couplage
- Détermination de la tension de court-circuit

Réf. CO4204-7Y

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM)



UNITRAIN
SYSTEM

Effet de couplage - Résistance aux perturbations - Normes

Les aspects de compatibilité électromagnétique d'un circuit jouent un rôle majeur dans la conception et l'analyse des erreurs.

Les effets de couplage à l'intérieur du circuit sont tout aussi importants que les perturbations.

Contenus didactiques

- Concept de compatibilité électromagnétique, CEM
- Description des effets de couplage électromagnétiques
- Analyse du couplage galvanique, inductif et capacitif entre des pistes conductrices
- Mesures d'amélioration des propriétés de CEM d'un circuit
- Mesures de renforcement de la résistance aux perturbations d'un circuit

Réf. CO4204-4K

FABRIQUER DES TRANSFORMATEURS MONO- ET TRIPHASÉS



La fabrication de transformateurs est au cœur de ce système d'apprentissage. Il enseigne la structure et le fonctionnement des transformateurs en pratique.

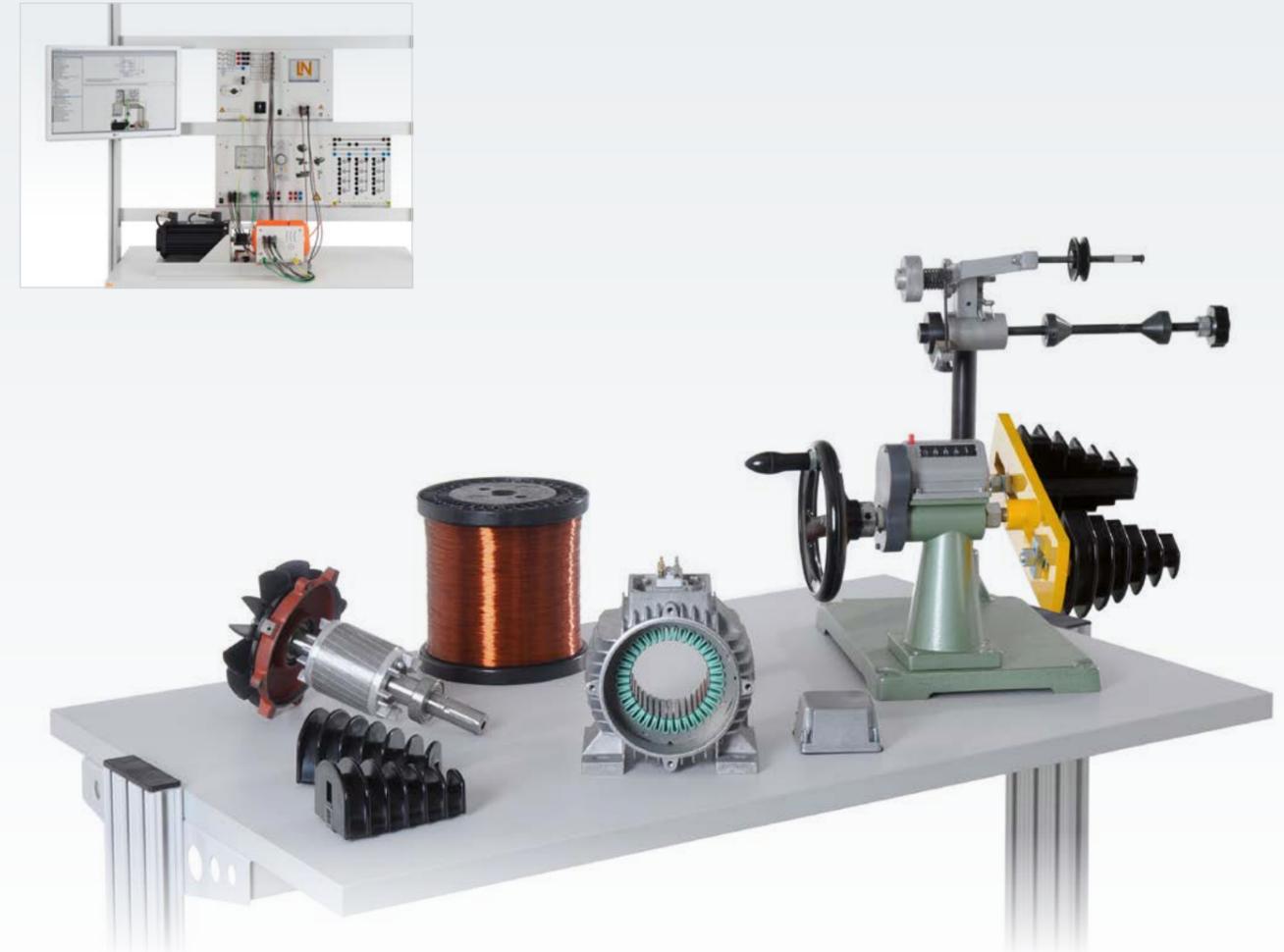
Le système d'apprentissage comprend tous les composants et outils nécessaires à la fabrication de transformateurs. La plupart des composants sont réutilisables, de sorte que le transformateur peut être démonté une fois les essais réalisés.

Le comportement en service des transformateurs à différentes charges fait l'objet d'autres essais.

Contenus didactiques

- Structure et fonctionnement de transformateurs mono- et triphasés
- Calcul des données d'enroulement
- Fabrication des enroulements
- Test de fonctionnement normalisé du transformateur
- Différences de comportement en service à différentes charges et avec différents groupes de couplage

FABRICATION D'UN MOTEUR TRIPHASÉ À CAGE D'ÉCUREUIL



Ce système d'apprentissage enseigne l'enroulement d'un moteur triphasé à cage d'écureuil.

Les apprenants fabriquent pour cela des bobines qu'ils posent dans le stator et qu'ils branchent.

Ils obtiennent alors un moteur entièrement fonctionnel. La structure et le fonctionnement d'un moteur sont ainsi enseignés au plus proche de la pratique.

Le système d'apprentissage comprend tous les composants et outils nécessaires à la fabrication du moteur triphasé asynchrone.

La plupart des composants peuvent être réutilisés une fois les essais réalisés.

Les différents comportements en service font l'objet d'autres essais à l'aide d'un banc d'essai pour machines.

Contenus didactiques

- Structure électrique et mécanique du moteur
- Détermination des données d'enroulement
- Fabrication des enroulements
- Pose et câblage des enroulements
- Test de fonctionnement normalisé du moteur
- Raccordement, branchement et mise en service
- Enregistrement du rapport régime/couple

MACHINES À COURANT CONTINU

+
Classe 300 W et 1 kW disponibles



Machine shunt - Machine série - Machine compound

Les machines à courant continu constituent toujours la base de la formation aux machines électriques. Elles montrent de façon simple les possibilités de commande et de régulation.

Contenus didactiques

• Fonctionnement du moteur

- ' Raccordement du moteur
- ' Comparaison des différents types de machines
- ' Caractéristiques et courbes caractéristiques typiques de la machine
- ' Régulation du régime avec démarreur et régulateur de champ
- ' Modification du sens de rotation

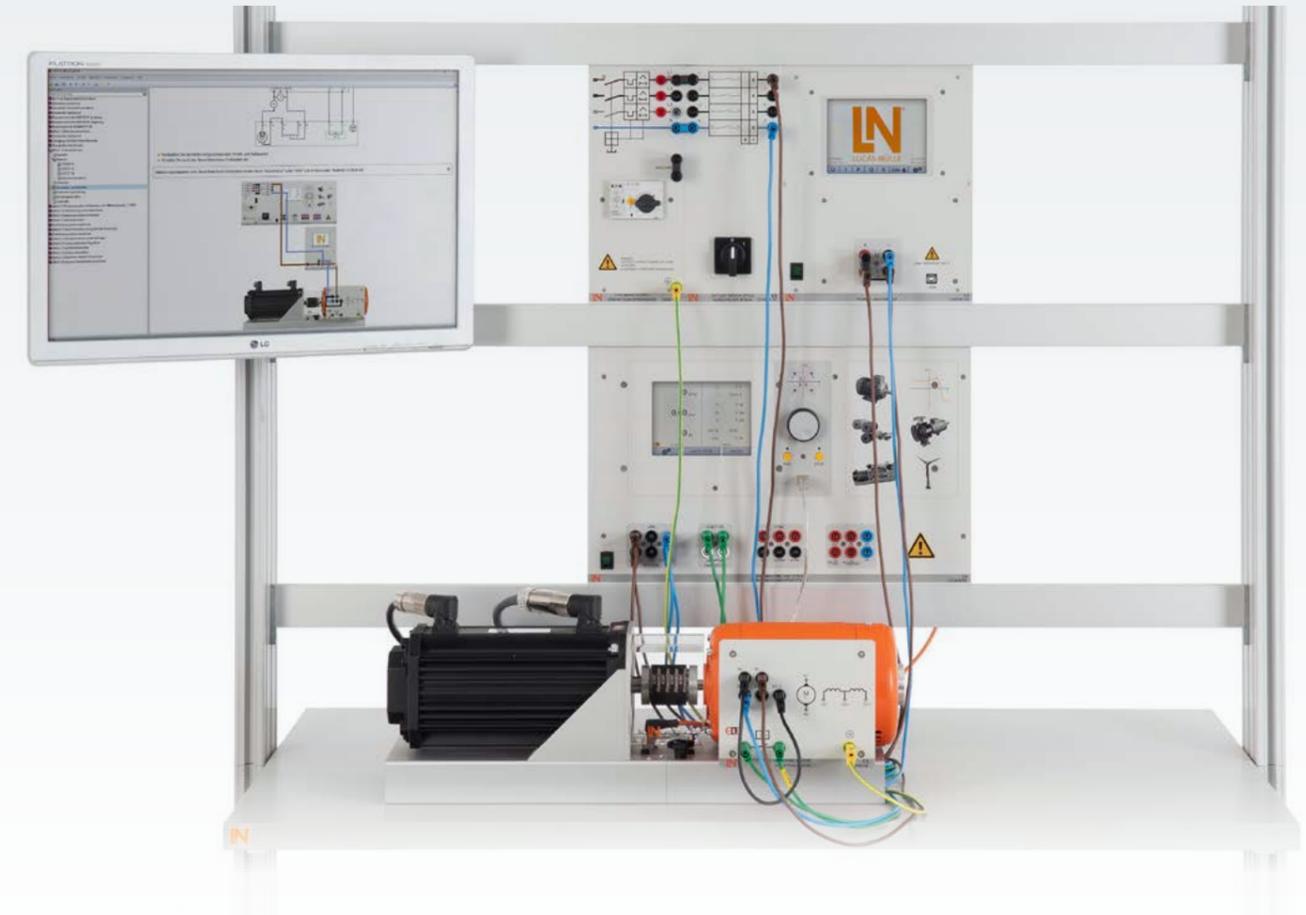
• Mode génératrice

- ' Raccordement de la génératrice
- ' Tension d'induit en fonction du courant d'excitation
- ' Fonctionnement et utilisation du régulateur de champ
- ' Commande par tension auto-excitée et excitée de l'extérieur
- ' Diagramme de charge de la génératrice

Réf. EEM 2

MACHINES À COURANT ALTERNATIF - MOTEUR UNIVERSEL

+
Classe 300 W et 1 kW disponibles



Moteur universel

Les moteurs universels font partie des machines à collecteur et servent d'entraînement à la plupart des outils électriques et appareils électroménagers.

On les trouve jusqu'à une puissance d'environ 2 kW. La simplicité d'ajustement du régime rend la proportion de moteurs universels considérablement élevée parmi les machines à courant alternatif.

Contenus didactiques

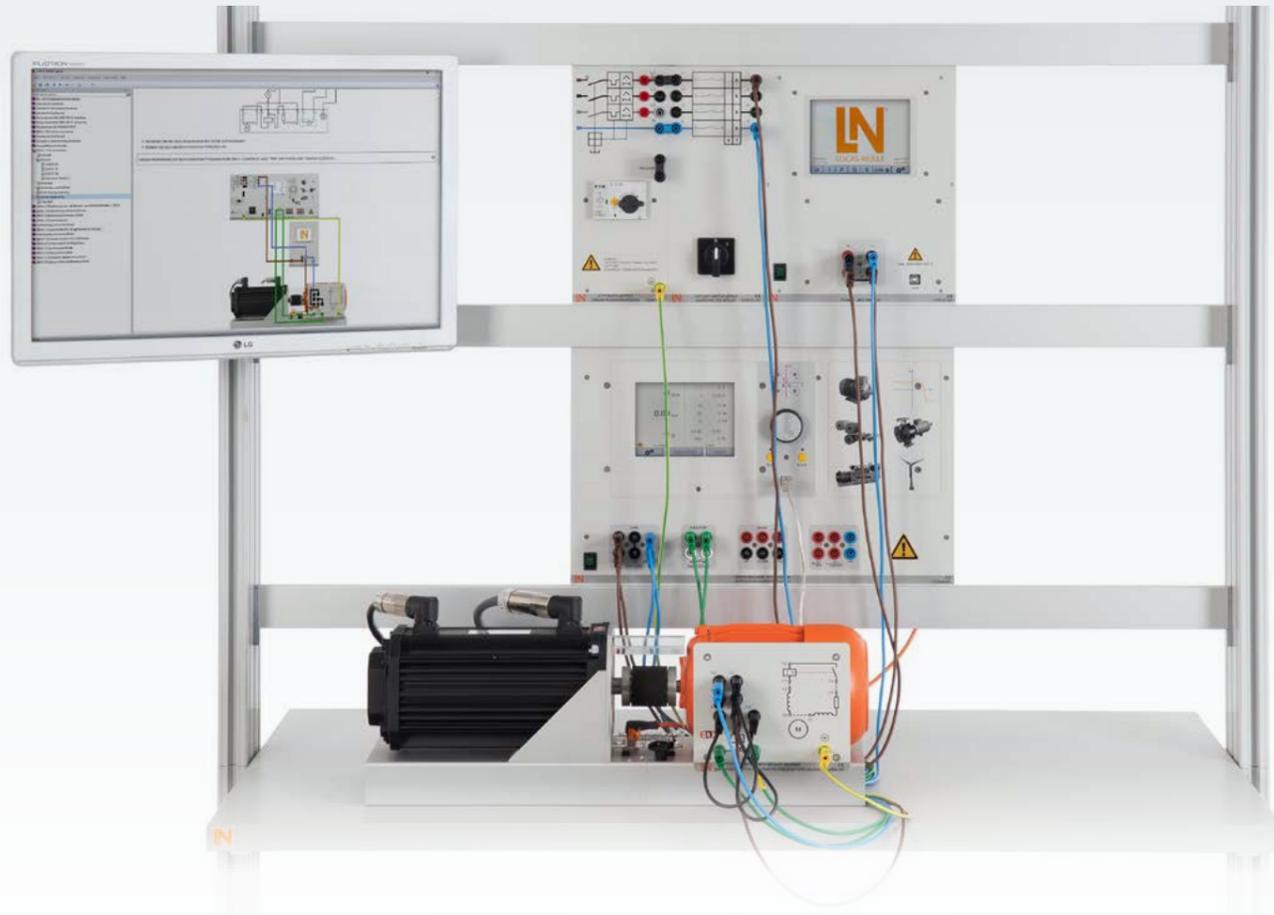
- Raccordement, branchement et mise en service
- Modification du sens de rotation
- Fonctionnement avec tension alternative et continue
- Enregistrement du rapport régime/couple
- Fonctionnement avec différentes machines de charge, par ex. ventilateur

Réf. EEM 3.1

MOTEUR MONOPHASÉ AVEC BOBINE DE DÉMARRAGE BIFILAIRE



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les moteurs monophasés avec bobine de démarrage bifilaire font partie des machines asynchrones. En plus d'une bobine principale, ils possèdent aussi une bobine de démarrage avec une résistance intérieure élevée en partie bifilaire et donc sans effet du point de vue magnétique. Elle est désactivée après le démarrage. Ces moteurs ne comportent pas de pièces soumises à usure telles qu'un collecteur ou des bagues collectrices, et fonctionnent à un régime fixe, presque synchrone. La plage de puissance va jusqu'à environ 2 kW.

Contenus didactiques

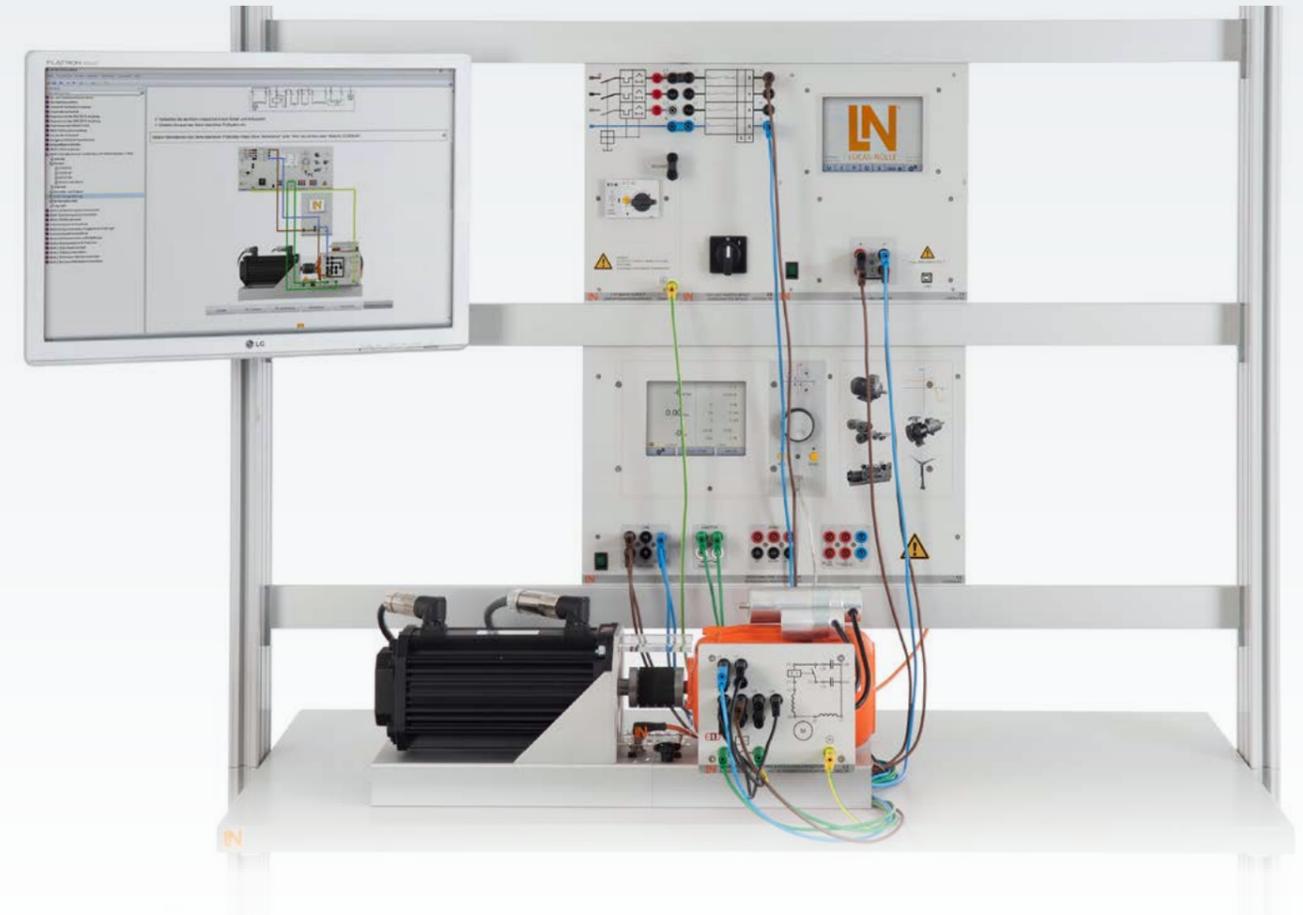
- Raccordement, branchement et mise en service
- Modification du sens de rotation
- Enregistrement du rapport régime/couple
- Fonctionnement sur différentes machines de charge, par ex. ventilateur

Réf. EEM 3.3

MOTEUR MONOPHASÉ AVEC CONDENSATEUR DE DÉMARRAGE ET DE SERVICE



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les moteurs monophasés avec condensateur de démarrage et de service font partie des machines asynchrones. En plus d'une bobine principale, ils présentent une bobine auxiliaire avec un condensateur monté en série. Ces moteurs ne comportent pas de pièces soumises à usure telles qu'un collecteur ou des bagues collectrices, et fonctionnent à un régime fixe, presque synchrone. La plage de puissance va jusqu'à environ 2 kW. Les moteurs à condensateur équipent aussi bien les appareils électroménagers que les réfrigérateurs ou les petits entraînements des machines de production.

Contenus didactiques

- Raccordement, branchement et mise en service
- Modification du sens de rotation
- Service avec et sans condensateur de démarrage
- Enregistrement du rapport régime/couple
- Démarrage avec et sans condensateur de démarrage
- Analyse du relais de courant

Réf. EEM 3.4

MOTEUR À ÉCONOMIE D'ÉNERGIE



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les économies d'énergie nécessitent des progrès techniques. Notre monde automatisé est de plus en plus souvent actionné par des moteurs électriques. Ils constituent ainsi un moyen de choix pour améliorer l'efficacité énergétique. Les moteurs à efficacité énergétique nous permettent donc de préserver l'environnement et, bien sûr, de réduire les coûts d'exploitation.

Contenus didactiques

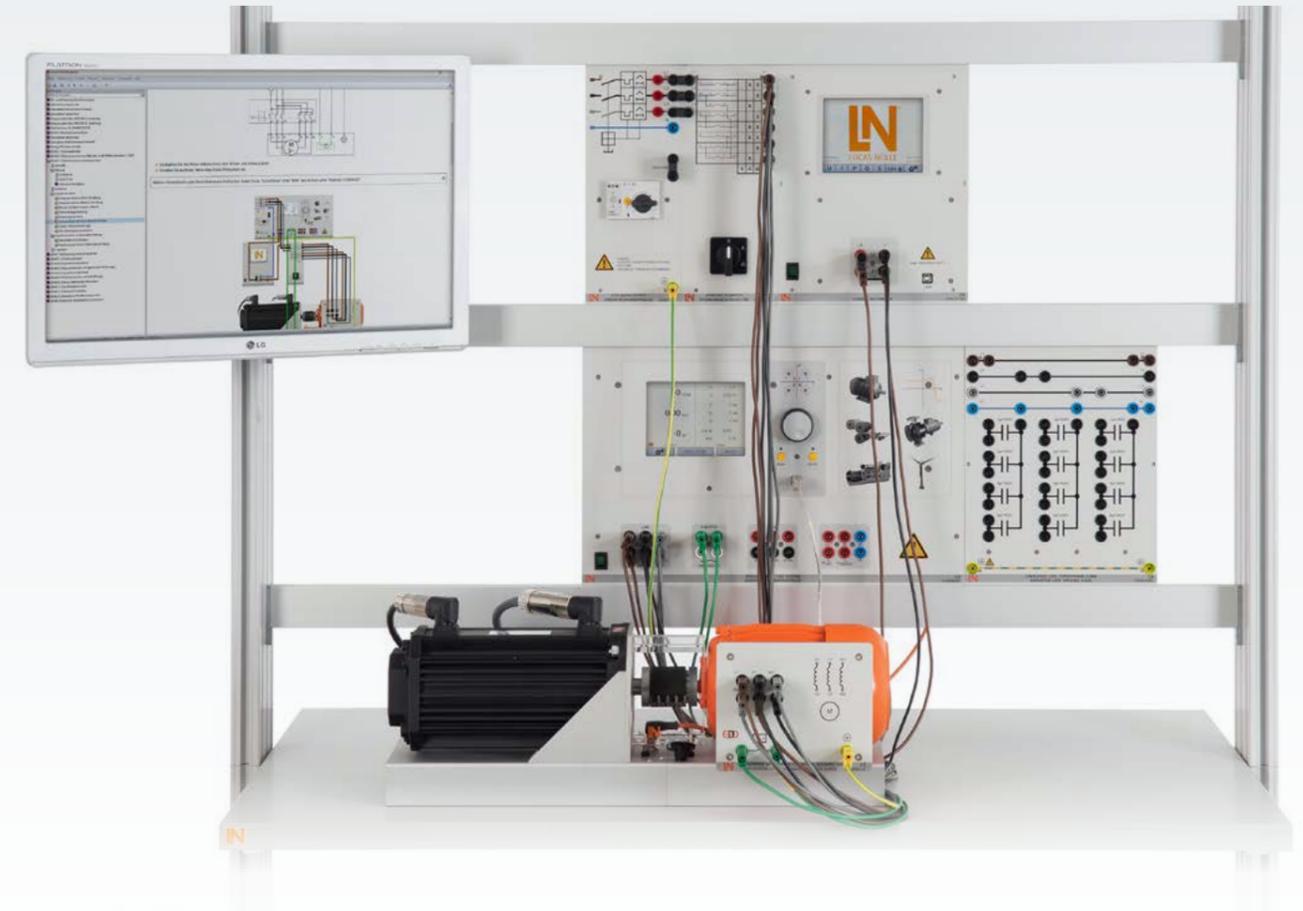
- Structure et fonctionnement des moteurs à économie d'énergie
- Classes d'efficacité énergétique pour les moteurs
- Comparaison entre un moteur à rendement énergétique et un moteur standard
- Caractéristiques des moteurs à économie d'énergie
- Détermination des économies potentielles

Réf. EEM 11.2

MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ À CAGE D'ÉCUREUIL



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les moteurs triphasés à cage d'écureuil sont les moteurs les plus fréquemment utilisés dans l'industrie. Ces moteurs robustes ne nécessitent pas de maintenance et se fabriquent à moindre coût. On trouve ces moteurs à de faibles puissances de l'ordre du watt, jusqu'à des puissances de plusieurs mégawatts. L'utilisation de variateurs de fréquences modernes permet de varier le régime de ces moteurs quasiment sans perte, de sorte qu'on leur trouve sans cesse de nouveaux domaines d'application.

Contenus didactiques

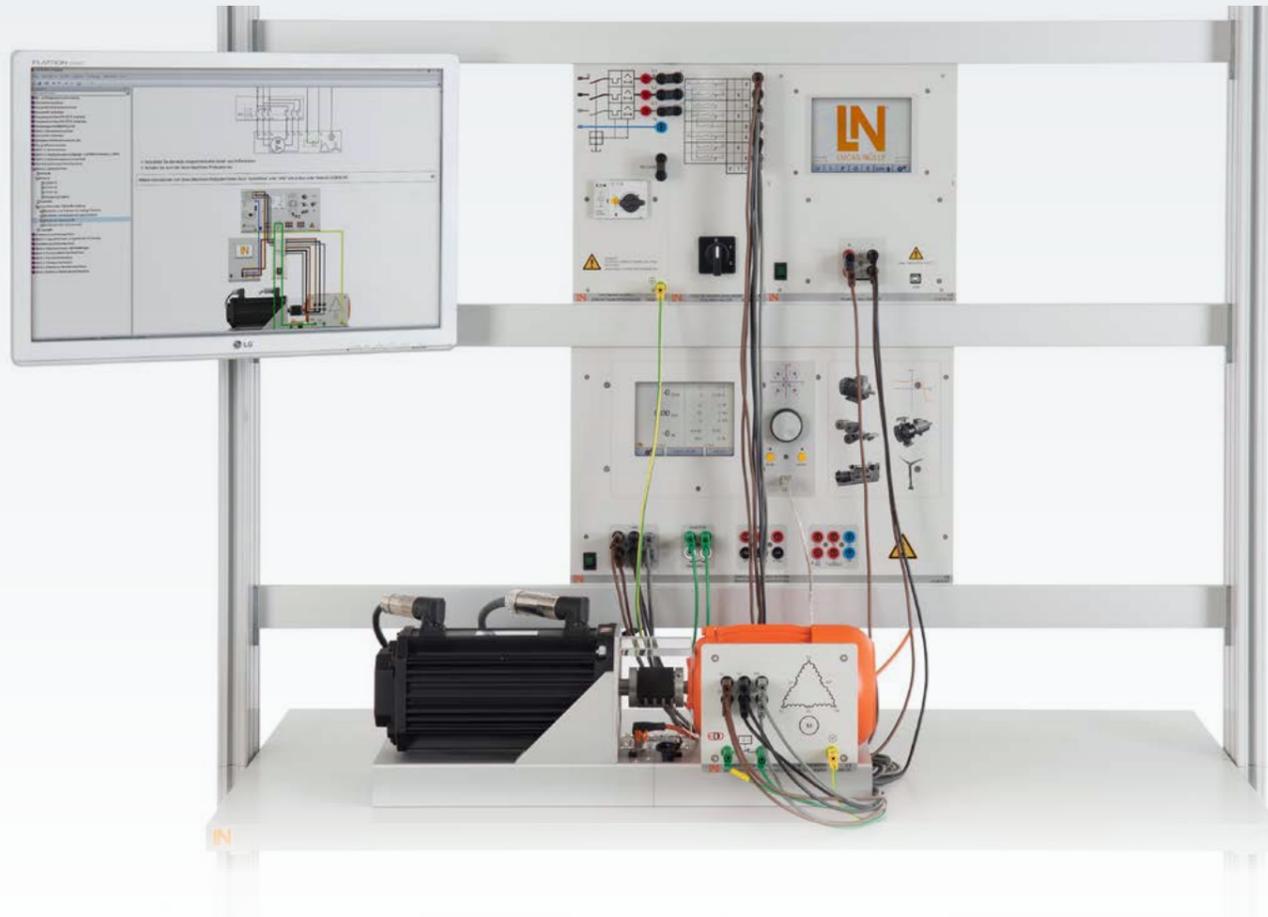
- Raccordement, branchement et mise en service
- Fonctionnement en montage en étoile et en triangle
- Utilisation d'un commutateur étoile-triangle
- Enregistrement du rapport régime/couple
- Fonctionnement sur différentes machines de charge, par ex. ventilateur, outil de levage

Réf. EEM 4.1

MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ À PÔLES VARIABLE DAHLANDER



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Le moteur triphasé à câblage Dahlander permet, grâce à son enroulement spécifique, de faire fonctionner un moteur triphasé à cage d'écureuil avec deux régimes.

Avec ce montage, le rapport entre les deux régimes est de 2:1.

Avec ce type de moteur, il est possible de construire aisément des entraînements avec deux régimes, par exemple pour un ventilateur à deux niveaux de puissance.

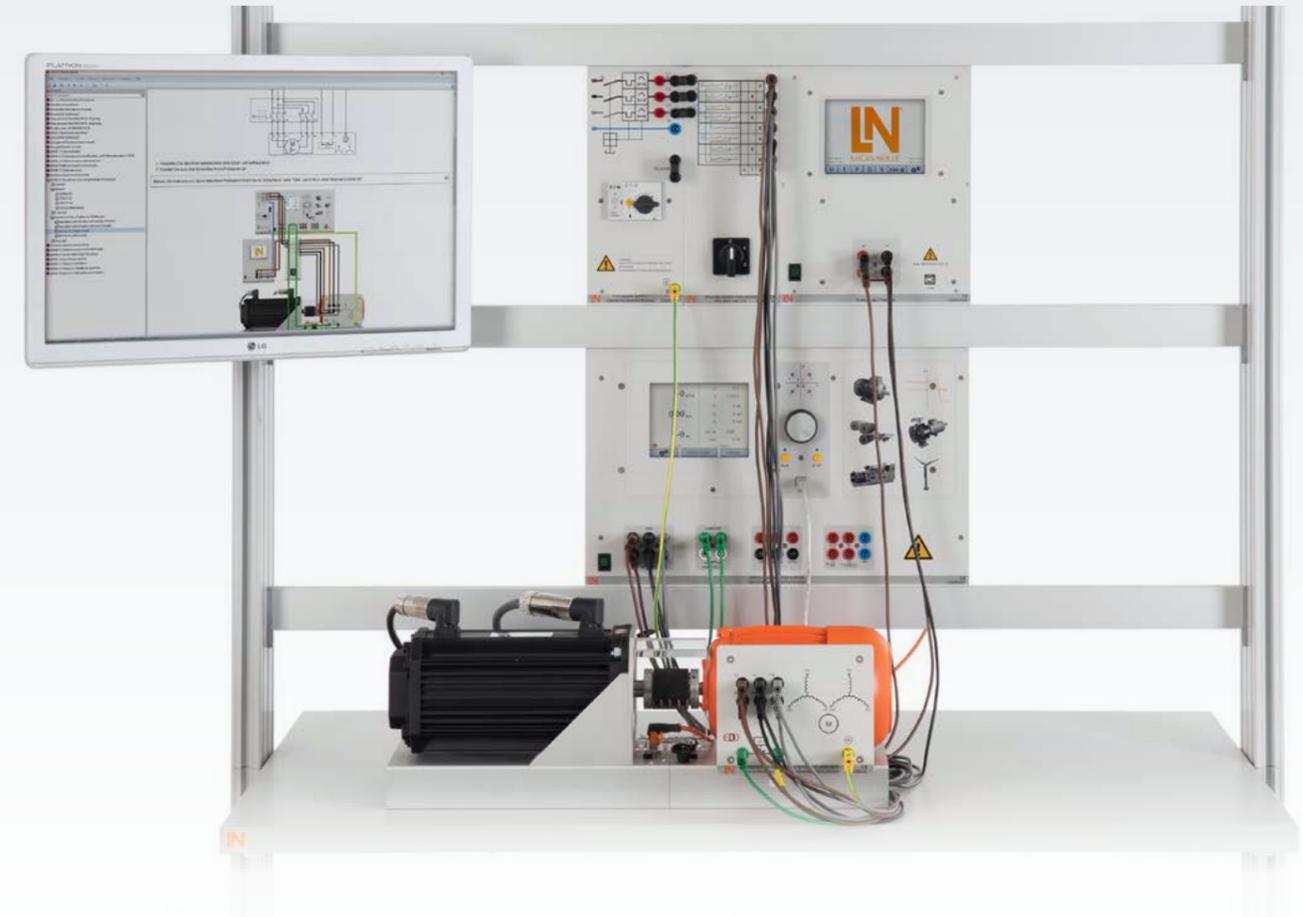
Contenus didactiques

- Raccordement, branchement et mise en service
- Fonctionnement à haut et à bas régime
- Utilisation d'un inverseur de polarité
- Enregistrement du rapport régime/couple
- Fonctionnement sur différentes machines de charge, par ex. ventilateur, outil de levage

MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ À DEUX ENROULEMENTS DISTINCTS



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Ce système est constitué de deux moteurs triphasés dans un boîtier aux enroulements distincts.

Les deux enroulements fonctionnant séparément l'un de l'autre, il est possible d'établir différents rapports entiers entre les régimes.

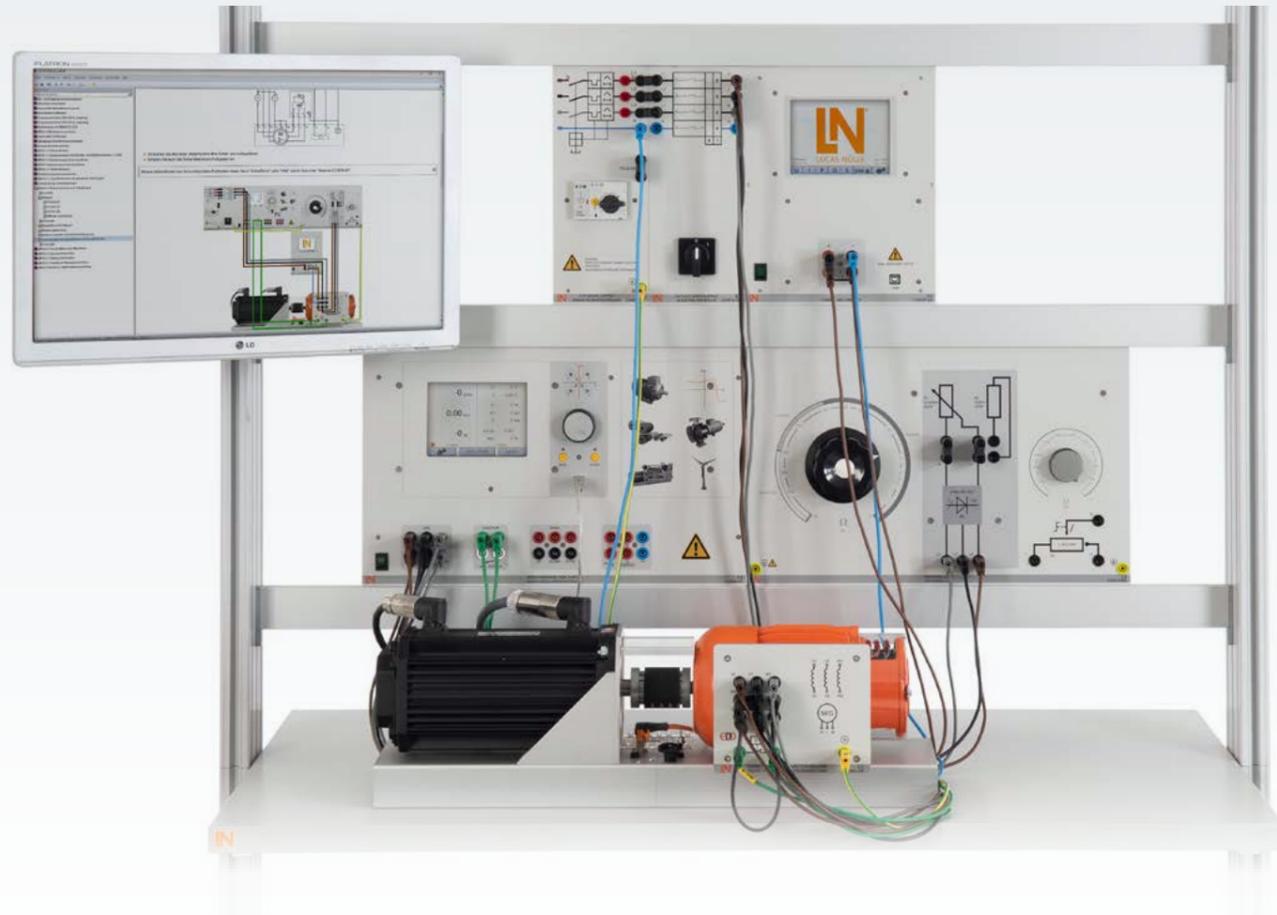
Ce moteur est utilisé dans des applications simples lorsque le rapport entre le bas et le haut régime est supérieur à deux, par exemple pour les grues avec vitesse lente et régime important.

Contenus didactiques

- Raccordement, branchement et mise en service
- Fonctionnement à haut et à bas régime
- Utilisation d'un inverseur de polarité
- Enregistrement du rapport régime/couple
- Fonctionnement sur différentes machines de charge, par ex. ventilateur, outil de levage

MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ AVEC BAGUES COLLECTRICES

+ Classe 300 W et 1 kW disponibles



Contrairement aux induits à cages d'écureuil, les induits à bagues collectrices possèdent un rotor aux bobines enroulées. Ces dernières se raccordent via des bagues collectrices à des résistances ou des convertisseurs. Ces branchements permettent de régler le régime.

Contenus didactiques

- Raccordement, branchement et mise en service
- Réglage du régime par modification de la résistance de l'induit
- Enregistrement du rapport régime/couple
- Fonctionnement sur différentes machines de charge, par ex. ventilateur, outil de levage

Réf. EEM 4.4

RECHERCHE D'ERREURS SUR DES MACHINES ÉLECTRIQUES



Le simulateur d'erreur s'enfiche tout simplement sur le moteur asynchrone à courant triphasé. Des interrupteurs d'erreur verrouillables permettent d'activer différentes erreurs qui peuvent survenir en pratique. Ces erreurs peuvent être détectées et analysées au moyen d'instruments de mesure typiques de l'industrie. Les résultats des mesures permettent alors d'élaborer des approches de réparation. Toutes les mesures sont réalisées à l'état hors tension.

Contenus didactiques

- Interruptions d'enroulement dans les bobines
- Défaut d'isolement enroulement contre enroulement
- Défaut d'isolement enroulement contre boîtier
- Combinaisons de différents défauts
- Analyse des erreurs et instructions de réparation pratiques
- Manipulation des appareils de mesure d'isolement

Réf. EEM 4.5

PROTECTION DES MACHINES ÉLECTRIQUES



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les moteurs à cage d'écureuil sont conçus pour un état de charge constant. Les modifications de l'état de charge, tout comme les courants de démarrage élevés, entraînent un échauffement du moteur inadmissible. Des capteurs surveillent la température et le courant absorbé du moteur. Ils actionnent des dispositifs de protection tels que disjoncteur de protection réglable, relais de protection du moteur ou relais à thermistance.

Contenus didactiques

- Sélection, installation et réglage de différents systèmes de protection de moteur
- Disjoncteur de protection réglable
- Relais de protection de moteur
- Protection à thermistance
- Influence des différents modes de service sur l'échauffement du moteur
- Caractéristiques de déclenchement des systèmes de protection
- Protection contre les états de charge inadmissibles

COMMUTATION MANUELLE DANS LE CIRCUIT TRIPHASÉ



Cette section de la formation se concentre sur la conception de circuits ainsi que sur le choix d'éléments de commutation et d'appareils appropriés. Des moteurs multipolaires peuvent être branchés directement dans un circuit triphasé jusqu'à une certaine classe de puissance. Il existe pour cela des appareils de commutation adaptés à chaque application.

Contenus didactiques

- Commutation manuelle dans le circuit triphasé
- Circuits de protection dans le circuit triphasé
- Mise hors circuit d'un moteur à induction triphasé à cage d'écureuil
- Couplage étoile-triangle d'un moteur à induction triphasé à cage d'écureuil
- Couplage inverseur étoile-triangle d'un moteur à induction triphasé à cage d'écureuil
- Inversion de polarité avec un moteur à induction triphasé selon Dahlander
- Inversion de polarité avec un moteur à induction triphasé avec deux enroulements séparés

COMMUTATION PAR CONTACTEURS EN CIRCUIT TRIPHASÉ AVEC CIRCUITS DE PROTECTION



Classe 300 W et 1 kW disponibles



À partir d'une certaine classe de puissance, il n'est plus possible de commuter directement des machines triphasées. C'est pourquoi ces dernières sont commutées indirectement par des circuits de protection de différents types. La formation est principalement axée sur la conception de la commande et sa structure avec contrôle de fonctionnement. Les équipements d'extension permettent de traiter des tâches de commande supplémentaires plus complètes. L'équipement de machine contient tous les moteurs et appareils nécessaires pour tester les montages de commande directe et indirecte de moteurs en circuit triphasé.

Contenus didactiques

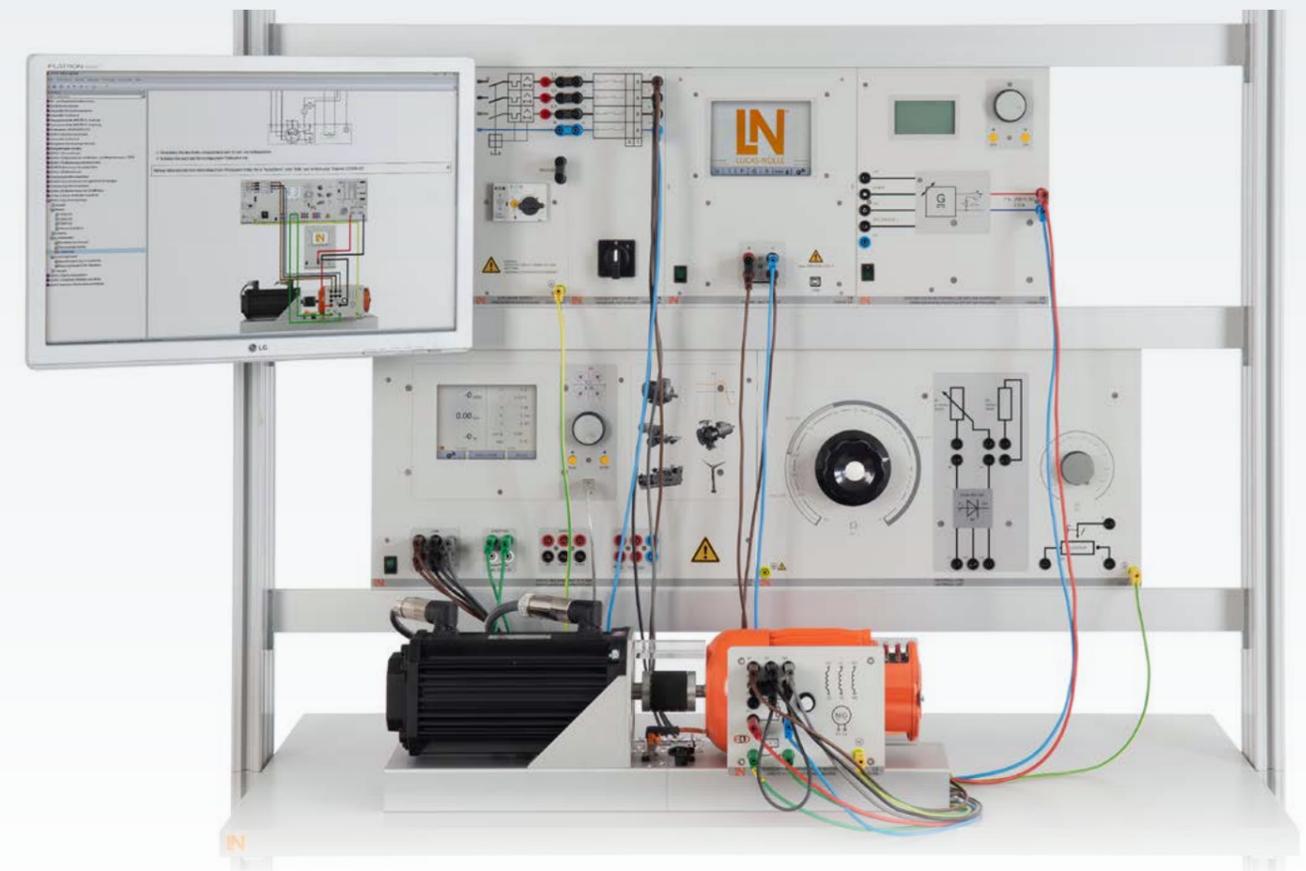
- Sélection, installation et réglage de différents systèmes de protection de moteur
- Disjoncteur de protection réglable
- Relais de protection de moteur
- Protection à thermistance
- Influence des différents modes de service sur l'échauffement du moteur
- Caractéristiques de déclenchement des systèmes de protection
- Protection contre les états de charge inadmissibles

Réf. EST 2

MOTEUR / GÉNÉRATEUR SYNCHRONE



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les machines synchrones sont surtout utilisées comme génératrices en alimentation en énergie. Leur puissance peut aller jusqu'à 2000 MVA. Les autres secteurs d'application sont les grands entraînements pour les broyeurs à ciment ou les systèmes de convoyage avec des puissances de l'ordre de plusieurs mégawatts. Des servomoteurs très dynamiques à induit à excitation permanente viennent compléter la gamme des machines synchrones. Contrairement aux machines asynchrones, ici l'induit suit le champ rotatif de façon synchrone.

Contenus didactiques

Mode moteur :

- Raccordement du moteur
- Démarrage
- Mode de déphasage
- Courbes caractéristiques de charge en mode moteur
- Caractéristiques V
- Limite de stabilité
- Sous-excitation et surexcitation

Mode génératrice :

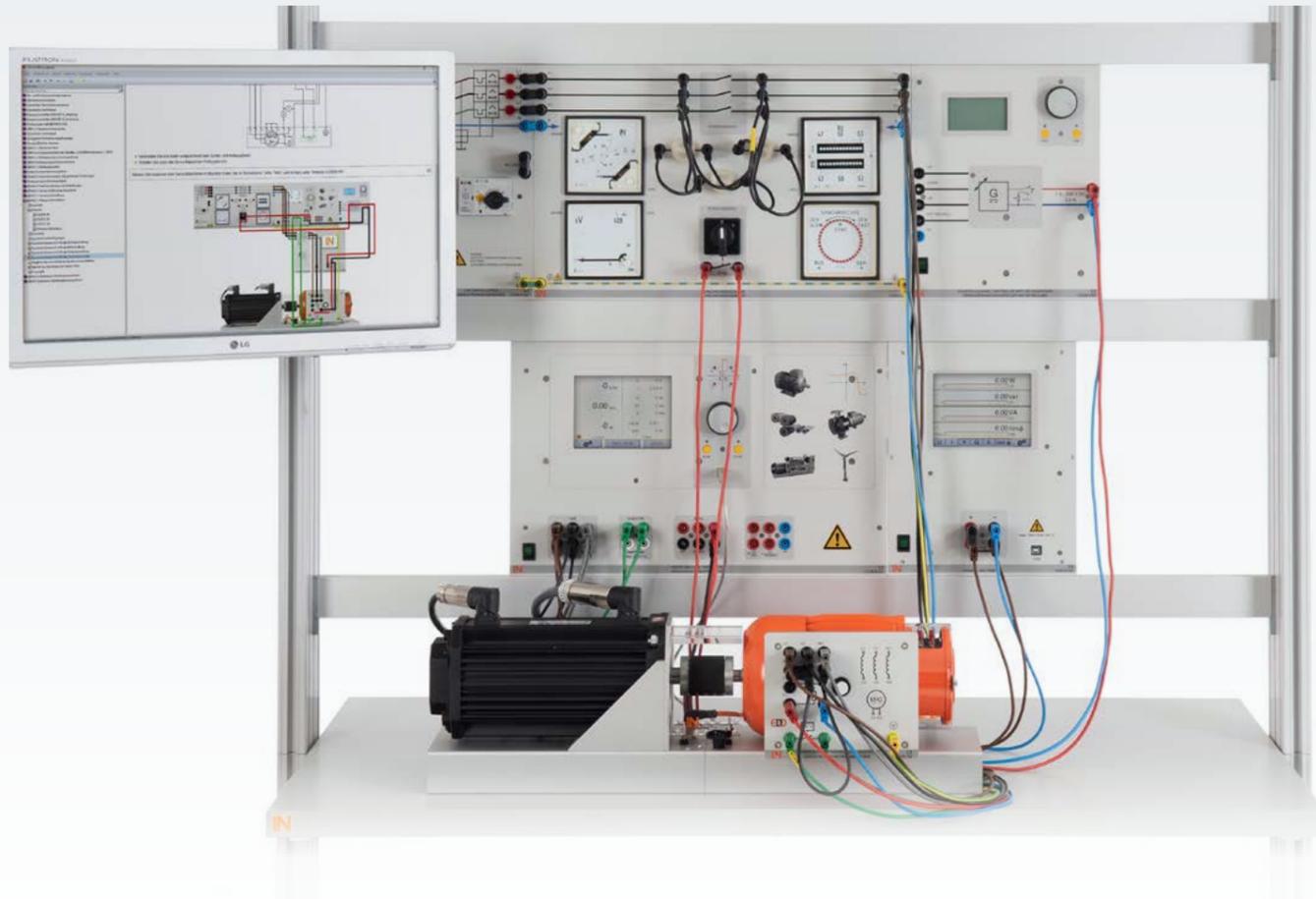
- Raccordement de la génératrice
- Régulation de tension via le courant d'excitation
- Caractéristiques de charge en mode génératrice

Réf. EEM 5.1

SYNCHRONISATION MANUELLE AVEC LE RÉSEAU



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Lors de la synchronisation avec le réseau, la génératrice non soumise à charge est branchée sur le réseau. Tension, fréquence et position de phase doivent correspondre avec le réseau. Différents instruments de mesure sont utilisés pour mesurer ces grandeurs. Le réglage des grandeurs se fait à l'aide du régime de la génératrice et de son excitation.

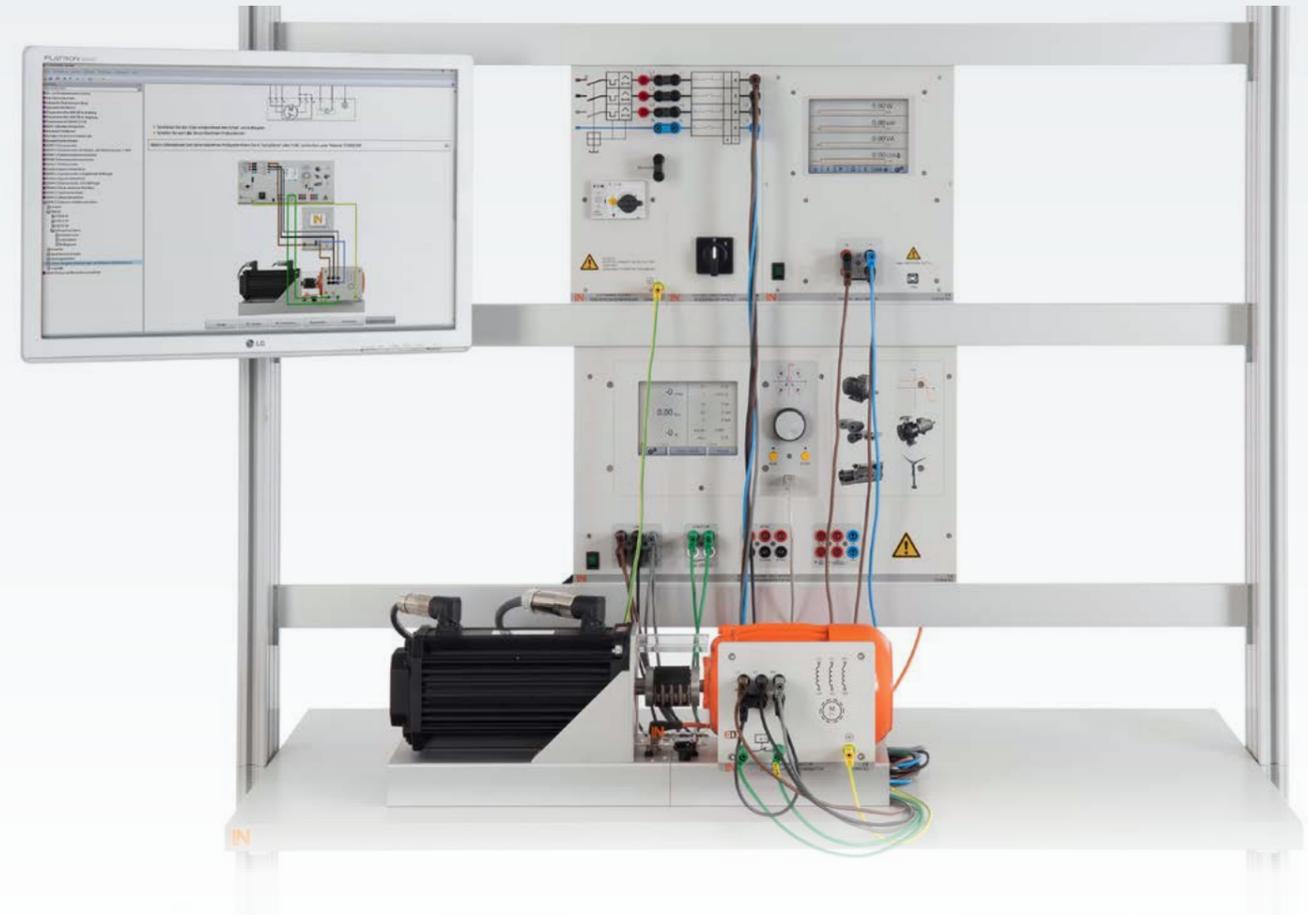
Contenus didactiques

- Synchronisation manuelle avec le réseau à l'aide du couplage à l'allumage, à l'extinction et à la permutation circulaire
- Synchronisation avec le réseau à l'aide de fréquence-mètre double, voltmètre double,
- synchroscope et mesureur de potentiel zéro
- Influence du régime de la génératrice
- Influence de l'excitation de la génératrice
- Réglage du flux d'énergie à l'aide de l'entraînement

MACHINE À RÉLUCTANCE TRIPHASÉE



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les moteurs à réluctance sont un mélange entre un moteur synchrone et un moteur asynchrone. De par la construction spéciale du rotor avec des pôles marqués, le moteur peut démarrer comme un moteur asynchrone. À partir d'un certain régime, il suit ensuite le champ du stator de façon synchrone. Les machines à réluctance sont utilisées par exemple dans l'industrie textile pour le déroulement synchrone de fil. Plusieurs moteurs sont alors commandés par un variateur de fréquence.

Contenus didactiques

- Raccordement, branchement et mise en service
- Modification du sens de rotation
- Enregistrement du rapport régime/couple

JEU DE MACHINES TRIPHASÉES DÉMONTABLES



Ce système d'apprentissage est constitué d'un stator identique pour tous les types de machine et d'un jeu de rotors interchangeable.
Par sa structure décomposable, ce jeu convient notamment à la transmission des notions de base, car la forme constructive et les différences entre les machines peuvent être étudiées aisément.
À la différence de modèles en coupe traditionnels, les machines sont entièrement opérationnelles et peuvent être couplées avec le banc d'essai de machine.

Contenus didactiques

Structure et différences des machines triphasées ainsi que raccordement, mise en service et enregistrement de courbes caractéristiques de :

- Rotors en court-circuit
- Machines synchrones
- Rotors à bagues collectrices
- Machines à réluctance

TRANSFORMATEURS MONO- ET TRIPHASÉS



Les transformateurs permettent de convertir le courant et la tension.

Ces appareils, également appelés machines électriques statiques, sont utilisés dans le secteur de l'énergie pour s'adapter à différents niveaux de tension.

Les puissances peuvent aller jusqu'au-delà de 1000 MVA. On trouve de petits transformateurs partout dans l'industrie et dans les biens de consommation courante.

Les puissances vont des versions les plus petites aux transformateurs destinés à alimenter des systèmes entiers.

Contenus didactiques

- Transformateur de séparation et autotransformateur
- Schémas d'équivalence
- Rapports de transformation
- Essais de marche à vide et de courts-circuits
- Groupes de couplage avec transformateurs triphasés
- Structure et fonctionnement des transformateurs
- Transformateur monophasé
- Transformateur triphasé

ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE ET ENTRAÎNEMENTS DIDACTIQUES



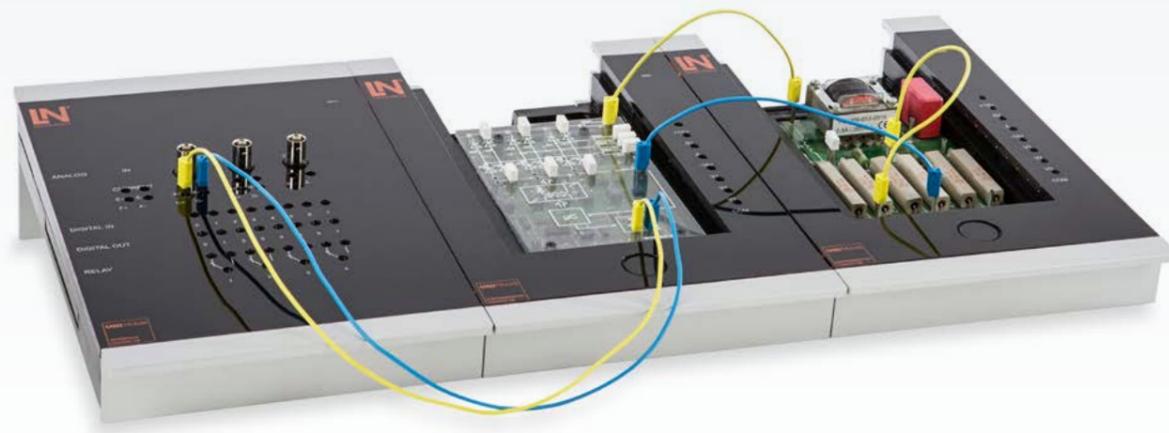
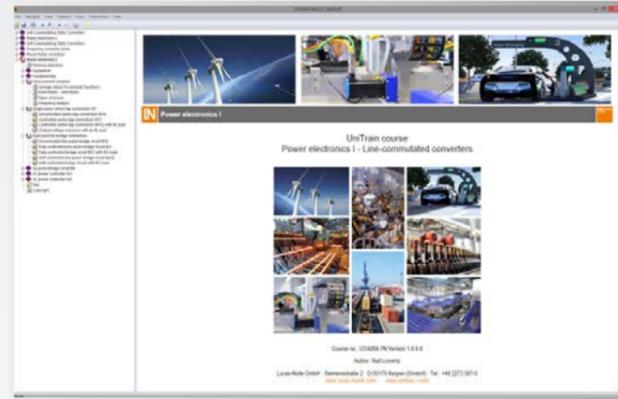
L'évolution fulgurante des semi-conducteurs permet d'explorer sans cesse de nouveaux domaines d'application et d'améliorer les entraînements électriques. Convertisseurs de courant modernes, entraînements asservis et API en réseau constituent la colonne vertébrale de l'Industrie 4.0.

Les systèmes d'apprentissage de Lucas-Nülle enseignent les règles techniques, des convertisseurs de courant aux entraînements avec variateurs de fréquence et à courant continu.

L'aide systématique apportée par le logiciel permet de mettre rapidement les systèmes en service.

Les unités didactiques numériques sont un gage de réussite de l'apprentissage.

CONVERTISSEURS À DIODES / THYRISTORS, REDRESSEURS



UNITRAIN
SYSTEM

Redresseurs non commandés – Redresseurs commandés – Convertisseurs de courant alternatif, triphasé

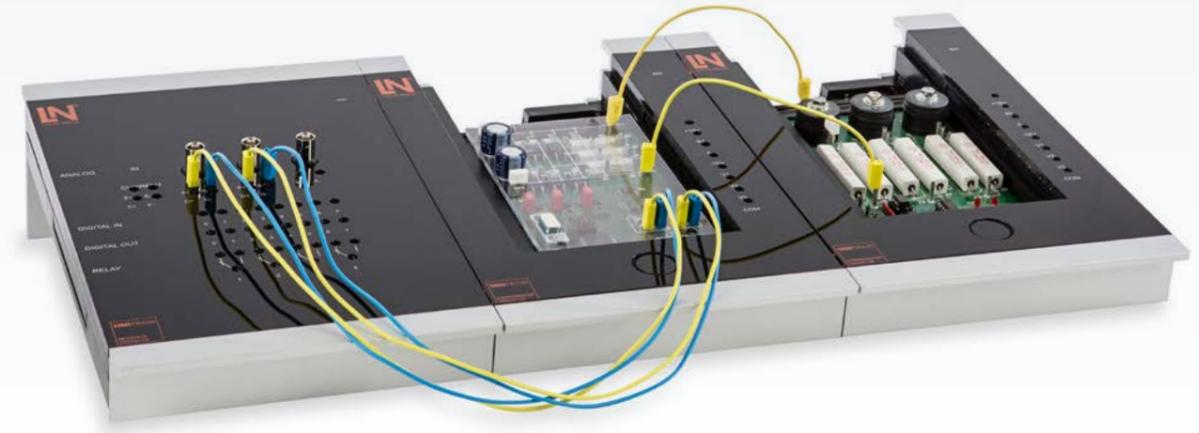
L'électronique de puissance occupe une place importante dans la vie actuelle. Sans électronique de puissance par exemple, pas d'éclairages à intensité variable, de perceuses à vitesse de rotation variable ou de chauffage électrique. Les semi-conducteurs de puissance utilisés sont les diodes, les thyristors ou les transistors de puissance.

Contenus didactiques

- Structure et fonctionnement des redresseurs monophasés et triphasés
- Courbes caractéristiques de fonctionnement de circuits convertisseurs statiques non commandés, semi-commandés et entièrement commandés
- Semi-conducteurs de puissance et leur commande
- Grandeurs techniques de mesure de l'électronique de puissance
- Mesure et analyse de puissances de circuits convertisseurs statiques
- Analyse du courant, de la tension et de la puissance au moyen de l'analyse harmonique (FFT)

Réf. CO4204-7N

CONVERTISSEUR À IGBT / HACHEUR, ONDULEUR / MLI PWM



UNITRAIN
SYSTEM

MLI – Actionneur à 4 quadrants – Onduleur

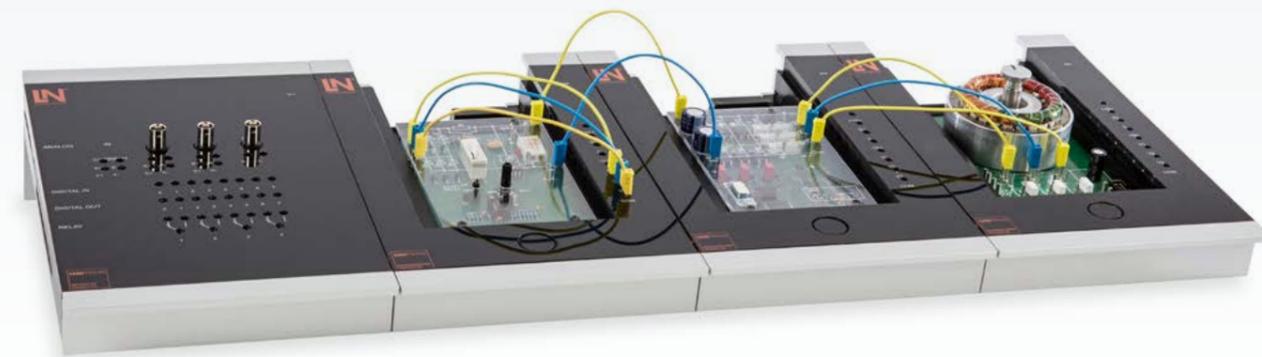
Le nombre d'entraînements à régime variable dans les machines modernes est en constante augmentation. La raison tient aux exigences toujours plus nombreuses ainsi qu'à l'arrivée de variateurs modernes à faibles coûts. Ces variateurs fonctionnent aujourd'hui avec la technique de MLI.

Contenus didactiques

- MLI pour génération d'une tension continue et alternative variable
- Enregistrement de courbes de commande et courbes caractéristiques en service
- Structure et fonctionnement des onduleurs à courant triphasé
- Commutation trapézoïdale, modulation sinusoïdale, super-sinusoïdale ou vectorielle pour la génération de tensions variables en tension et en fréquence
- Analyse par des mesures techniques des différents procédés de modulation sur la base de
- mesures de courbe de signal et analyse harmonique (FFT)

Réf. CO4204-7M

ENTRAÎNEMENTS À CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE



UNITRAIN
SYSTEM

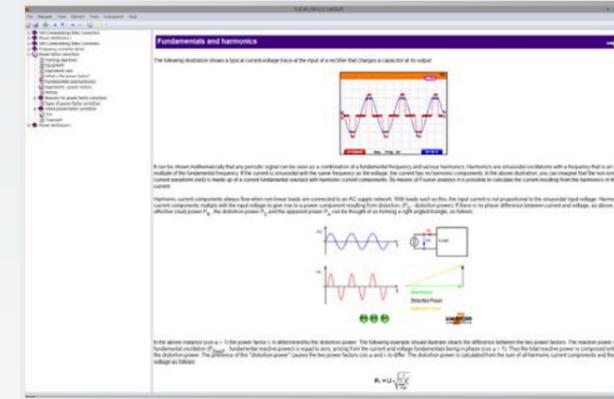
Les variateurs de fréquence permettent de régler le régime des moteurs asynchrones à courant triphasé en continu et sans perte. Outre la commande de moteur pure et les fonctions de protection de moteur, les variateurs de fréquence modernes prennent aussi en charge aujourd'hui une partie de l'automatisation des processus.

Contenus didactiques

- Structure des variateurs de fréquence modernes
- Génération de la tension de circuit intermédiaire
- Enregistrement de courbes caractéristiques U/f
- Structure et fonctionnement des hacheurs de freinage
- Optimisation des entraînements commandés par le régime
- Apprentissage de la « technique 87 Hz »
- Enregistrement et analyse de courants, de tensions et de puissances

Réf. CO4204-7P

CORRECTION ACTIVE DU FACTEUR DE PUISSANCE PFC



UNITRAIN
SYSTEM

Aujourd'hui, chacun des composants d'un ordinateur est équipé d'une correction du facteur de puissance (PFC - Power-Factor-Correction). Cette fréquence d'utilisation est justifiée par une norme européenne selon laquelle les consommateurs, à partir d'une certaine puissance, doivent prélever le courant du réseau de façon linéaire par rapport à la courbe de tension.

Contenus didactiques

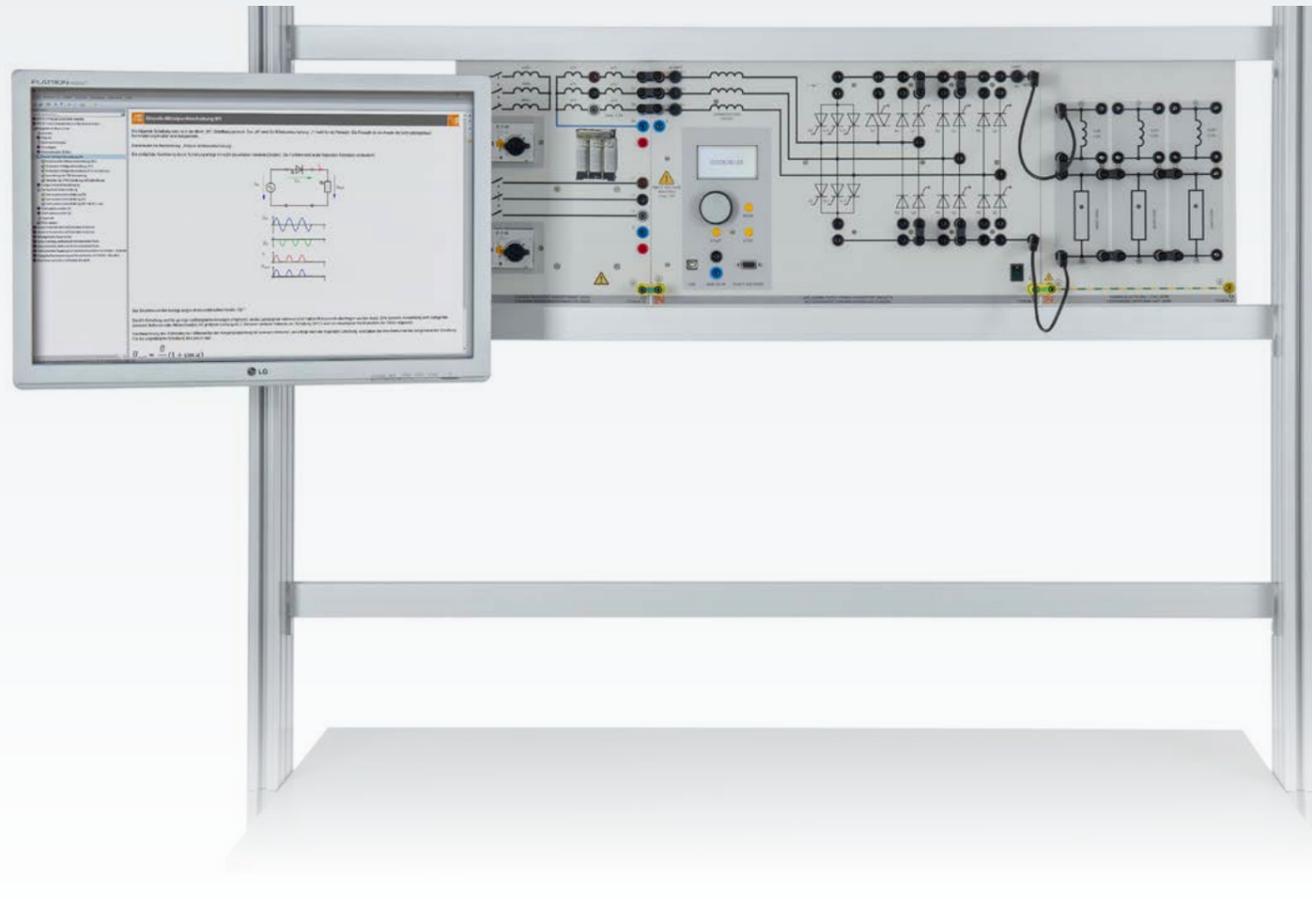
- Correction active et passive du facteur de puissance
- Structure et fonctionnement d'un circuit de correction active du facteur de puissance
- Domaines d'application de la correction du facteur de puissance
- Comparaison avec des montages à redresseur en pont conventionnels
- Enregistrement et analyse de courants, de tensions et de puissances (également avec FFT)

Réf. CO4204-7Q

CONVERTISSEURS À DIODES / THYRISTORS, REDRESSEURS



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les convertisseurs statiques à commutation par le réseau permettent de transmettre l'énergie d'un réseau de courant alternatif ou triphasé à un réseau de courant continu. Ils existent en version pilotable avec des thyristors ou des triacs, ou non pilotable avec des diodes.

Contenus didactiques

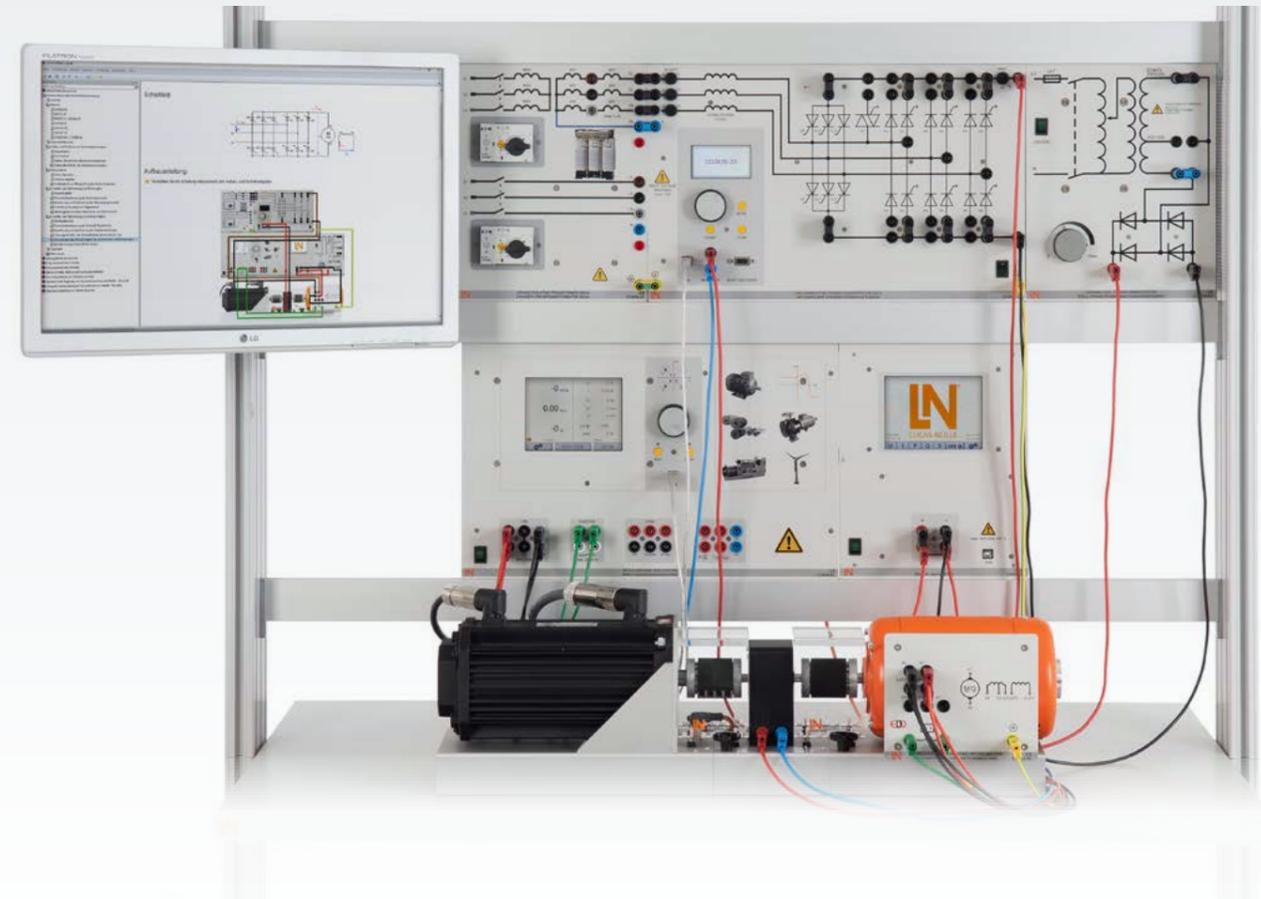
- Notions fondamentales diode, thyristor, triac
- Principes de commande : phase ascendante, commande par ondes pleines, réglage par ondes entières,
- mode redresseur, mode onduleur
- Circuits convertisseurs statiques : M1, M2, M3, B2, B6, M1C, M2C, M3C, B2C, B6C, B2HA, B2HK, B2HZ, B6C, B6HA, B6HK, W1C, W3C
- Charge ohmique, capacitive et inductive
- Courbes caractéristiques et diagrammes de fonctionnement
- Analyse de fréquence et observation des harmoniques

Réf. EPE 30

MOTEUR À COURANT CONTINU AVEC COMMANDE PAR CONVERTISSEUR À THYRISTORS



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les entraînements à courant continu régulés se distinguent par leur très bonne possibilité de régulation de régime et de couple et une grande dynamique. Pour les puissances d'entraînement importantes, on fait appel pour les semi-conducteurs de puissance à des convertisseurs statiques à commutation par le réseau avec des thyristors. Ces derniers se caractérisent par de faibles pertes et sont particulièrement résistants à la surcharge.

Contenus didactiques

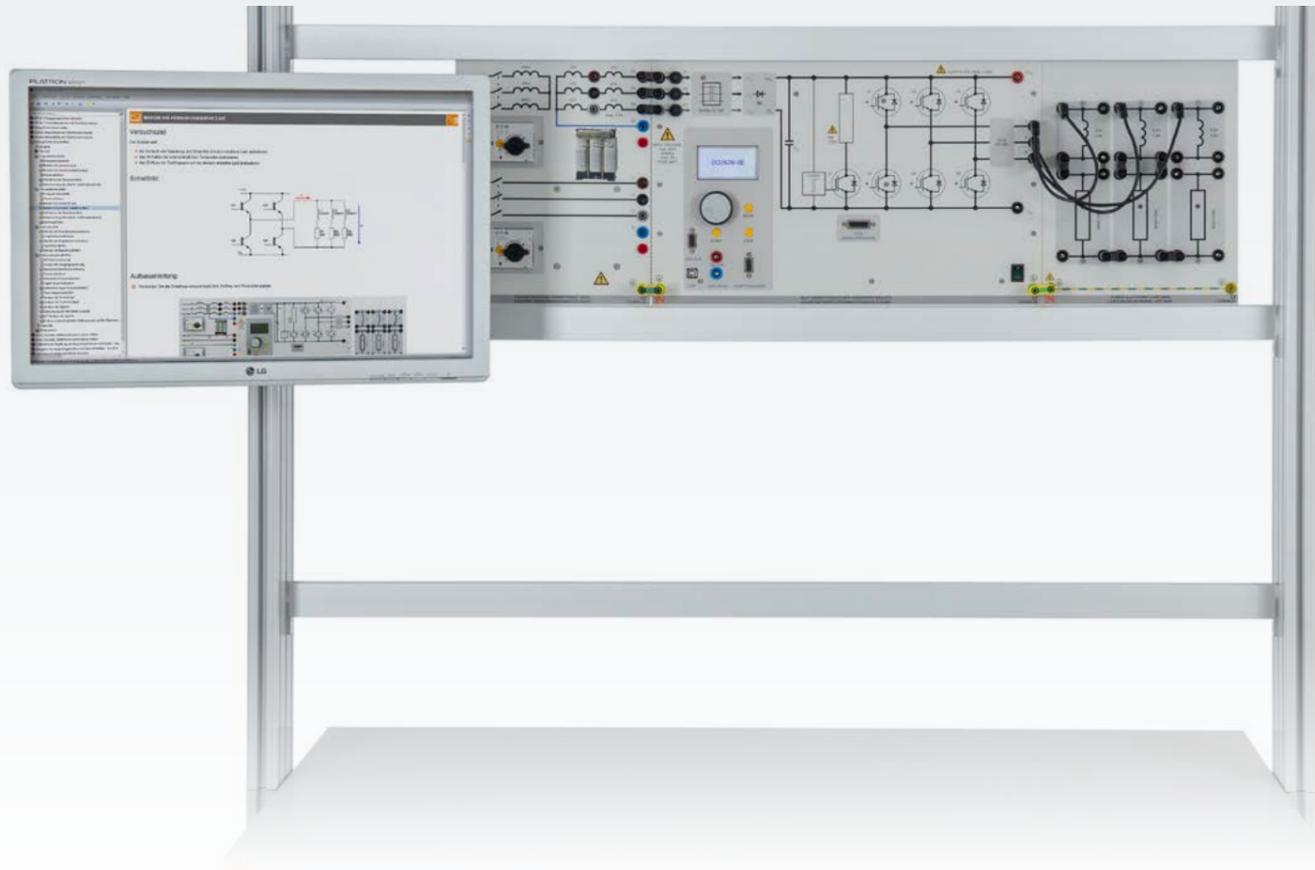
- Régulation de régime en mode 1 et 4 quadrants avec et sans régulation de courant esclave
- Récupération de l'énergie
- Régulation de régime, régulation de courant, régulation en cascade, régulation adaptative
- Analyse assistée par ordinateur de la boucle de régulation et du régulateur, paramétrage
- Régulation de régime P, PI, PID
- Optimisation des circuits de régulation

Réf. EPE 31

CONVERTISSEUR À IGBT / HACHEUR, ONDULEUR / MLI PWM



Classe 300 W et 1 kW disponibles



La diffusion à grande échelle d'appareils à électronique de puissance exige de la part des électroniciens et des ingénieurs des connaissances approfondies qui leur permettent en tant qu'utilisateur de manipuler ces appareils de façon compétente et dans le respect des ressources, ou qui les mettent en mesure d'étudier le sujet plus en profondeur dans le secteur de la recherche et du développement. Les convertisseurs statiques sont donc un élément fondamental dans le programme de formation des électroniciens et étudiants en électrotechnique.

Le système d'apprentissage « Convertisseurs statiques à commutation forcée » enseigne les notions fondamentales à l'aide d'expériences exigeantes axées sur la pratique et les projets. Les sujets essentiels sont les circuits, la modulation ou la génération du champ tournant, et sont rendus aisément compréhensibles par la théorie et notamment par les animations, ce qui permet de passer rapidement au niveau de compétences supérieur.

Contenus didactiques

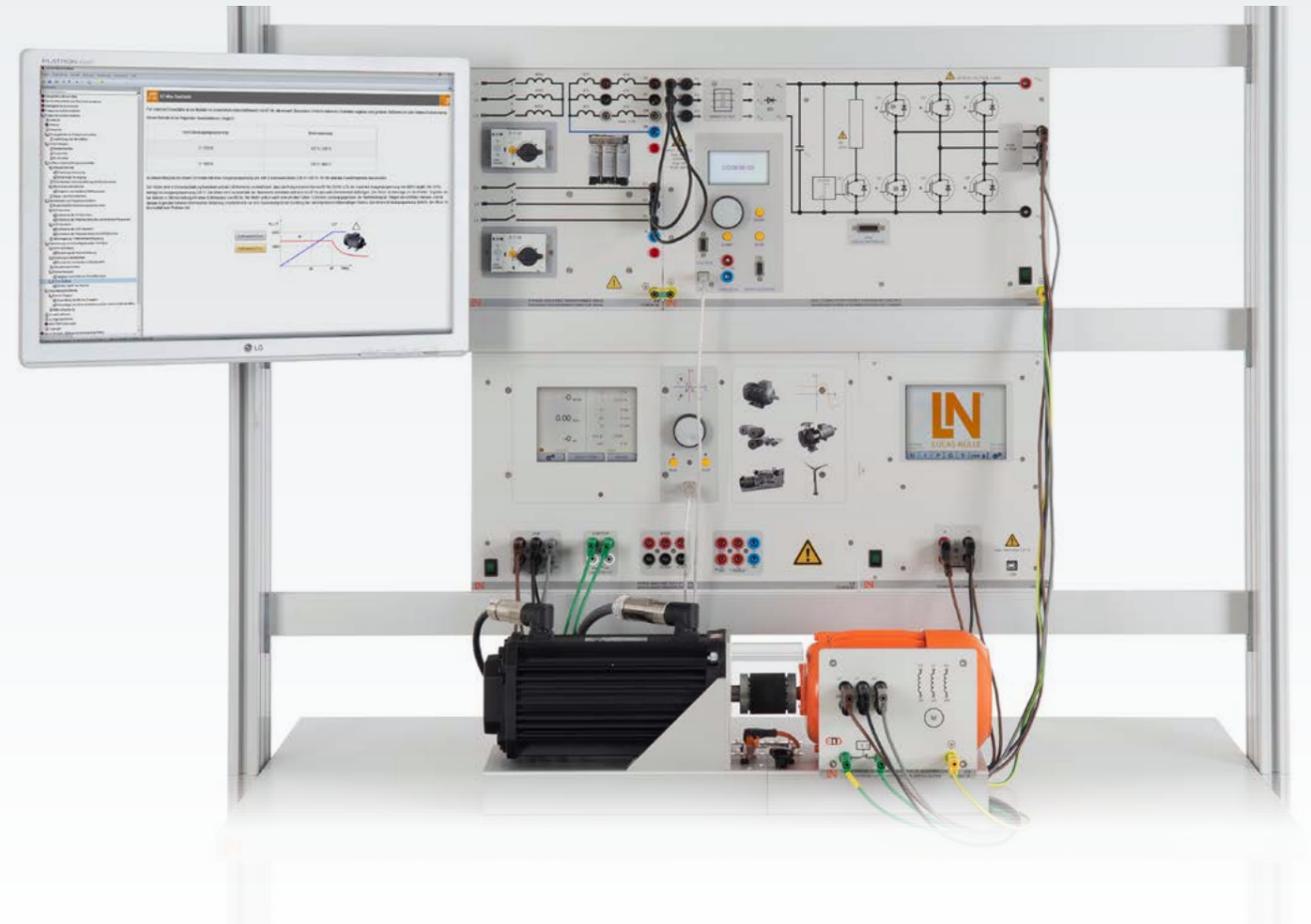
- Modulation de largeur d'impulsions
- Convertisseur direct de courant continu en fonctionnement à 1 et 4 quadrants
- Convertisseur de courant alternatif
- Convertisseur de courant triphasé avec commutation trapézoïdale/sinusoidale et modulation vectorielle
- Charge ohmique et inductive
- Câblage de protection, circuit intermédiaire, roue libre
- Courbes caractéristiques et diagrammes de fonctionnement
- Points nodaux, fréquence d'horloge, ondulation
- Analyse de fréquence et observation des harmoniques

Réf. EPE 40

CONVERTISSEURS DE FRÉQUENCE AVEC MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les variateurs de fréquence modernes transforment tout moteur standard quelconque à courant triphasé en un entraînement à régime réglable.

La robustesse et la large diffusion du moteur triphasé standard ont largement contribué au grand succès de la technique des entraînements électriques avec variateurs de fréquence.

On trouve aujourd'hui ces derniers dans un grand nombre d'applications, notamment dans les machines textiles, les machines d'emballage, les engins de levage, voire dans les machines à laver.

L'interaction entre l'électronique de puissance et le moteur peut être étudiée avec le système d'apprentissage « Entraînements à variateur de fréquence ».

Contenus didactiques

- Distinction entre les différents types de variateurs
- Structure des variateurs de fréquence modernes
- Circuit intermédiaire
- Hacheur de freinage
- Procédés de commande (courbe caractéristique U/f , courbe caractéristique U/f^2 , commande vectorielle)
- Modification du régime, rampes de vitesse
- Procédés d'optimisation
- Analyse des rapports de tension et de fréquence

Réf. EPE 41

SERVOMOTEURS, MOTEUR À COMMUTATION ÉLECTRONIQUE



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les servomoteurs sont des entraînements régulés avec des exigences élevées en matière de dynamique et de surcharge. Ils sont souvent utilisés dans les solutions d'automatisation avec d'importantes variations de régime et de couple, comme par exemple dans les machines-outils ou les systèmes de robots.

Le système d'apprentissage « Servomoteurs » illustre de façon claire le fonctionnement d'un système asservi à aimant permanent.

Contenus didactiques

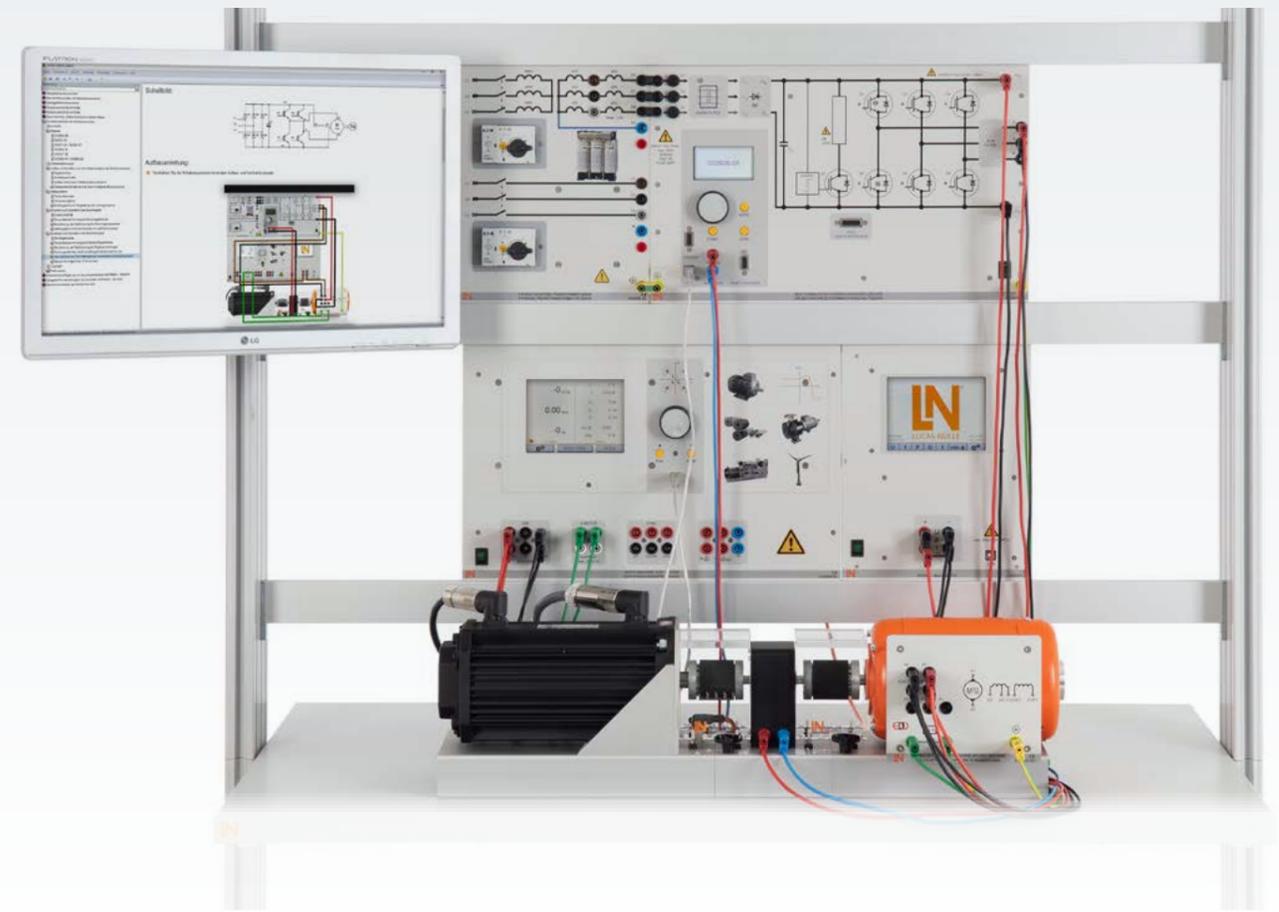
- Structure du servomoteur
- Analyse des systèmes de coordonnées et de codeurs
- Principe de fonctionnement d'un servomoteur à commutation électronique
- Analyse de la modulation
- Structure de régulation
- Analyse de l'entraînement régulé

Réf. EPE 42

MOTEUR À COURANT CONTINU AVEC COMMANDE PAR HACHEUR À IGBT



Classe 300 W et 1 kW disponibles



En raison de leur structure de régulation simple, les entraînements à convertisseur de courant avec moteurs à courant continu conviennent pour débiter dans le sujet des entraînements régulés.

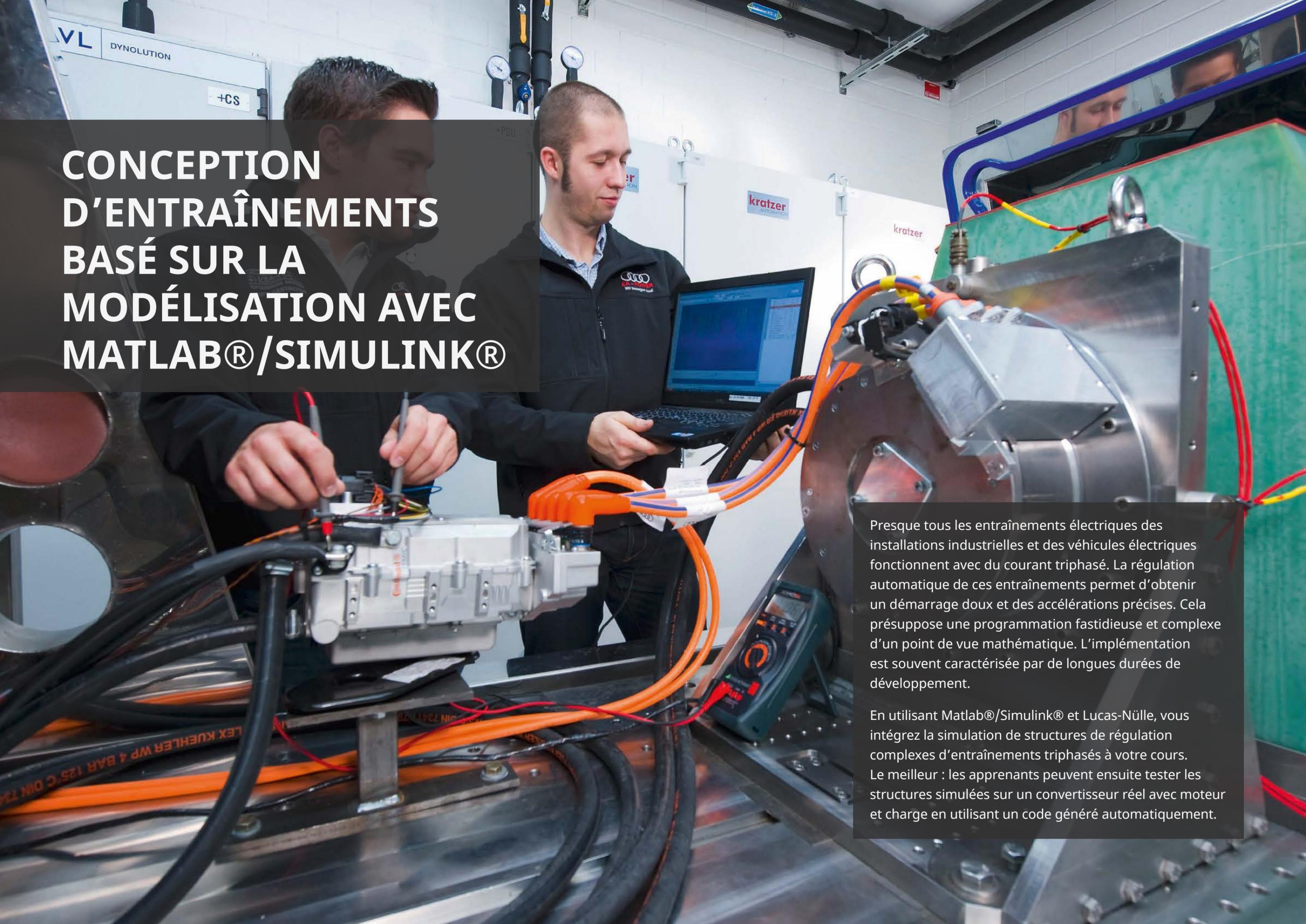
L'étude séparée de la régulation du courant et du régime permet la mise en service et l'optimisation pas à pas des paramètres de régulation.

Le système d'apprentissage montre de façon claire le fonctionnement d'un système d'entraînement régulé.

Contenus didactiques

- Régulation de régime en mode 1 quadrant
- Régulation de régime en mode 4 quadrants
- Régulation du régime
- Régulation du courant
- Régulation en cascade
- Analyse assistée par ordinateur de la boucle de régulation et du régulateur
- Paramétrage des régulateurs P, PI
- Optimisation des régulateurs

Réf. EPE 43

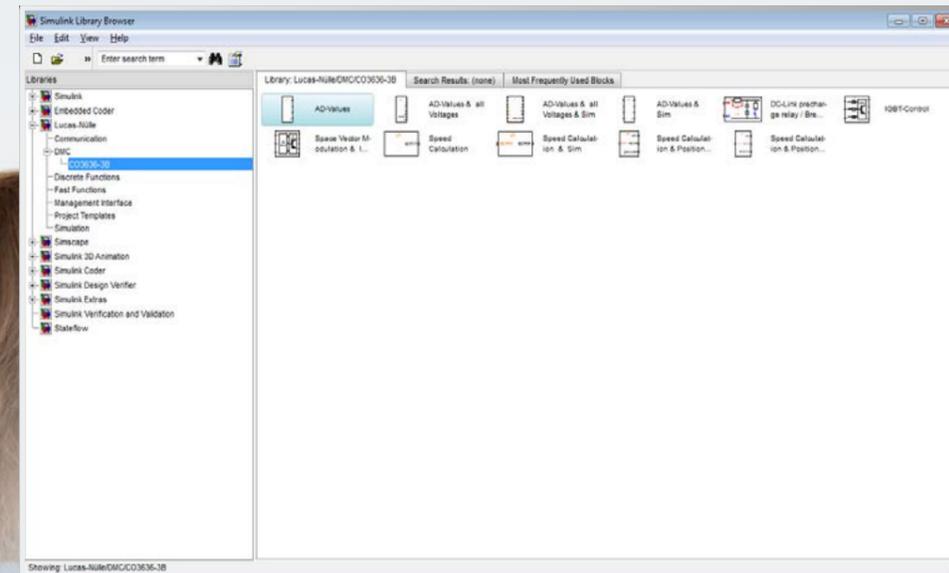
The image shows two men in a laboratory or industrial setting. One man is using a laptop, and the other is working on a complex piece of machinery, likely an electric motor, which is connected to various cables and sensors. The background features equipment with labels like 'VL DYNOLUTION', '+CS', and 'kratzer'.

CONCEPTION D'ENTRAÎNEMENTS BASÉ SUR LA MODÉLISATION AVEC MATLAB®/SIMULINK®

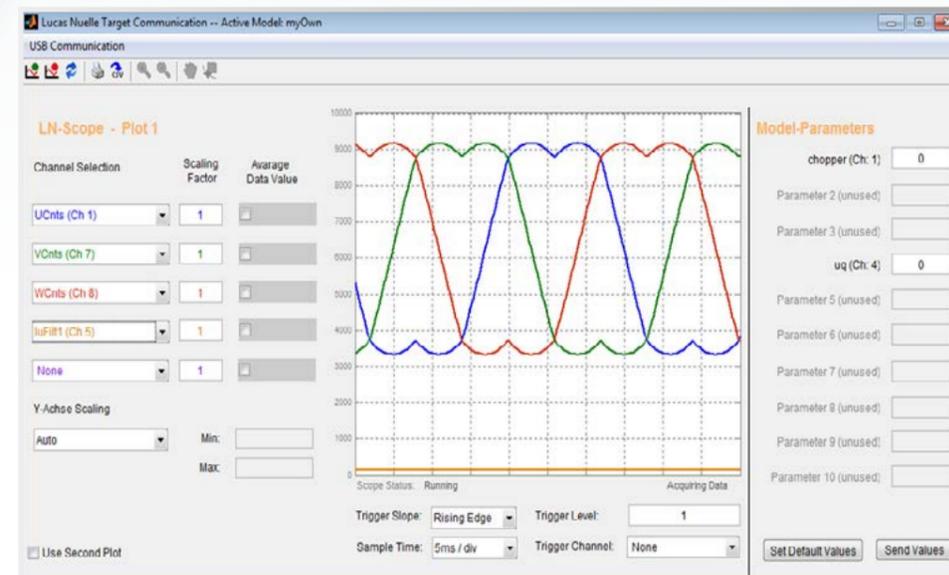
Presque tous les entraînements électriques des installations industrielles et des véhicules électriques fonctionnent avec du courant triphasé. La régulation automatique de ces entraînements permet d'obtenir un démarrage doux et des accélérations précises. Cela présuppose une programmation fastidieuse et complexe d'un point de vue mathématique. L'implémentation est souvent caractérisée par de longues durées de développement.

En utilisant Matlab®/Simulink® et Lucas-Nülle, vous intégrez la simulation de structures de régulation complexes d'entraînements triphasés à votre cours. Le meilleur : les apprenants peuvent ensuite tester les structures simulées sur un convertisseur réel avec moteur et charge en utilisant un code généré automatiquement.

SYSTÈME DE PROTOTYPAGE RAPIDE PROGRAMMABLE POUR LES TECHNIQUES D'ENTRAÎNEMENT



Résultats rapides avec la boîte à outils Matlab®
Une boîte à outils adaptée au matériel de l'électronique de puissance permet d'implémenter rapidement ses propres applications. Des modèles spéciaux facilitent la mise en place, le système pouvant être configuré de manière que l'utilisateur n'ait plus qu'à procéder à peu de réglages. La boîte à outils fournit aux utilisateurs tous les modules nécessaires à la régulation de fonctions liées au matériel, et comporte des blocs pour des régulateurs et des transformations rapides. Le système peut être étendu à volonté en ajoutant aux éléments de Matlab®/ Simulink® ses propres éléments.



Raccordement matériel via Matlab® Scope
Une boîte de dialogue graphique spécifique établit la liaison entre Matlab® et le matériel par l'intermédiaire d'un port USB. Les caractéristiques temporelles de toutes les variables internes peuvent être visualisées sur la durée. Toute une série de résolutions temporelles et options de déclenchement différentes est disponible. Les signaux peuvent être affichés en fonction du temps ou de la fréquence. L'affichage peut être divisé en deux unités, de sorte qu'il est possible de visualiser en même temps jusqu'à dix signaux. Les paramètres, pour le régulateur par exemple, peuvent être téléchargés depuis le PC vers le matériel en tout confort.

Avantages

- Manipulation sûre grâce à un matériel à sécurité intrinsèque (toutes les fonctions de protection sont implémentées indépendamment du logiciel)
- Aide à une compréhension en profondeur de sujets complexes, en apprentissage ou en formation par exemple, ou par l'utilisation de la boîte à outils dans les programmes de laboratoire qui complètent la théorie
- Création paramétrable et très rapide de logiciels basée sur la modélisation pour ses propres régulateurs en lien avec des applications industrielles
- Suivi de nouveaux procédés pour les entraînements à champ tournant, par exemple utilisation de méthodes de représentation d'état, surveillance conditionnelle des erreurs, régulation automatique de régime sans capteurs au moyen de nouvelles techniques d'observation
- Possibilités de conception impressionnantes pour la régulation fermée d'entraînements triphasés
- Création d'algorithmes complexes à l'aide de cycles de régulation rapides de 125 μ s
- Paramétrage de régulateurs P, PI
- Optimisation des régulateurs

COMMANDE DE MOTEURS ASYNCHRONES AVEC MATLAB® / SIMULINK®

+ Classe 300 W et 1 kW disponibles

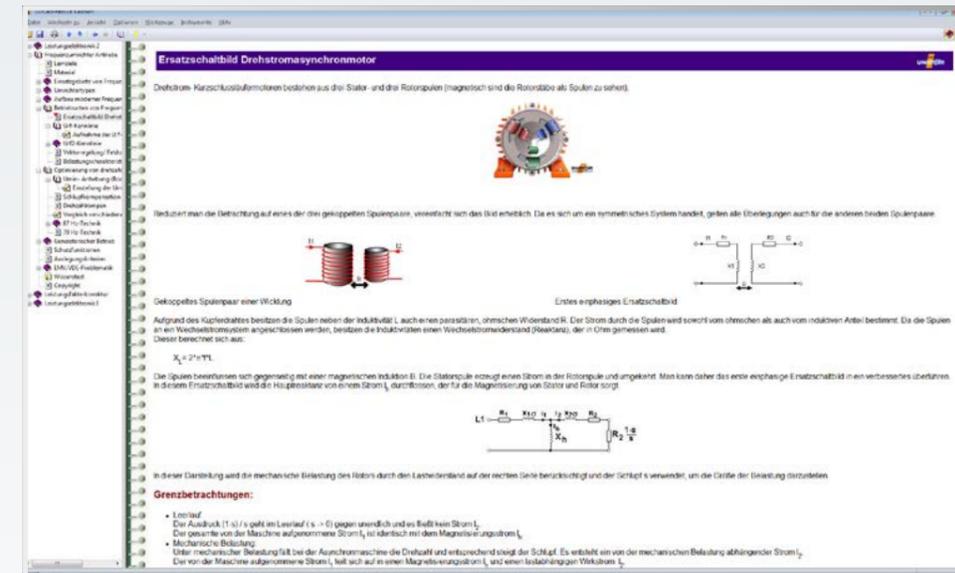


Aujourd'hui, les entraînements triphasés sont utilisés dans presque tous les moteurs électriques. La régulation de ces entraînements est fastidieuse et complexe d'un point de vue mathématique. Ce système d'apprentissage permet, à l'aide d'une boîte à outils spéciale pour Matlab®/ Simulink®, de simuler des algorithmes de régulation complexes puis de les tester sur un matériel réel à sécurité intrinsèque avec moteur et charge à l'aide d'un code généré automatiquement.

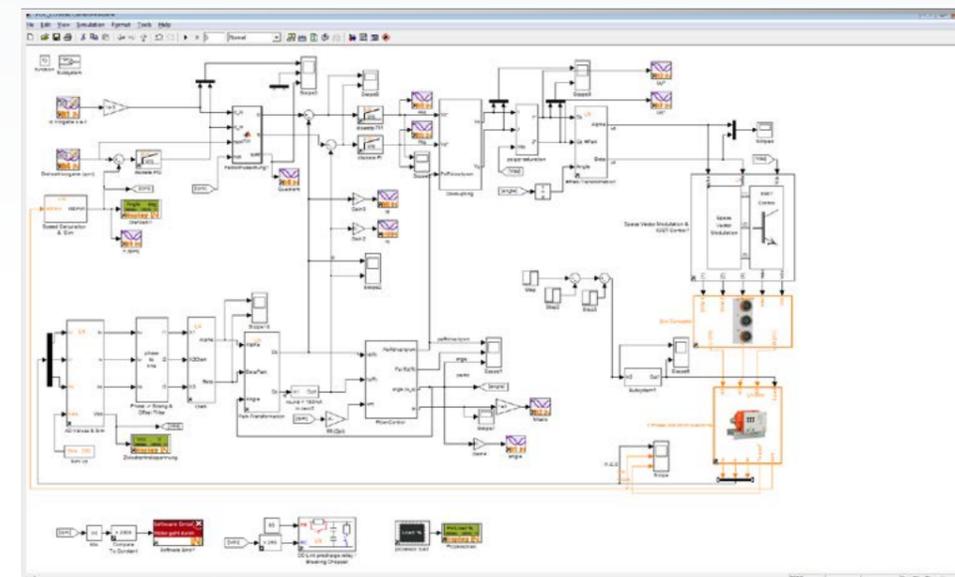
Objectifs du cours

- Création d'un système HIL (Hardware in the Loop) en conditions de temps réel
- Modélisation et conception de la régulation orientée champ à un niveau de conception continu
- Discrétisation de la régulation pour l'exploitation sur un DSP (processeur de signal numérique)
- Création et optimisation de régulateurs de courant et de régime
- Transformation de Park et de Clarke
- Intégration de la modulation vectorielle pour la commande optimale des IGBT
- Découplage des courants et tensions orientés champ
- Saisie du régime par capteur incrémentiel
- Comparaison des résultats de la simulation avec les mesures réelles

ENVIRONNEMENT DIDACTIQUE INTERACTIF



Comment fonctionne une régulation orientée champ ?
On trouve aujourd'hui des entraînements à régulation orientée champ dans de nombreuses machines. Ces systèmes d'entraînement se caractérisent par une grande dynamique ainsi que d'importantes réserves de couple. Ce cours ILA guide pas à pas dans le sujet de la régulation orientée champ. Outre la création du modèle technique de régulation, il aborde l'optimisation et le test de la régulation.



Simulation ou régulation réelle ?
- **Décidez par vous-même.** Un seul modèle Simulink® constitue la base pour la simulation ou le programme pour le matériel réel. Ce n'est qu'au moment de la création que l'utilisateur décide de choisir entre simulation et système réel. Il est ainsi possible de tout d'abord tester et optimiser la régulation en simulation. Le matériel peut alors être mis en service avec ce modèle. Cette procédure garantit un apprentissage rapide. En même temps, l'apprenant reconnaît les différences entre simulation et système réel.

COMMANDE DE SERVOMOTEURS AVEC MATLAB® / SIMULINK®

+ Classe 300 W et 1 kW disponibles

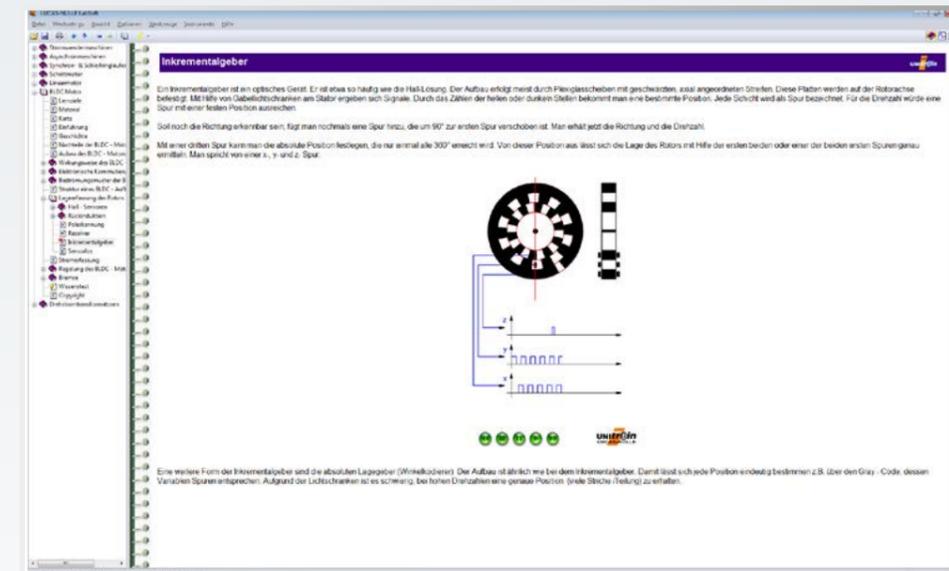


De nombreux entraînements utilisent aujourd'hui des servomoteurs synchrones. Outre leur grande dynamique, leur rendement énergétique joue aussi un grand rôle. Ce système d'apprentissage permet, grâce à la programmation ouverte au moyen de Matlab®/Simulink®, d'étudier de façon détaillée des concepts de régulation existants ou d'essayer de nouvelles approches sans risques. Ce système permet ainsi de créer des entraînements industriels typiques ou des entraînements du secteur automobile.

Objectifs du cours

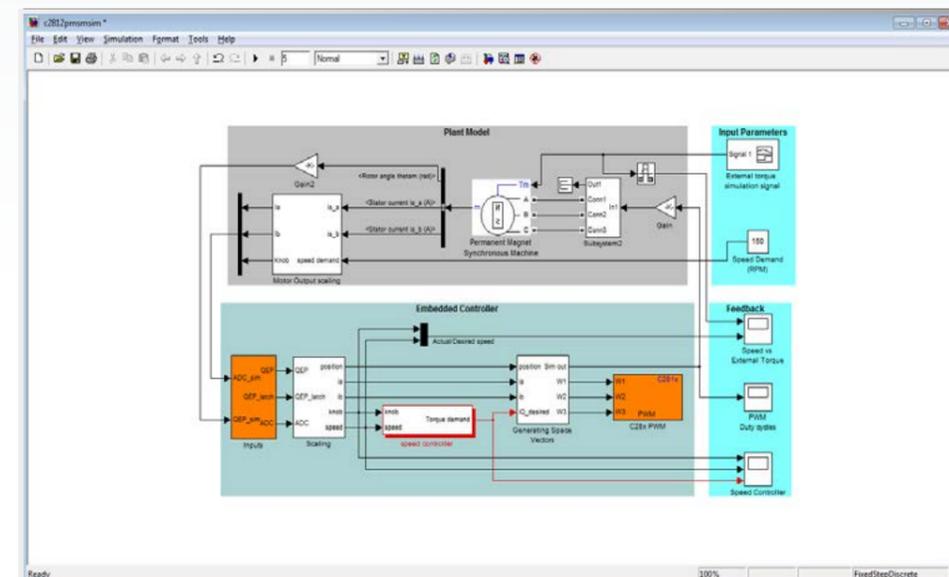
- Réalisation d'un système HIL dans des conditions de temps réel
- Modélisation et conception de la servocommande à un niveau de conception continu
- Discrétisation de la régulation pour l'exploitation sur un DSP
- Réalisation et optimisation de régulateurs de courant et de régime
- Transformation de Park et de Clarke
- Intégration de la modulation vectorielle pour la commande optimale des IGBT
- Découplage des courants et tensions orientés champ
- Enregistrement du régime et de la position par un codeur incrémental
- Comparaison des résultats de la simulation avec les mesures réelles

ENVIRONNEMENT DIDACTIQUE INTERACTIF



Comment se comporte un entraînement à servomoteur synchrone ?

Les moteurs synchrones à excitation permanente ne fonctionnent pas sans une électronique de commande adéquate. Créez un servomoteur synchrone En commençant par le mode commandé, étudiez le sujet en progressant jusqu'au mode régulé. Ce cours ILA vous guide pas à pas. Le système ouvert permet facilement de mettre en œuvre de nouvelles idées afin de faire évoluer l'entraînement selon ses propres inspirations.



Quel est le comportement dynamique de mon entraînement ?

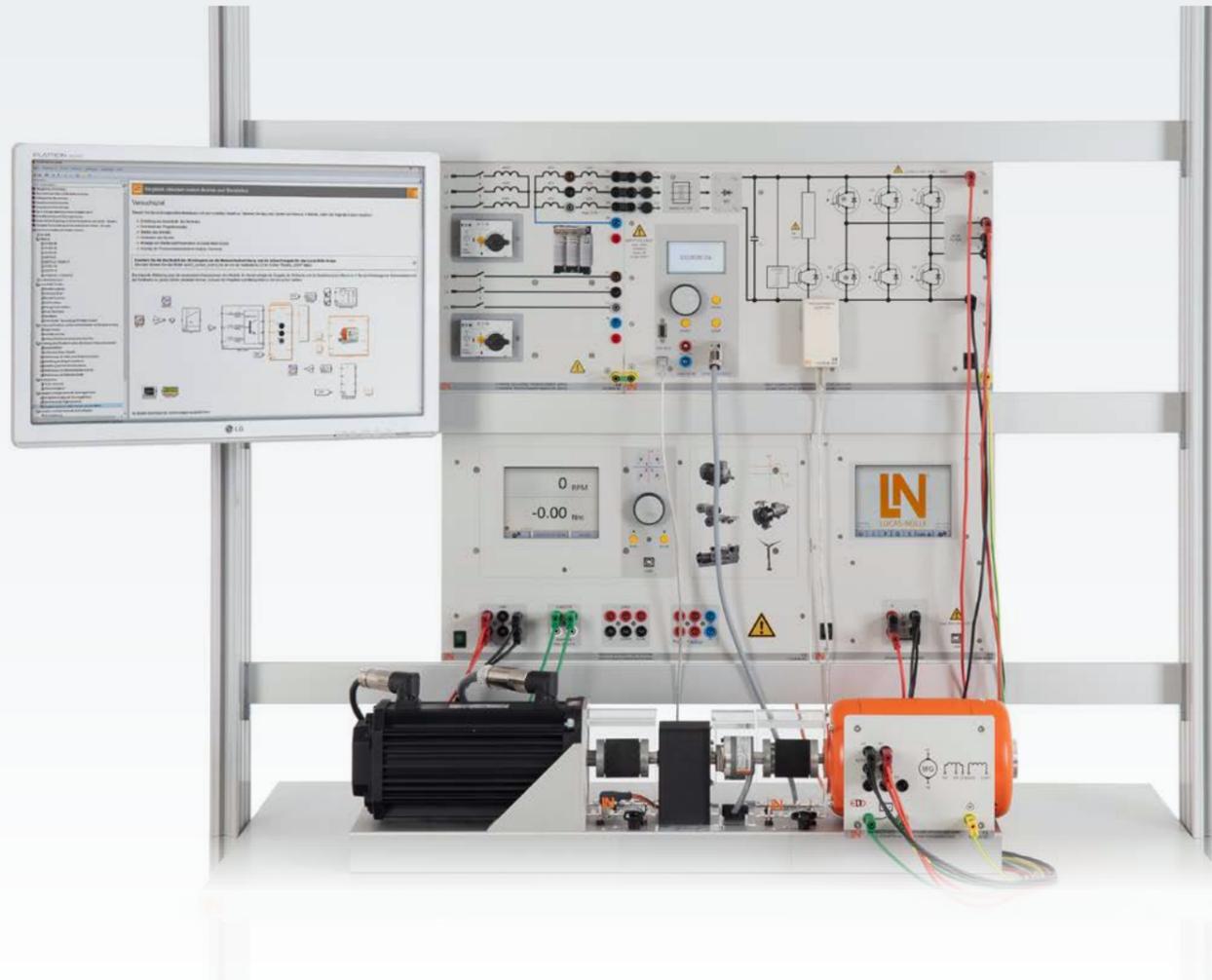
Utilisez le banc d'essai de machine à servocommande pour étudier l'entraînement. Différentes émulations de charge, par exemple l'utilisation d'une masse d'inertie variable, permettent d'étudier le comportement en régulation de l'entraînement en conditions réelles.

Optimisez les réglages des paramètres de régulation et décidez vous-même des performances de votre entraînement.

COMMANDE DE MOTEURS À COURANT CONTINU AVEC MATLAB®/SIMULINK®



Classe 300 W et 1 kW disponibles

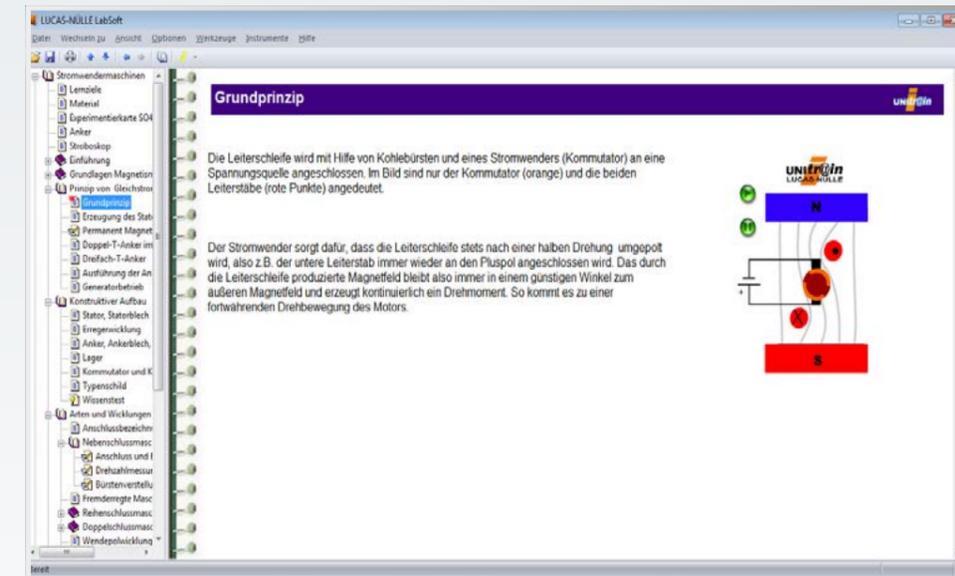


En raison de leur structure de régulation claire, les convertisseurs avec moteurs à courant continu conviennent particulièrement à la programmation de ses premiers propres algorithmes de régulation. Ce système d'apprentissage permet d'implémenter, d'optimiser et de mettre en service ses propres structures de régulation. En plus des approches classiques, ce système ouvert permet aussi de tester sans risques de nouvelles idées ou extensions.

Objectifs du cours

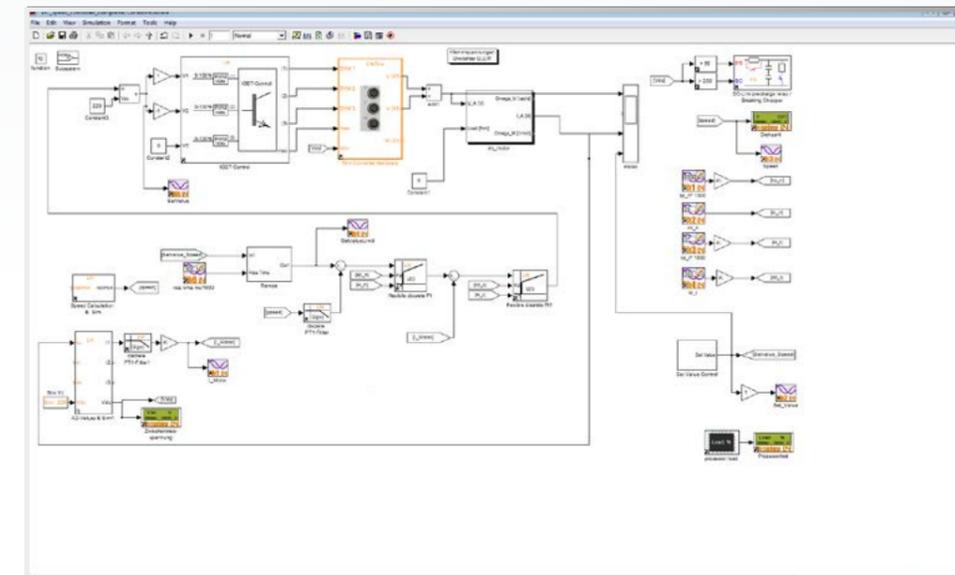
- Réalisation d'un système HIL dans des conditions de temps réel
- Modélisation et conception de la régulation en cascade du moteur à courant continu à un niveau de conception continu
- Discrétisation de la régulation pour l'exploitation sur un DSP
- Réalisation et optimisation de régulateurs de courant et de régime
- Saisie du régime par capteur incrémentiel
- Comparaison des résultats de la simulation avec les mesures réelles

ENVIRONNEMENT DIDACTIQUE INTERACTIF



Comment fonctionne un entraînement à courant continu régulé ?

Ce cours ILA montre sur un exemple pratique la structure, le paramétrage et la mise en service d'un entraînement à courant continu. Des régulateurs de courant et de régime sont implémentés et optimisés pas à pas. La mise en application directe dans le modèle de technique de régulation ainsi que le travail avec le système réel garantissent la réussite de l'apprentissage sur le long terme.



Comment les régulateurs sont-ils conçus ?

Ce système d'apprentissage permet de tester la conception des régulateurs aussi bien en simulation que sur le système réel. Avec l'interface graphique, vous avez un accès optimal aux signaux dynamiques des grandeurs de régulation. Il est ainsi possible de procéder rapidement à des modifications des réglages et de les tester.

ENTRAÎNEMENTS INDUSTRIELS

Les entraînements électriques réglables se trouvent partout. Ils sont utilisés comme entraînements spéciaux avec une forte puissance, constituent des entraînements de conduite, se retrouvent dans des machines-outils ou des machines de production et sont aussi utilisés dans le secteur automobile. Les compétences en entraînements électriques sont essentielles dans de nombreux métiers. Une formation orientée vers la pratique n'en devient que plus importante.

Les systèmes d'apprentissage Lucas-Nülle sont équipés d'appareils industriels réels de fabricants renommés tels que Lenze ou Siemens. Cette approche permet un transfert direct de la théorie à la pratique industrielle. Les désignations de tous les connecteurs sortants correspondent à celles des appareils industriels. Les exercices et les projets intègrent d'authentiques instructions d'utilisation industrielles. Les utilisateurs apprennent ainsi rapidement à paramétrer des démarreurs progressifs, des entraînements à variateur de fréquence, des servomoteurs et des relais de gestion de moteur.

DÉMARRAGE EN DOUCEUR DE MACHINES TRIPHASÉS



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les démarreurs progressifs réduisent la tension du moteur au démarrage par coupure de phase ascendante. Le courant de démarrage diminue proportionnellement à la tension aux bornes. L'élément de puissance d'un démarreur progressif est constitué généralement de deux thyristors montés tête-bêche par phase. Afin de maintenir les pertes et donc la chaleur résultante aussi faibles que possible, les semi-conducteurs de puissance sont pontés par un contacteur de puissance intégré après la phase de démarrage.

Contenus didactiques

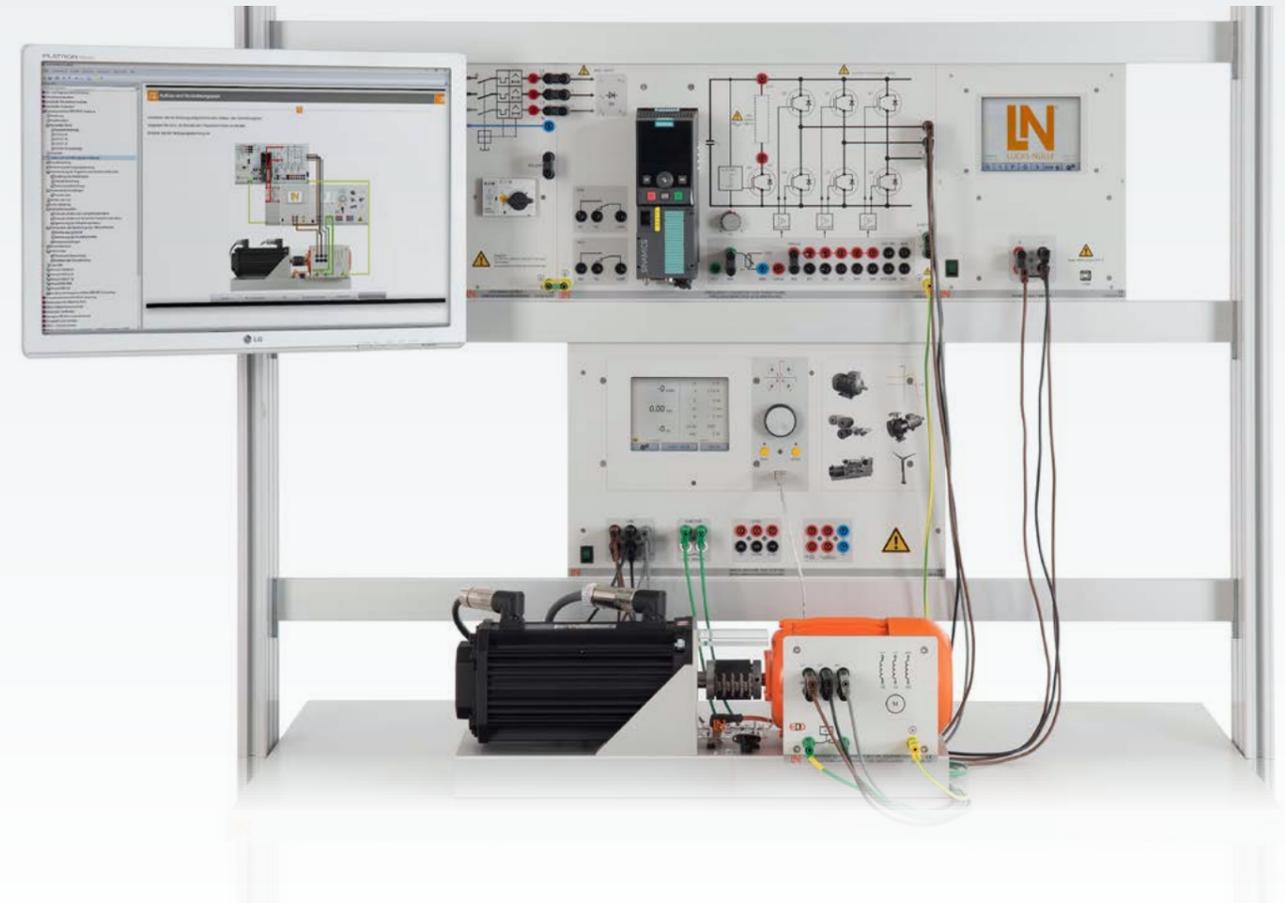
- Mise en service
- Paramétrage de la rampe de démarrage et d'arrêt et de la tension de départ
- Étude du courant et de la tension au démarrage
- Démarrage avec différents cas de charge
- Comparaison avec le démarrage étoile-triangle

Réf. EDT 17

COMMANDE AVEC CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE SIEMENS



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les variateurs de fréquence modernes transforment tout moteur standard quelconque à courant triphasé en un entraînement à régime réglable. La robustesse et la large diffusion du moteur triphasé standard ont largement contribué au grand succès de la technique des entraînements électriques avec variateurs de fréquence. L'automatisation accrue des processus et avec elle les exigences en matière d'entraînement font que de plus en plus de moteurs sont commandés par des variateurs de fréquence. La commande du régime permet de nos jours d'économiser une grande quantité d'énergie sur les pompes et les climatisations.

Contenus didactiques

- Mise en service assistée par ordinateur
- Paramétrage de la valeur de consigne, sens de rotation, fonction de démarrage, fréquence de commutation, valeurs limites, tension nominale, courant nominal, fréquence nominale, coefficient de puissance, etc.
- Étude du comportement de fonctionnement en charge avec des machines de travail
- Enregistrement de la caractéristique de régime/couple sur quatre quadrants
- Optimisation de l'entraînement
- Fonctionnement avec hacheur de freinage
- Fonctionnement avec commande vectorielle

Réf. EDT 25

PROJET CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE



Variateur de fréquence – Structure – Câble typique de l'industrie – Mise en service

Avec le système d'apprentissage « Travail de projet variateur de fréquence », les apprenants découvrent en pratique la structure et le câblage de composants industriels dans une armoire de commande.

L'utilisation de variateurs de fréquence et de petites commandes constitue une association idéale entre techniques d'entraînement et techniques de commande. Il est ainsi possible de mettre en place, de paramétrer et de tester différents projets industriels typiques.

L'utilisation du banc d'essai pour machines à servocommande permet de tester les projets dans des conditions très réalistes.

Contenus didactiques

- Création et analyse du schéma des connexions
- Installation et câblage de l'armoire de commande conformes aux règles de CEM avec des composants industriels
- Mise en service
- Réception selon DIN EN
- Mesure du conducteur de protection
- Mesure d'isolement
- Paramétrage du variateur de fréquence
- Programmation de la commande LOGO!®

POSITIONNEMENT AVEC AXE LINÉAIRE

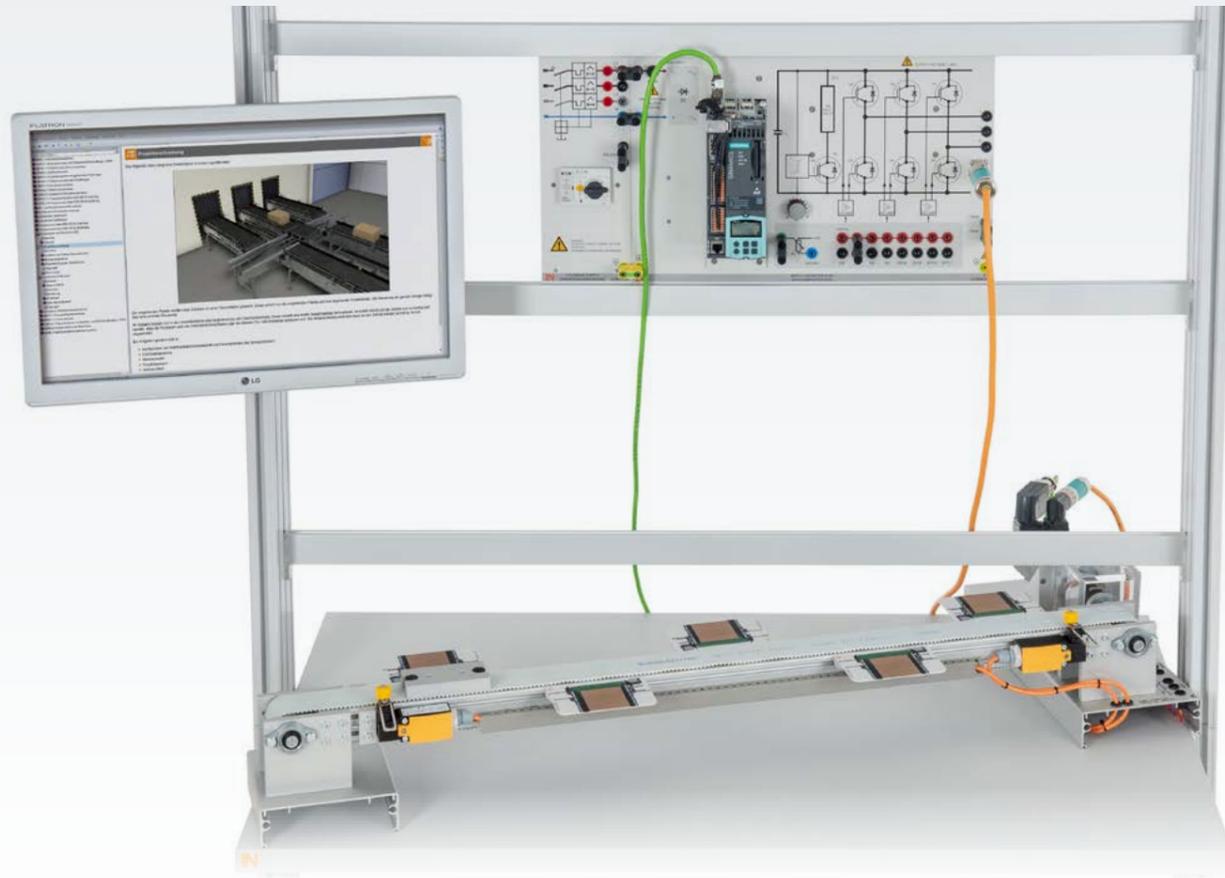


L'accent de ce système d'apprentissage est mis sur l'apprentissage pratique du mode de fonctionnement et d'action des entraînements de positionnement modernes. Le banc d'essai pour machines à servocommande est utilisé comme moteur de positionnement sur un axe linéaire. Un logiciel didactique permet d'étudier en pratique le mode de fonctionnement du moteur de positionnement sur un exemple de projet.

Contenus didactiques

- Mise en service et paramétrage assistés par ordinateur d'un entraînement de positionnement à axe linéaire
- Paramétrage par logiciel didactique
- Étude de l'influence de différents paramètres sur le déroulement du positionnement
- Optimisation du positionnement
- Fonction de course de référence

POSITIONNEMENT AVEC DES SERVOMOTEURS SYNCHRONES ET CONVERTISSEUR SIEMENS



Aujourd'hui, on entend par servomoteurs généralement des entraînements triphasés à grande dynamique. Les servomoteurs assument principalement des tâches de positionnement dans des machines-outils, des engins de manutention ou des robots. Mais on en trouve de plus en plus souvent dans des machines d'impression, des systèmes de transport ou des dispositifs de découpe qui nécessitent un positionnement ou une synchronisation angulaire précis. C'est pourquoi les servovariateurs, moteur avec codeur et éléments de transmission mécanique forment un système étroitement imbriqué dont les composants doivent être considérés comme un tout.

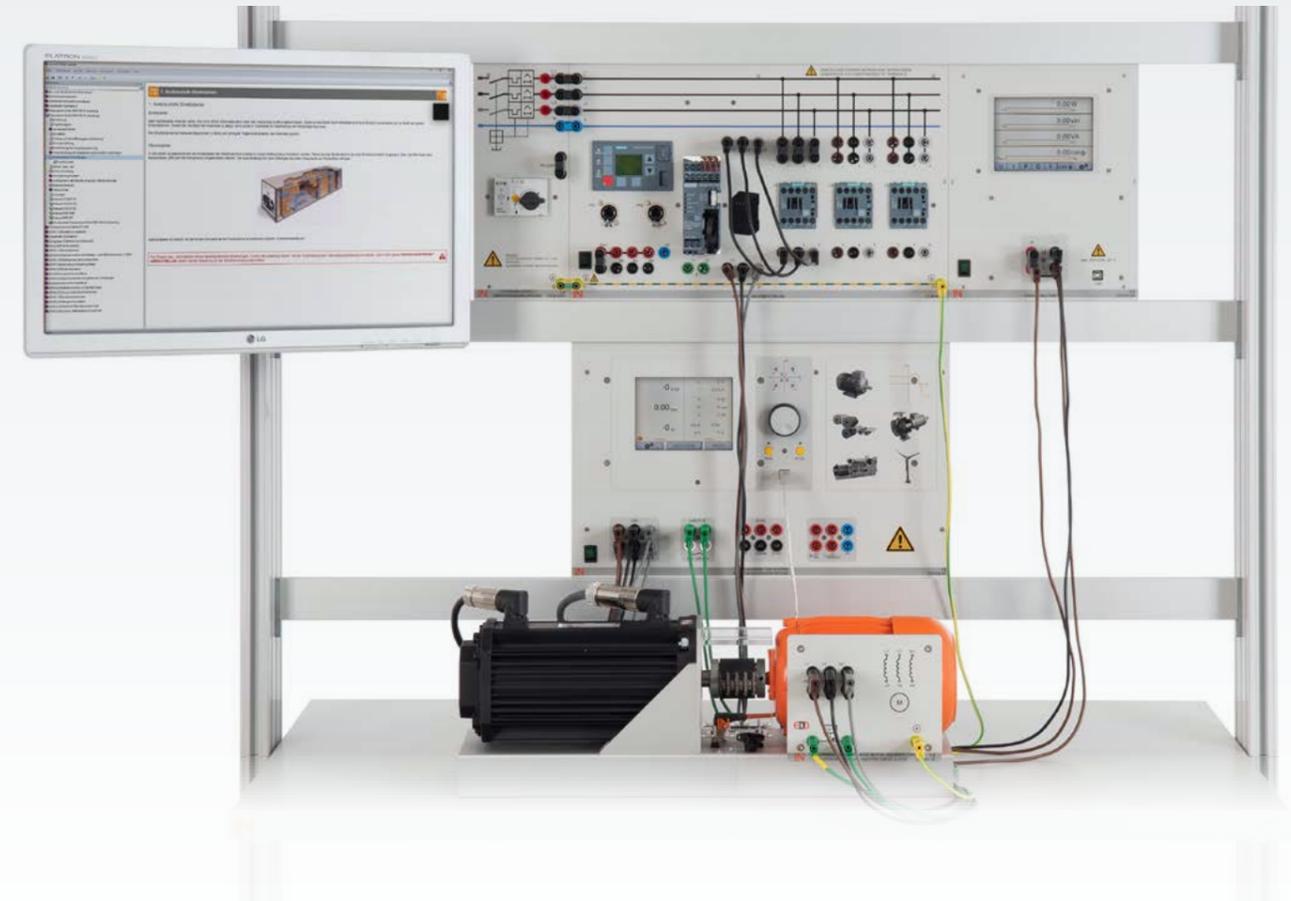
Contenus didactiques

- Mise en service et paramétrage assistés par ordinateur d'un servomoteur à axe linéaire
- Commande de positionnement et séquentielle
- Paramétrage des régulateurs de position et de régime au moyen d'un logiciel de paramétrage industriel simple
- Fonction de course de référence
- Étude des conséquences de différents réglages de régulateurs sous des charges différentes

PROTECTION / GESTION DU MOTEUR



Classe 300 W et 1 kW disponibles



Les systèmes de gestion de moteur employés dans les systèmes d'automatisation modernes offrent une protection, une commande et une surveillance optimales de l'entraînement et de l'installation. Il est ainsi possible par exemple de relever la température, la tension ou le courant du moteur. Par l'intégration à l'automatisation de processus de niveau supérieur via des systèmes de bus de terrain (par ex. Profibus), le moteur gagne en transparence. Ainsi, la charge et la consommation d'énergie du moteur peuvent être déterminées sans mesure sur place.

Contenus didactiques

- Mise en service assistée par ordinateur
- Programmation des fonctions démarreur direct, démarrage étoile-triangle, démarrage de moteurs à inversion de polarité, protection de moteur
- Paramétrage des grandeurs de surcharge et du comportementen coupure sous différentes charges
- Mesure de procédés dynamiques au démarrage
- Maintenance préventive



LUCAS-NÜLLE GMBH

Siemensstraße 2
50170 Kerpen, Allemagne

Tél. : +49 2273 567-0
Fax : +49 2273 567-39

www.lucas-nuelle.fr
export@lucas-nuelle.com