

# UniTrain-I

## Multimedia Desktop Lab

Apprendre. Expérimenter. Comprendre !  
N'importe où, n'importe quand.





# Contenu

<b>UniTrain-I – le laboratoire mobile pour la théorie et la pratique</b>	
Apprendre. Expérimenter. Comprendre ! .....	4
<b>Blended Learning avec UniTrain-I</b>	
Le laboratoire électronique mobile pour un apprentissage flexible .....	6
<b>Matériel UniTrain-I</b>	
Des modules pour des expériences idéales .....	8
<b>Le logiciel UniTrain-I</b>	
Une plate-forme d'expérimentation ouverte avec accès à tous les cours et instruments .....	10
<b>Labsoft Classroom Manager</b>	
Un enseignement simplifié : élaborer des cours, contrôler les résultats, gérer les données .....	12
<b>Plus qu'un système d'entraînement</b>	
Laboratoire UniTrain-I - Une solution complète .....	14
<b>Techniques d'énergie électrique</b> .....	16
<b>Machines électriques</b> .....	22
<b>Electronique de puissance</b> .....	32
<b>Electrotechnique</b> .....	38
<b>Electronique</b> .....	48
<b>Technique de communication</b> .....	60
<b>Technique de régulation</b> .....	86
<b>Technique de mesure</b> .....	92
<b>Technique numérique</b> .....	98
<b>Technique des micro-ordinateurs</b> .....	104
<b>Technologie d'automation</b> .....	108
<b>Mécatronique</b> .....	114
<b>Technique automobile</b> .....	122

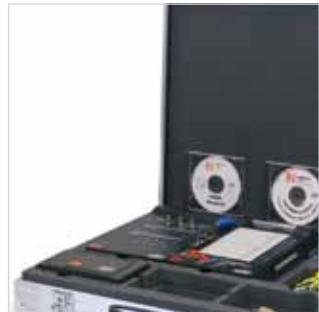
# UniTrain-I - Le laboratoire mobile pour la théorie et la pratique

Apprendre. Expérimenter. Comprendre !  
Complet, simple, sûr.

Le système UniTrain-I est un puissant système d'expérimentation et d'entraînement destiné à la formation et au perfectionnement assistés par ordinateur dans le domaine de l'électronique et de l'électrotechnique.

UniTrain-I associe la théorie à la pratique et offre ainsi un environnement didactique diversifié très efficace.





## Blended Learning pour la formation professionnelle continue

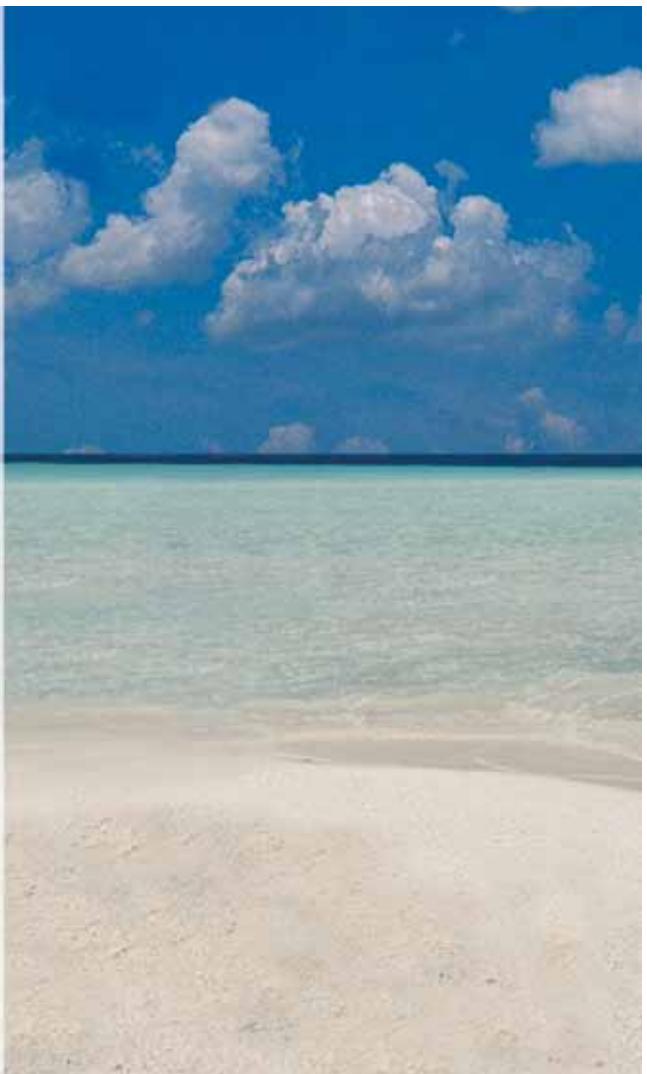
### La situation

dans la formation continue a fortement évolué :

- Les connaissances se renouvellent sans arrêt
- Les budgets diminuent
- Les exigences sont accrues
- Un perfectionnement permanent est devenu indispensable

### Conséquence :

- Les moyens d'apprentissage traditionnels ne suffisent plus
- Ceux-ci sont complétés par des méthodes et des réseaux assistés par ordinateur
- Tous les thèmes peuvent être combinés à volonté
- Adaptation optimisée à la situation didactique individuelle
- Apprentissage n'importe où et n'importe quand
- Libre accès aux contenus à l'aide de bases de données et de réseaux
- Administration en ligne par des tuteurs



# Blended Learning avec UniTrain-I

## Le laboratoire électronique mobile pour un apprentissage flexible

UniTrain-I est le laboratoire électrotechnique et électrique de LN qui peut être adapté individuellement aux différents concepts de formation. Configurez UniTrain-I selon votre propre concept de formation et les aspects suivants :

Média	Méthodes	Personne	Lieu	Moment
<ul style="list-style-type: none"><li>• Expériences pratiques</li><li>• Animations</li><li>• E-learning</li><li>• En réseau ou seul</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilisation pendant l'enseignement</li><li>• En stage</li><li>• Etudes autodidactes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seul</li><li>• En groupe</li><li>• Réunion de plusieurs classes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• À l'école</li><li>• Chez soi</li><li>• Au poste de travail</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• N'importe quand</li></ul>



## UniTrain-I associe les expériences pratiques aux connaissances théoriques.

### Pour le tuteur :

Libre configuration selon un concept de formation individuel

### Pour l'élève :

Compréhension approfondie, mémorisation prolongée, apprentissage en s'amusant

### UniTrain-I

**Un système configurable pour le perfectionnement et la formation continue avec un concept unique**



# Matériel UniTrain-I

## Des modules pour des expériences idéales

Les principaux composants du système sont constitués par l'interface UniTrain-I et des expérimentateurs UniTrain-I qui y sont couplés.

### Interface UniTrain-I

- Processeur 32 bits
- Mémoire des données de mesure
- Interface USB
- Instruments virtuels intégrés, au lieu de dispositifs de mesure externes coûteux
- 2 entrées différentielles analogiques
  - Bande passante 4 MHz
  - Plage de temps de 1 µs à 10 s
  - Trigger à seuil réglable, pré-trigger et single-shot
  - Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
  - Plage de mesure 100 mV à 50 V
  - Fonction mémoire, 2 x 32 Ko
- 16 entrées et sorties numériques
  - Technologie TTL, 16 bits
  - CC jusqu'à 100 kHz
- Sortie analogique
  - Tension de sortie -10 V à +10 V
  - Fréquence CC jusqu'à 1 MHz
  - Formes de courbes programmables arbitraires (8000 points de support)
  - 8 relais
- Tensions fixes +/-15 V/5 V
- Source d'alimentation triphasée
- Pilote LabView



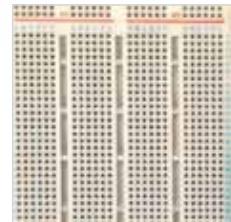


## Expérimenteur UniTrain-I

- Logement des cartes d'essai UniTrain-I
- Changement confortable des cartes d'expérimentation par pression sur bouton-poussoir
- Logement d'un multimètre externe, lecture des mesures par interface IrDa possible
- Mise à disposition des tensions d'expérimentation
- Sortie de bus UniTrain-I pour la connexion d'autres expérimentateurs

## Accessoires UniTrain-I

- Multimètre UniTrain-I avec interface IrDa
- Valise en aluminium pour le transport de l'ensemble du système
- Valise rigide pour un maximum de 24 cartes d'essai



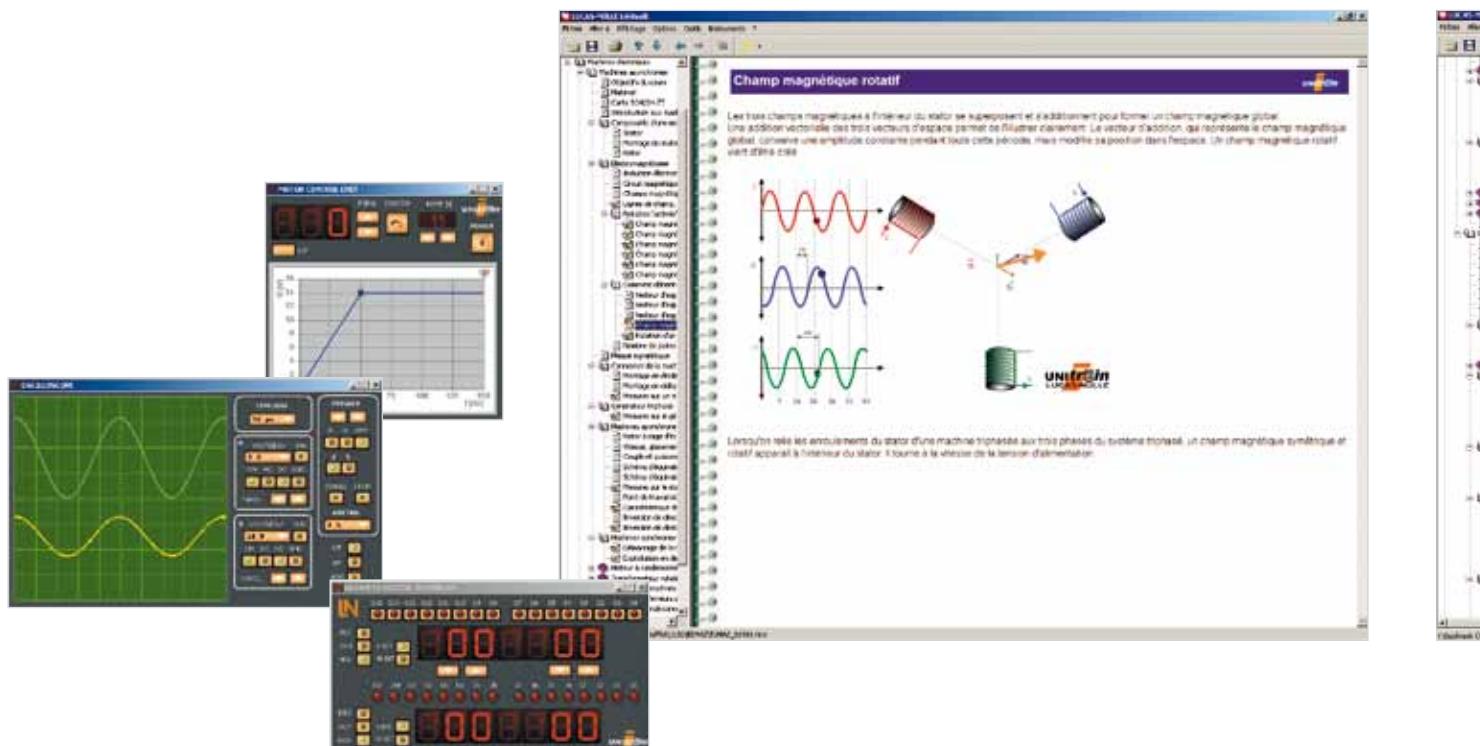
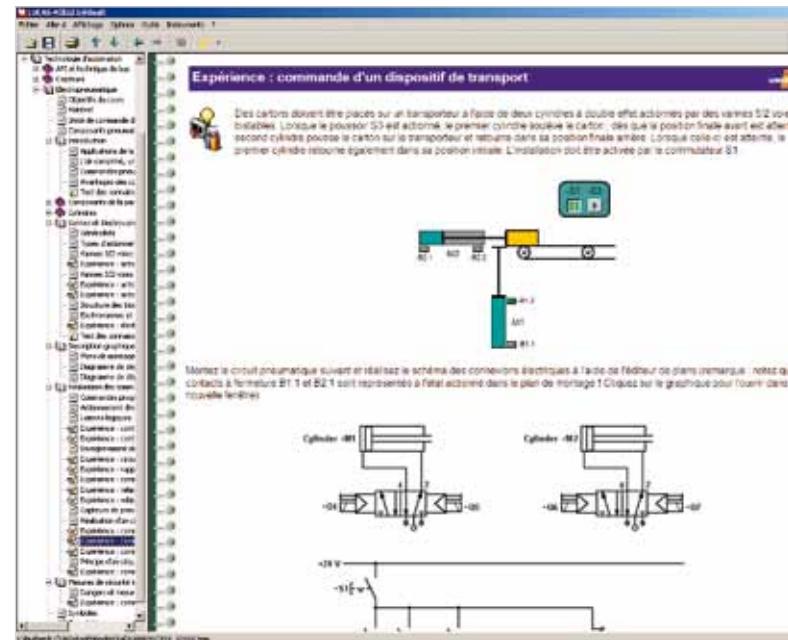
# Le logiciel UniTrain-I

Une plate-forme d'expérimentation ouverte avec accès à tous les cours et instruments

## LabSoft

LabSoft constitue l'interface de contrôle de l'UniTrain-I, une plate-forme d'expérimentation ouverte qui permet d'accéder à tous les médias du laboratoire UniTrain-I :

- Fenêtre de navigation avec structure en arborescence pour l'affichage et la sélection directe de tous les cours UniTrain-I installés
- Réalisation des expériences, y compris documentation, évaluation et enregistrement des mesures
- Instruments virtuels permettant une mesure en temps réel
  - voltmètre, ampèremètre, multimètre
  - oscilloscope à mémoire à 2 canaux
  - générateur de fonctions, d'impulsions et de courbes
  - alimentation triple pour CA et CC
  - alimentation triphasée
- Les instruments virtuels éventuellement nécessaires sont fournis avec le logiciel du cours LabSoft
- Logiciel d'élaboration de circuits et de simulation



## LabSoft en réseau

LabSoft supporte tant une installation locale sur l'ordinateur de l'utilisateur que l'installation sur un serveur central avec accès par l'intranet ou Internet. Pour faciliter l'intégration dans les systèmes de gestion d'apprentissage, LabSoft développe ses logiciels en faisant appel à des standards internationaux.



L'antenne parabolique

En optique, il est bien connu qu'un réflecteur à section axiale parabolique reflète l'image d'un objet éloigné en un point proche appelé foyer. Si une onde plane s'incide sur une surface métallique très conductrice de la forme d'un paraboloïde de révolution, le rayonnement sera concentré en un point, le foyer.

## Cours UniTrain-I

- Cours multimédias en HTML
- Toutes les langues supportées en HTML
- Des animations et des graphiques facilitent la transmission des connaissances
- Théorie et expériences de laboratoire dans une unité didactique
- Documentation des résultats
- Questions pour tester les connaissances

# LabSoft Classroom Manager

Un enseignement simplifié :  
élaborer des cours, contrôler les résultats, gérer les données

Le LabSoft Classroom Manager est un logiciel de gestion complet pour le système UniTrain-I et tous les cours LabSoft. Il est constitué des éléments de programme suivants :

#### LabSoft Reporter :

Contrôle des acquis et statistique

#### LabSoft Editor :

Création et édition de cours et de tests d'évaluation

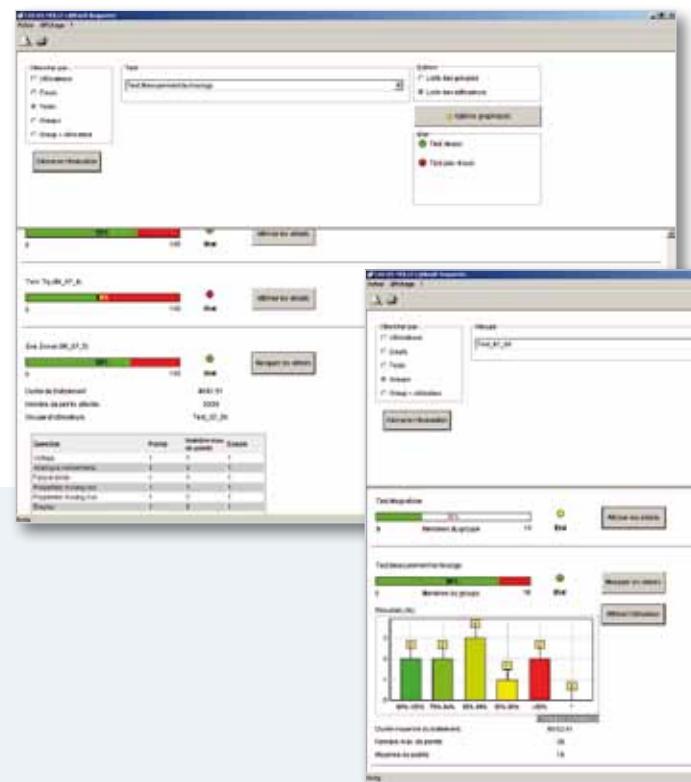
#### LabSoft Manager:

Gestion des élèves et des cours sous LabSoft



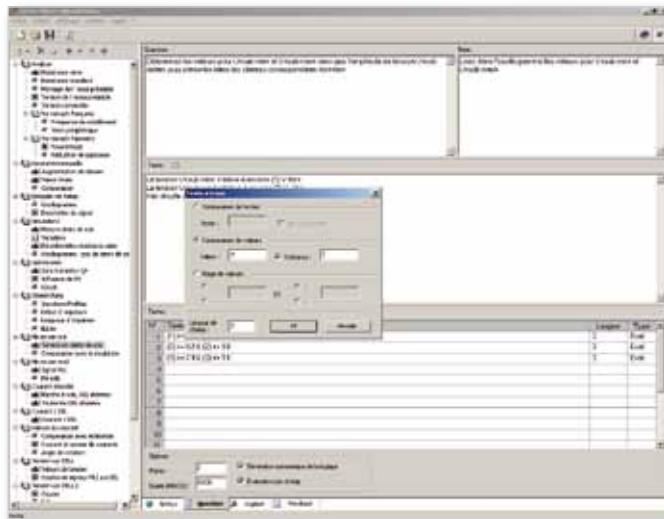
#### LabSoft Reporter :

- Evaluation électronique des connaissances acquises
- Présentation graphique de l'état actuel de traitement des cours
- Représentation des résultats individuels ou par groupes
- Evaluation pour les cours, les tests, les élèves ou classes individuels
- Fonctions de recherche complètes pour les élèves, les classes, les cours ou les tests



## Vos avantages

- Commande intuitive par une interface graphique
- Installation aisée
- Emploi en réseau local et sur des postes individuels
- Aucune base de données supplémentaire nécessaire
- Protection d'accès par dongle USB

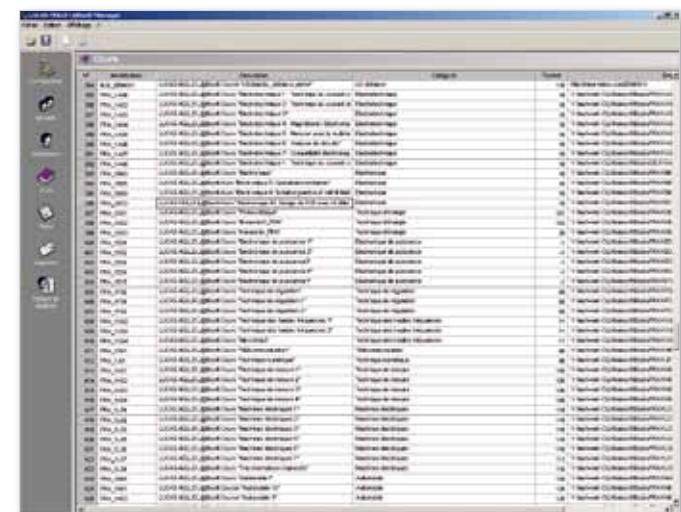


LabSoft Editor :

- Editeur HTML pour une édition confortable des cours LabSoft et des tests d'évaluation
  - Affichage WYSIWYG et HTML et prévisualisation des pages
  - Assistant pour la création de cours et de pages
  - Edition de l'arborescence de navigation par un simple clic de souris
  - Styles pour différents types de pages
  - Outils intégrés pour la création d'exercices et de questions pour des tests électroniques
  - Divers types de questions pour des tests d'évaluations électroniques : sélection simple et multiple, texte à trous, assignation, etc.

## **LabSoft Manager :**

- Gestion de l'installation LabSoft
  - Nombre illimité d'élèves et de cours
  - Création et édition de cours et de tests sous LabSoft
  - Création et édition d'élèves et de classes sous LabSoft
  - Assignation de cours ou de tests à une classe

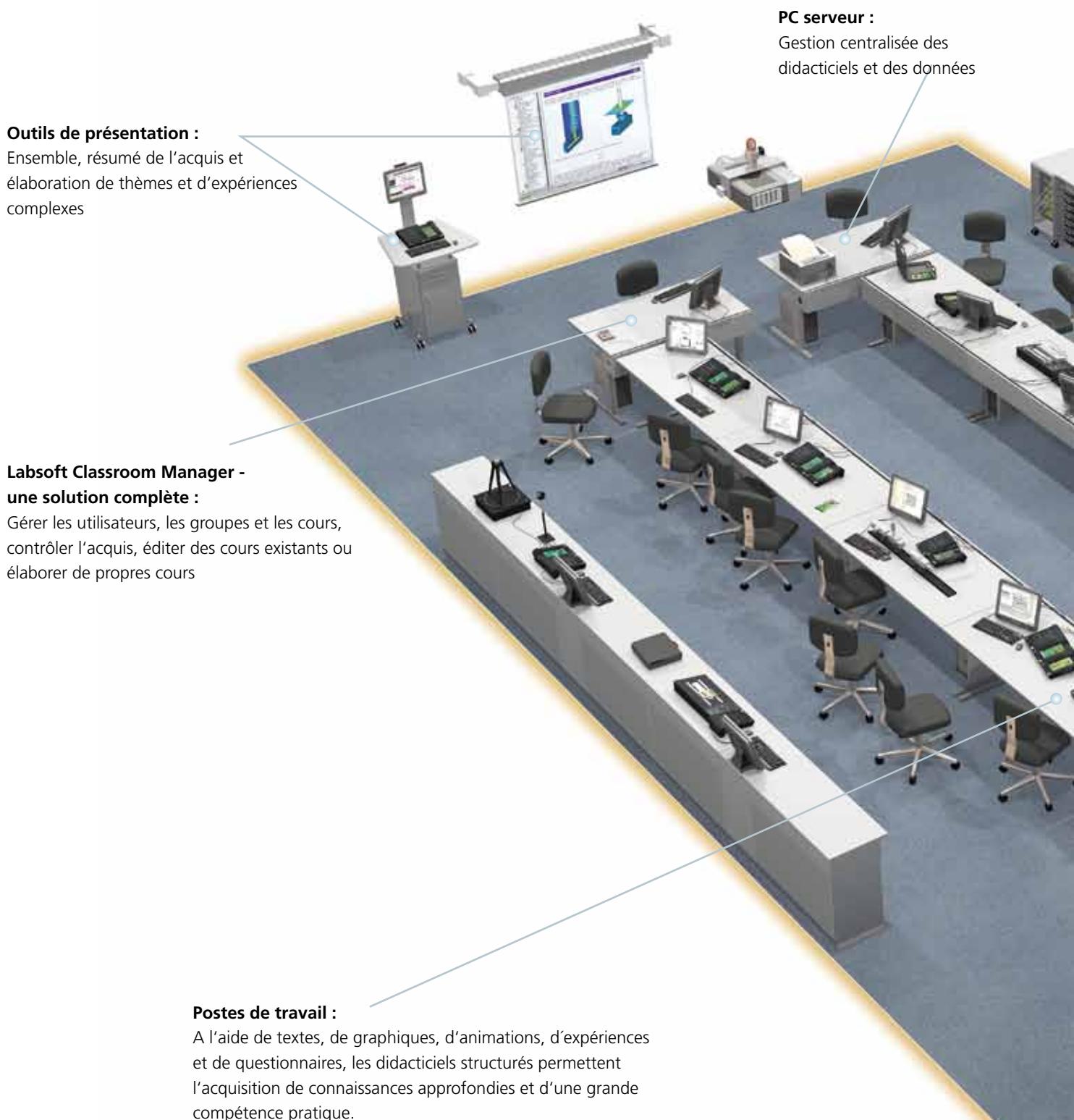


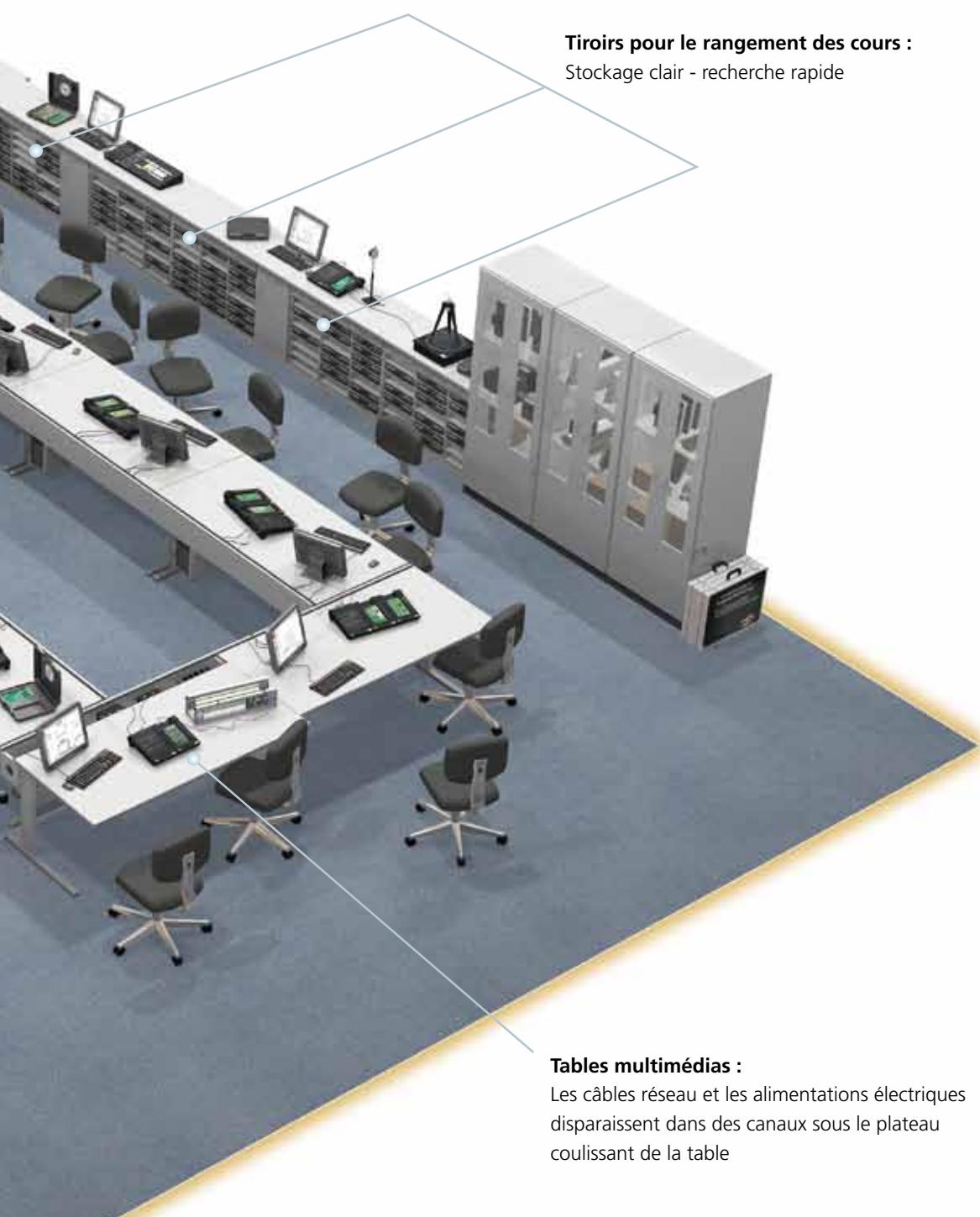
Référence article : SO2001-5A, constitué de

1 CD-ROM avec logiciel d'installation  
1 dongle USB

# Plus qu'un système d'entraînement

## Laboratoire UniTrain-I - Une solution complète





# Techniques d'énergie électrique

Photovoltaïque

Régimes transitoires dans les réseaux CC et CA

Technique des piles à combustible





#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet et mobile
- Cours multimédias
- Interface de mesure et de commande high-tech
- Théorie et pratique en même temps



#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope avec 2 entrées différentielles analogiques
- Taux de balayage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 plages de temps  
1 µs - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



#### Expérimentateur UniTrain-I

- Logement des cartes d'essai
- Tension d'expérimentation  $\pm 15$  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



#### Appareils de mesure et alimentations intégrés

- Générateur de fonctions, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope à mémoire à deux canaux
- Solarimètre
- Analyseur de régimes transitoires
- Enregistreur XY
- ... et de nombreux autres instruments



#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation Labsoft

- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Tests de connaissances



# Photovoltaïque

## Rayonnement solaire

### Fonction et rendement de cellules solaires

### Concepts d'installations photovoltaïques

La pénurie des réserves d'énergie fossiles et le réchauffement climatique exigent une réorientation de la production d'énergie. La génération de l'électricité à partir des énergies renouvelables, tels le vent et le rayonnement solaire ne cesse de gagner en importance et affiche des taux de croissance considérables.

#### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement des cellules solaires
- Terminologie de base du rayonnement solaire
- Mesure de la tension à vide et du courant de court-circuit
- Exploitation de cellules solaires montées en série et en parallèle
- Rendement d'une cellule solaire
- Installations solaires en mode direct et à accumulateur

**Qu'est-ce qu'une cellule solaire ?**

**Structure d'une cellule PV**

Les cellules PV sont des éléments semi-conducteurs. Elles ne deviennent conductrices que lorsque l'énergie solaire les chauffe. Le graphique ci-dessous montre la structure schématique d'une cellule PV.

Diagramme de la structure d'une cellule solaire :

- 1. Fente entière du contact métallique : Représente un contact qui permet le déplacement d'une tension sur la cellule PV.
- 2. Couche semi-conductrice de type p : La couche semi-conductrice contient des atomes entourés qui possèdent une quantité inférieure d'électrons libres. Ceux-ci sont alors plus propens à porter un charge (l'électricité) dans le matériau semi-conducteur. Ces couches sont apposées des couches de type n.
- 3. Couche semi-conductrice de type n : Les couches de type n sont formées par des matériaux semi-conducteurs contenant des atomes entourés qui possèdent une quantité supérieure d'électrons libres.





Référence article : **SO4204-3A**, constitué de

1CD sur le cours « Photovoltaïque »

1 unité d'expérimentation « Photovoltaïque »

Option :

**Référence article : SO4203-2V**

Valise de rangement en aluminium pour une unité d'expérimentation

# Transitoires en réseaux CC et CA

Commutations

Différentes charges R, L, C

Enregistreur de transitoires

Les commutations dans les réseaux de distribution d'énergie peuvent entraîner des états de service critiques, voire une panne de réseau. Les connaissances sur le comportement du courant et de la tension au moment de la commutation permettent d'éviter des défauts.

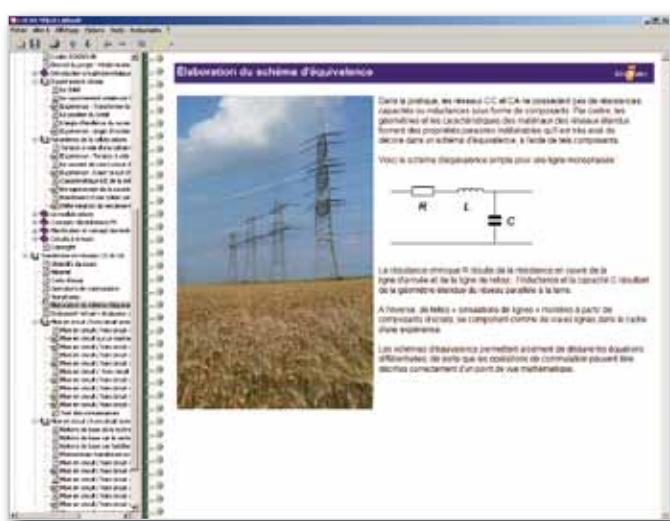
## Contenus didactiques

- Schéma équivalent simple d'une conduite électrique
- Mesure des courbes de courant et de tension lors des commutations
- Mises en et hors service lors de l'alimentation en tension continue et alternative
- Mises en et hors service à différentes charges R, RL, RC et RLC



Référence article : SO4204-3B, constitué de

1 CD sur le cours « Transitoires en réseaux CC et CA »  
1 carte d'essai « Reproduction d'une conduite RLC »



# Technique des piles à combustible

## Lois de Faraday

## Caractéristiques U/I

## Électrolyseur

Outre l'énergie éolienne et solaire, la pile à combustible constitue une autre source d'énergie propre de demain. Des questions encore en suspens sur la manipulation de l'hydrogène nécessaire à son exploitation ont empêché sa percée jusqu'à ce jour. Cependant, cette technique recèle un immense potentiel pour l'avenir.

### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement des piles à combustible
- Relevé de caractéristiques
- Processus chimiques de l'électrolyse
- Rendement d'une pile à combustible
- Montage en série et en parallèle de piles à combustible
- Relevé de la caractéristique U/I de l'électrolyseur



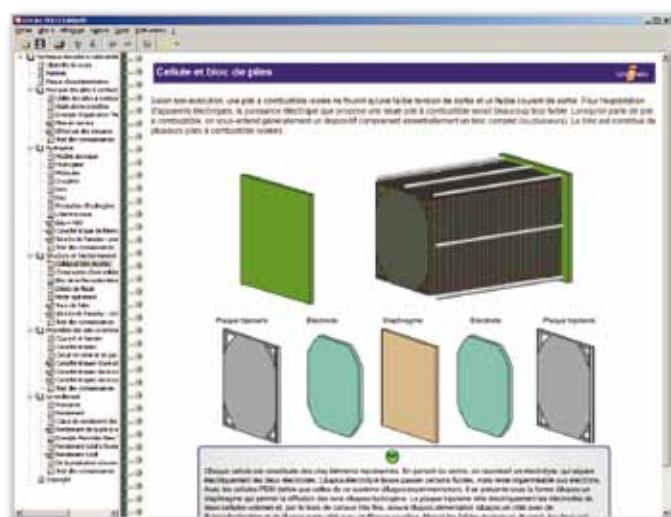
Référence article : SO4204-3C, constitué de

1 CD sur le cours « Technique des piles à combustible »  
1 unité d'expérimentation « Piles à combustible »

Option :

Référence article : SO4203-2V

Valise de rangement en aluminium pour une unité d'expérimentation



# Machines électriques

Machines à courant continu

Transformateurs mono- et triphasés

Machines asynchrones

Machines synchrones

Moteur linéaire

Moteurs pas à pas

Moteur CC BLDC à commutation  
électronique





#### Logiciel d'apprentissage et d'expérimentation

- Théorie complète
- Animations
- Expériences interactives avec mode d'emploi
- Test des connaissances



#### Alimentation intégrée

- Sécurité garantie par petite tension de protection
- Résistance aux courts-circuits
- Source de courant triphasé variable 14 V / 24 V, 1 A, 0...150 Hz
- Source de tension continue variable -24 V ... 24 V, 1 A



#### Technique de mesure intégrée

- Multimètre, oscilloscope, etc.
- Mesure des grandeurs des conducteurs et des branches
- Mesure de la vitesse de rotation avec un stroboscope
- Affichage avec des instruments virtuels



#### Rotors

- 7 rotors différents
- Remplacement sans outil
- Enroulements sur douilles de 2 mm
- Vis de serrage rapide pour accessoires optionnels



#### Commande, relais

- Simulation d'erreurs assistée par ordinateur
- Processus automatisés
- Paramétrage d'appareil de commande virtuels
- Connexion externe / interne via bus UniTrain-I



#### Stators

- Structure ouverte - remplace les modèles en coupe
- Enroulements en couleur
- Extrémités d'enroulement ouvertes, câblage variable
- Contrôle par sonde de température



# Machines à courant continu

Machine shunt

Machine série

Machine compound

Machine universelle

Même si les machines à courant continu n'occupent plus dans la pratique industrielle l'importance qu'elles revêtaient auparavant, elles servent toujours d'introduction au thème des machines électriques.

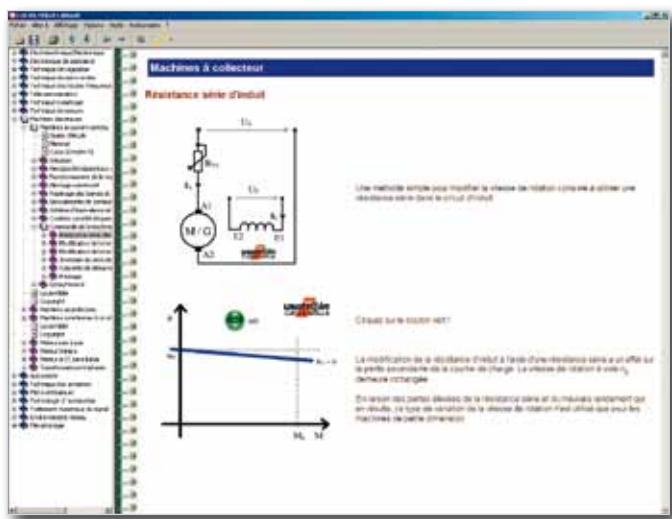
## Contenus didactiques

- Connexion d'une machine à courant continu
- Essais de démarrage
- Réglage d'une zone neutre
- Etude de la machine en cas d'affaiblissement de champ
- Méthodes destinées à la commande de la vitesse de rotation
- Expériences sur l'exploitation d'alternateurs et de freins



## Référence article : SO4204-7S, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Machines à courant continu »
- 1 carte d'essai « Machine à courant continu »
- 1 rotor
- 1 stroboscope à LED



# Transformateurs mono- et triphasés

## Formes de construction

## Types de raccord

## Comportement en charge

Les transformateurs sont des machines électriques qui servent à transformer des courants alternatifs ou triphasés en tensions supérieures ou inférieures. Les transformateurs triphasés revêtent un rôle important notamment lors de la transmission d'énergie électrique.

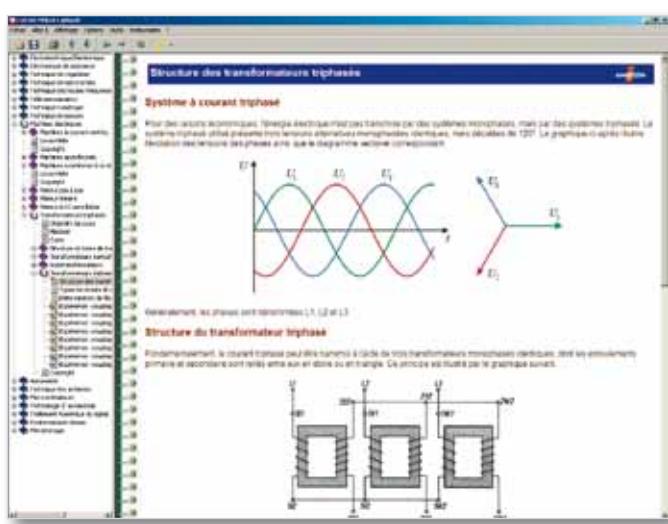
### Contenus didactiques

- Principe des transformateurs et schéma équivalent
- Etude du comportement en charge de transformateurs monophasés en mode à un et quatre quadrants
- Enregistrement du courant et de la tension avec et sans charge
- Etude du rapport de transmission
- Etudes des cas de charge de différents groupes de circuits
- Etude de charges asymétriques sur différents groupes de circuits
- Détermination de la tension de court-circuit



Référence article : SO4204-7Y, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Transformateurs mono- et triphasés »  
1 carte d'essai « Transformateur triphasé »



# Machines asynchrones

Moteur à cage d'écureuil

Moteur à aimant permanent

Moteur à condensateur

Rotor en court-circuit

Transformateur de réglage

Fortement répandues, les machines asynchrones revêtent une importance exceptionnelle - même dans la formation.

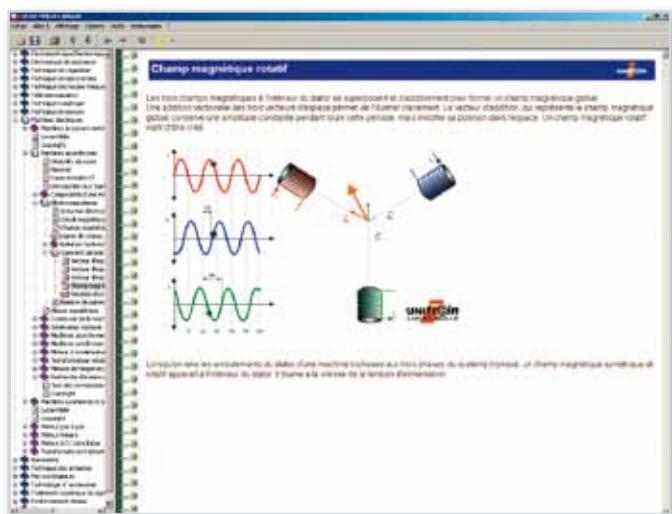
## Contenus didactiques

- Formation de champs tournants rotatifs et statiques
- Mesures de tensions et de courants sur le stator
- Connexion du stator en étoile ou en triangle
- Différences entre les rotors
- Comportement de la machine au démarrage ou lorsque le champ s'affaiblit
- Recherche d'erreurs



**Référence article : SO4204-7T**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Machines asynchrones »  
1 carte d'essai « Machine asynchrone »  
3 rotors



# Machines synchrones

## Machine à bagues collectrices

## Machine synchrone

## Machine à reluctance

Les moteurs à reluctance sont les moteurs de l'avenir. Aujourd'hui, les machines à courant triphasé à bagues collectrices et synchrones sont déjà fortement répandues.

### Contenus didactiques

- Description de la technologie et de ses applications dans la pratique
- Elaboration des notions physiques nécessaires à la compréhension
- Démarrage de machines à résistances de démarrage et fréquences variables
- Commande de régimes
- Réalisation de différentes expériences :
  - Moteur à bagues collectrices
  - Influence d'enroulements du rotor ouverts ou alimentés
  - Effet de différentes tensions d'excitation



### Référence article : SO4204-7U, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Machines synchrones et à bagues collectrices »
- 1 carte d'essai « Stator »
- 3 rotors
- 1 stroboscope à LED



# Moteur linéaire

## Fonction

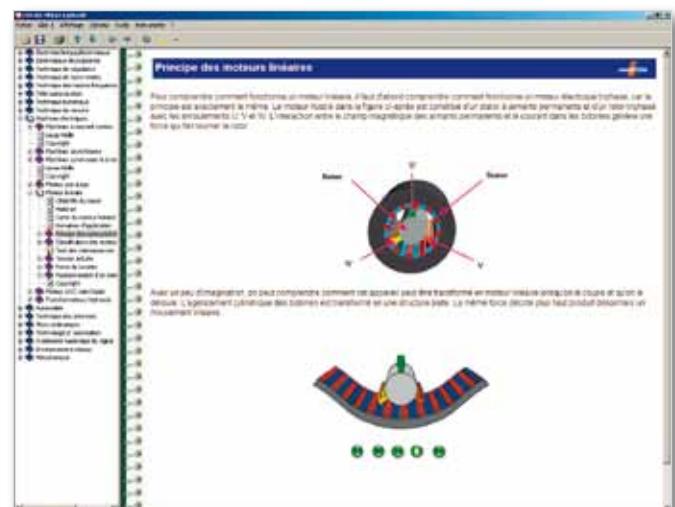
## Applications

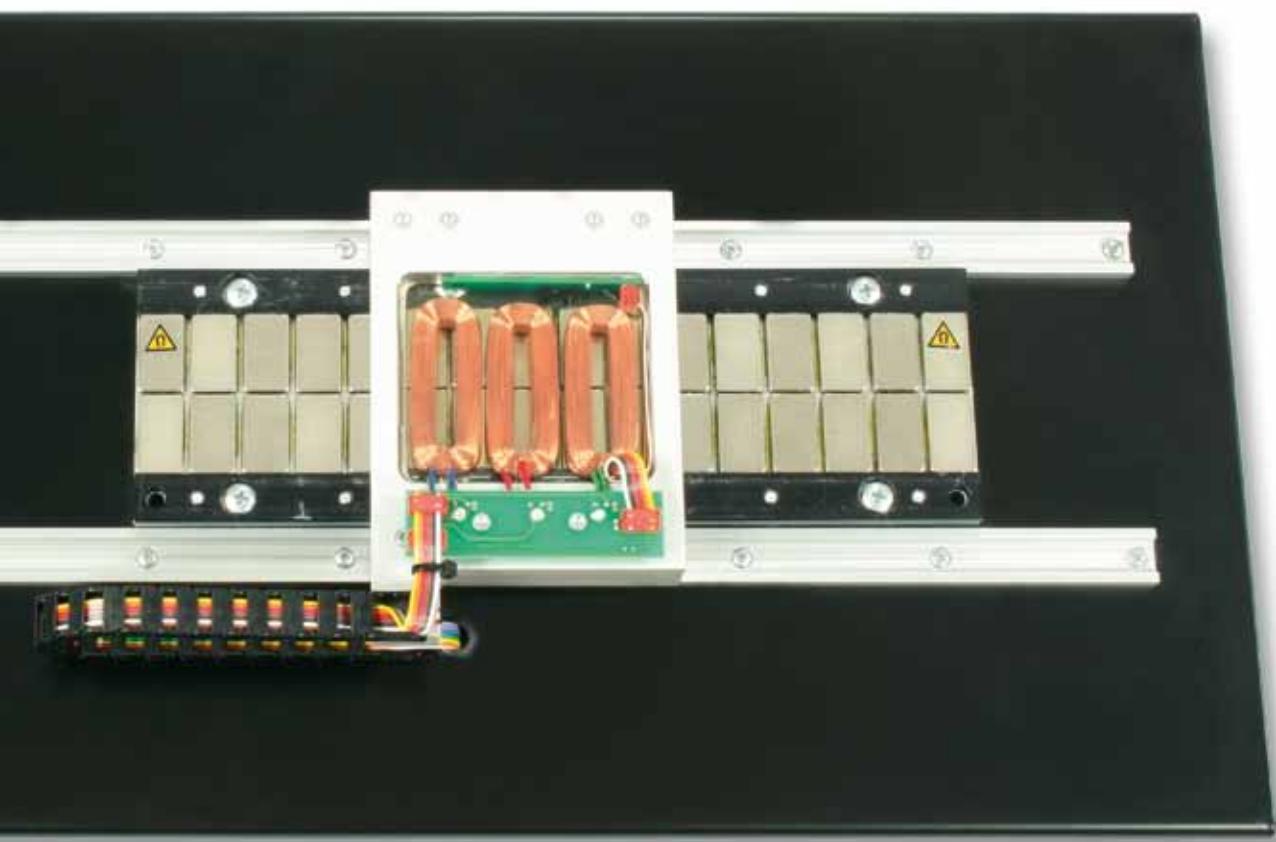
## Positionnement

Les moteurs linéaires font preuve d'une grande efficacité dans chaque application qui nécessite un mouvement linéaire. Ils sont utilisés de plus en plus fréquemment dans les applications d'automatisme modernes.

### Contenus didactiques

- Montage, fonctionnement et mode opératoire de moteurs linéaires
- Explication des expressions « force de Lorentz » et « tension induite »
- Domaines d'application des moteurs linéaires
- Formes de construction des moteurs linéaires
- Avantages et inconvénients de moteurs linéaires comparés aux machines rotatives
- Détermination des constantes du moteur
- Positionnement avec le moteur linéaire
- Déplacement pour déterminer une position (codeurs, capteurs Hall)
- Différence entre les positionnements relatif et absolu
- Détermination de la position à l'aide de capteurs de Hall analogiques





Référence article : SO4204-7X, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Moteur linéaire »  
1 unité d'expérimentation « Moteur linéaire »

Option :

Référence article : SO4203-2V

Valise de rangement pour une unité  
d'expérimentation



# Moteurs pas à pas

## Formes de construction

## Principe de fonctionnement

## Positionnement

Les moteurs pas à pas représentent une solution peu coûteuse pour des tâches de positionnement. Ils sont également fabriqués en grande quantités et utilisés dans un grand nombre de produits.

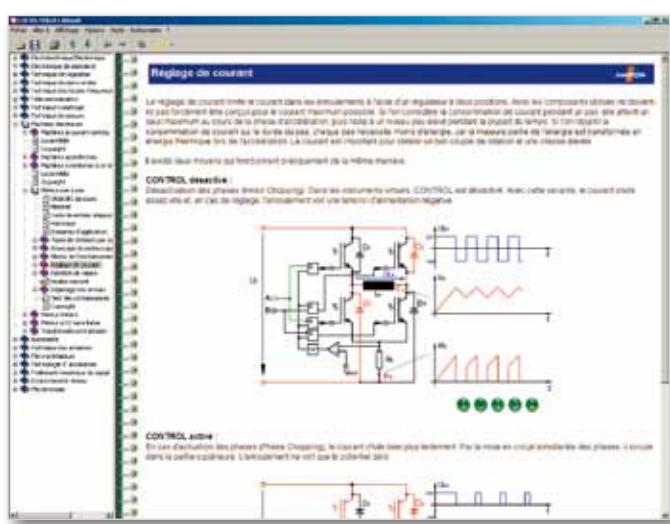
### Contenus didactiques

- Présentation de la technologie du moteur pas à pas en théorie, dans des animations et à l'aide d'expériences pratiques
- Principe d'excitation du moteur
- Illustration des différences entre deux procédés de limitation de courant
- Limites du moteur pas à pas
- Tâches de positionnement complexes



Référence article : SO4204-7W, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Moteur pas à pas »  
1 carte d'essai « Moteur pas à pas »



# Moteur BLDC / Servo

## Fonctionnement

### Saisie de la position

### Régulation

Les moteurs à courant continu sans balais (BLDC) sont utilisés dans les domaines et applications les plus variés. Les moteurs BLDC fonctionnent comme des moteurs synchrones.

#### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement du moteur et de l'électronique d'amorçage
- Etude du système de capteurs
- Etude de l'alimentation électrique du moteur
- Montage d'un entraînement commandé par le couple ou le régime



**Référence article : SO4204-7Z**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Moteur BLDC/Servo »
- 1 carte d'essai « Moteur BLDC »



# Electronique de puissance

Convertisseurs statiques à commutation naturelle

Convertisseurs statiques à commutation forcée

Convertisseurs de fréquence

Correction du facteur de puissance PFC





#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet, portable
- Cours multimédias
- Interface de mesure et de commande de haute technologie
- Théorie et pratique simultanément



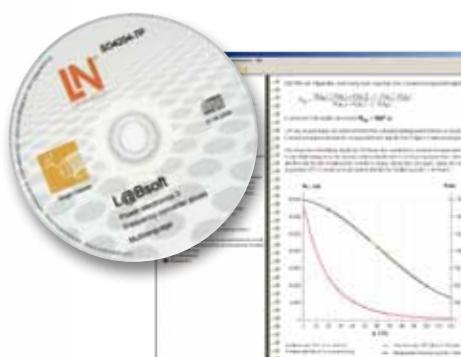
#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope équipé de 2 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 domaines temporels 1 µs - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



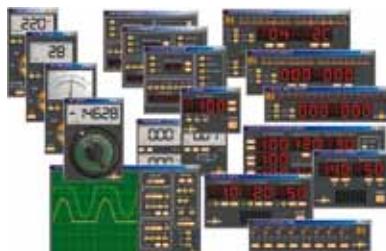
#### UniTrain-I Expérimenteur

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



#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation LabSoft

- Choix varié de cours
- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Tests de connaissances



#### Appareils de mesure et alimentations intégrés

- Multimètre, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope à mémoire à deux voies
- Générateur de fonctions et de courbes
- Alimentation triple pour courant alternatif et courant continu
- Alimentation triphasée
- ... et de nombreux autres instruments



# Convertisseurs statiques à commutation naturelle

Redresseurs non commandés

Redresseurs commandés

Gradateur de courant alternatif / triphasé

L'électronique de puissance occupe une place importante dans la vie contemporaine. Ainsi, par exemple, sans électronique de puissance, les éclairages modernes halogènes variables, les perceuses à vitesse variable ou le chauffage électrique n'existeraient pas. On utilise des semi-conducteurs de puissance tels que des diodes, des thyristors et des transistors de puissance.

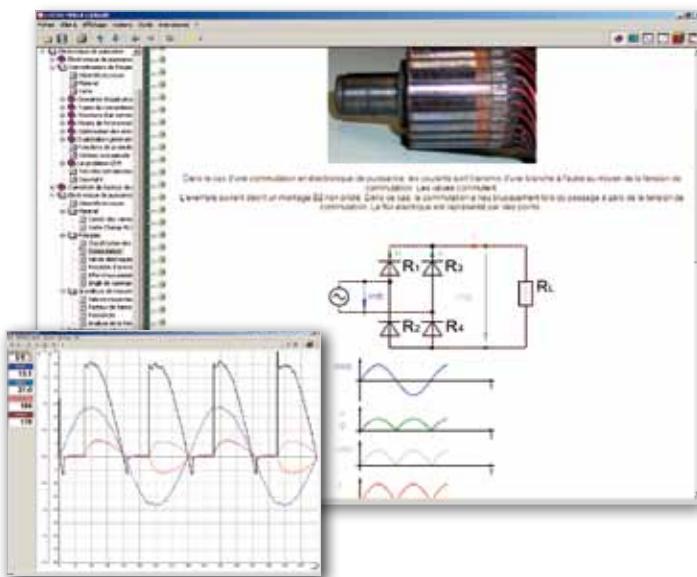
## Contenus didactiques

- Grandeurs de mesure en électronique de puissance
- Semi-conducteur de puissance et son excitation
- Montage et fonctionnement de redresseurs monophasés et triphasés
- Enregistrement des caractéristiques de service de fonctionnement de redresseurs non commandés
- Enregistrement des caractéristiques de commande et de caractéristiques de redresseurs semi-commandés
- Redresseurs entièrement commandés
- Enregistrement des caractéristiques de commande et de service des régulateurs de courant alternatif monophasé et triphasé
- Mesure et analyse de la puissance des circuits redresseurs
- Analyse des grandeurs via FFT



Référence article : SO4204-7N, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours  
« Convertisseurs statiques à commutation naturelle »
- 1 carte d'essai  
« Convertisseurs statiques à commutation naturelle »
- 1 carte d'essai  
« Charge pour convertisseur statiques à commutation naturelle »



# Convertisseurs statiques à commutation forcée

MLI (Modulation de Largeur d'Impulsions)

Gradateur à un et à quatre quadrants

Onduleur monophasé / Onduleur triphasé

Le nombre des entraînements à vitesse variable qui équipent les machines modernes augmente constamment. Les exigences croissantes ainsi que l'intégration de convertisseurs modernes au prix avantageux en sont la raison.

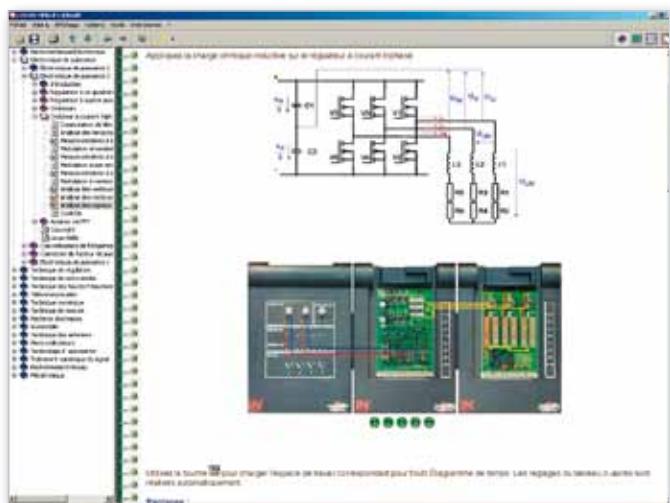
## Contenus didactiques

- MLI pour la génération de tensions continues et alternatives variables
- Etude du comportement sous charge en mode à un et quatre quadrants
- Enregistrement des caractéristiques de commande et de service de circuits en mode à un et quatre quadrants
- Mesure des courbes de signaux de redresseurs de courant alternatif en modulation d'amplitude et de signal
- Montage et fonctionnement des onduleurs triphasés
- Commutation de bloc, modulation sinusoïdale, super-sinusoïdale et à vecteur spatial de tensions alternatives triphasées
- Analyse technique des différents procédés de modulation sur la base de mesures de courbes de signaux
- Comparaison des procédés de modulation par l'analyse des harmoniques (FFT)



Référence article : SO4204-7M, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours  
« Convertisseurs statiques à commutation forcée »
- 1 carte d'essai  
« Convertisseurs statiques à commutation forcée »
- 1 carte d'essai  
« Charge pour convertisseurs statiques à commutation forcée »



# Entraînements avec convertisseurs de fréquence

## Circuit intermédiaire Onduleur Réglage de la vitesse de rotation

Les convertisseurs de fréquence permettent un réglage de la vitesse de rotation en continu, à faibles pertes, des moteurs asynchrones triphasés.

Outre la commande de moteur proprement dite et les fonctions de protection du moteur, les appareils se chargent aujourd'hui également d'une partie de l'automatisation des processus.

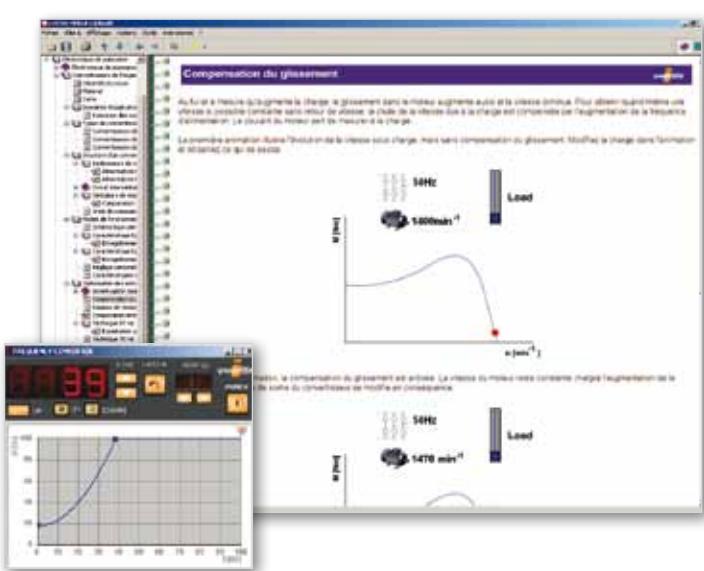
### Contenus didactiques

- Classification des convertisseurs de fréquence
- Montage des convertisseurs de fréquence modernes
- Génération de la tension du circuit intermédiaire
- Enregistrement de la caractéristique U/f et boost
- Nécessité des rampes de régime
- Exploitation de moteurs triphasés sur des convertisseurs de fréquence
- Montage et fonctionnement des hacheurs de freinage
- Optimisation des entraînements commandés par la vitesse
- La « technique à 87 Hz »
- Enregistrement et analyse de courants, tensions et puissances



**Référence article : SO4204-7P**, constitué de  
1 CD-ROM sur le cours « Entraînements de convertisseurs de fréquence »  
1 carte d'essai « Circuit intermédiaire pour convertisseur de fréquence »

Les cours suivants sont nécessaires au fonctionnement :  
« Cours Electronique de puissance 2 - Convertisseurs statiques à commutation forcée » SO4204-7M  
« Cours Machines électriques 2 - Machines asynchrones » SO4204-7T



# Correction active du facteur de puissance

PFC actif

Régulation

Analyse d'harmoniques

De nos jours, toute alimentation intégrée dans un ordinateur est équipée d'un système de correction du facteur de puissance.

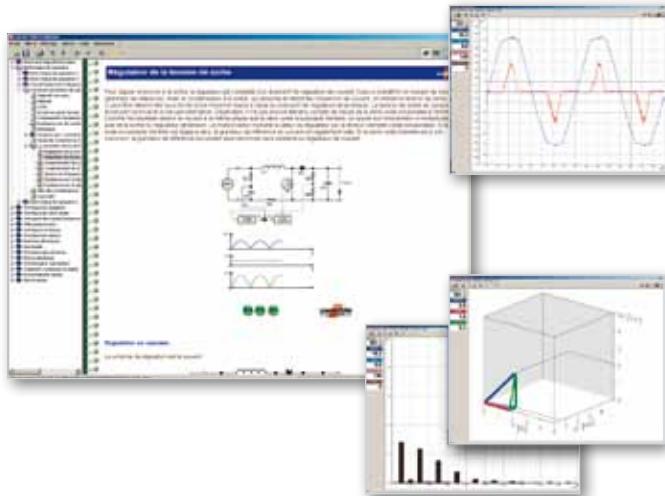
Cette utilisation fréquente est due à une norme européenne qui prescrit que certains consommateurs dont l'alimentation sur secteur n'est pas linéaire à l'allure de la tension doivent être équipés d'un dispositif de correction du facteur de puissance.

## Contenus didactiques

- Pourquoi employer la correction du facteur de puissance ?
- Fonctionnement de la correction du facteur de puissance
- Domaines d'application de la correction du facteur de puissance
- Correction du facteur de puissance actif et passif
- Montage et fonctionnement d'un circuit actif de correction du facteur de puissance
- Comparaisons avec des circuits de redresseur à pont conventionnels
- Enregistrement et analyse de courants, tensions et puissances
- Analyse des grandeurs via FFT



**Référence article : SO4204-7Q**, constitué de  
1 CD-ROM sur le cours « Correction active du facteur de puissance PFC »  
1 carte d'essai « Correction du facteur de puissance PFC »



# Electrotechnique

Technique du courant continu

Technique du courant alternatif

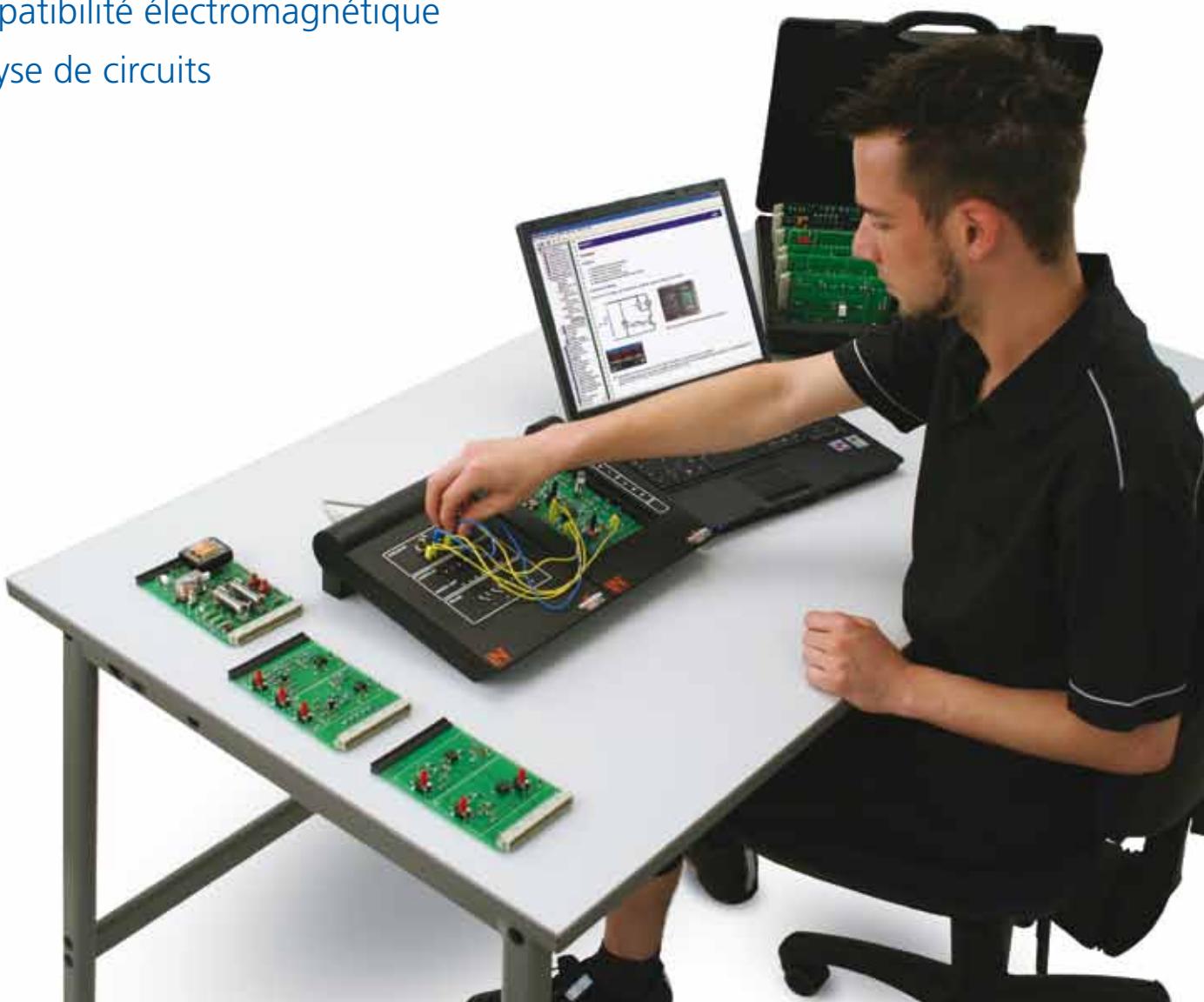
Technique du courant triphasé

Mesurer avec le multimètre

Magnétisme

Compatibilité électromagnétique

Analyse de circuits





#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet, portable
- Cours multimédias
- Interface de mesure et de commande de haute technologie
- Théorie et pratique simultanément



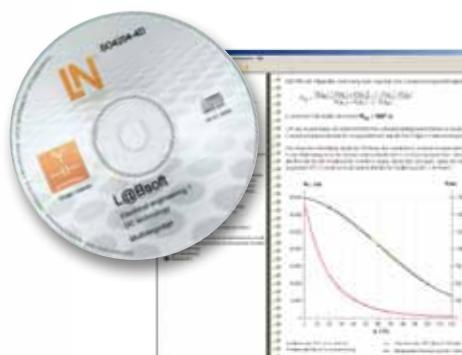
#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope équipé de 2 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 domaines temporels 1  $\mu$ s - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



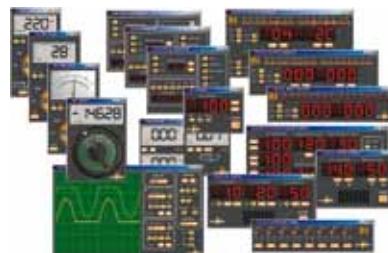
#### UniTrain-I Expérimenteur

- Enregistrement des cartes d'essais
- Tension d'expérimentation  $\pm 15$  V, 400 mA
- Tension d'expérimentation 5 V, 1 A
- Source de courant continu ou triphasé variable entre 0 ... 20 V, 1 A
- Interface IrDa pour multimètre
- Interface série supplémentaire pour cartes



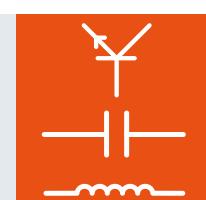
#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation LabSoft

- Choix varié de cours
- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Test de connaissances



#### Appareils de mesure et alimentations intégrés

- Multimètre, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope à mémoire à deux voies
- Générateur de fonctions et de courbes
- Alimentation triple pour courant alternatif et courant continu
- Alimentation triphasée
- ... et de nombreux autres appareils



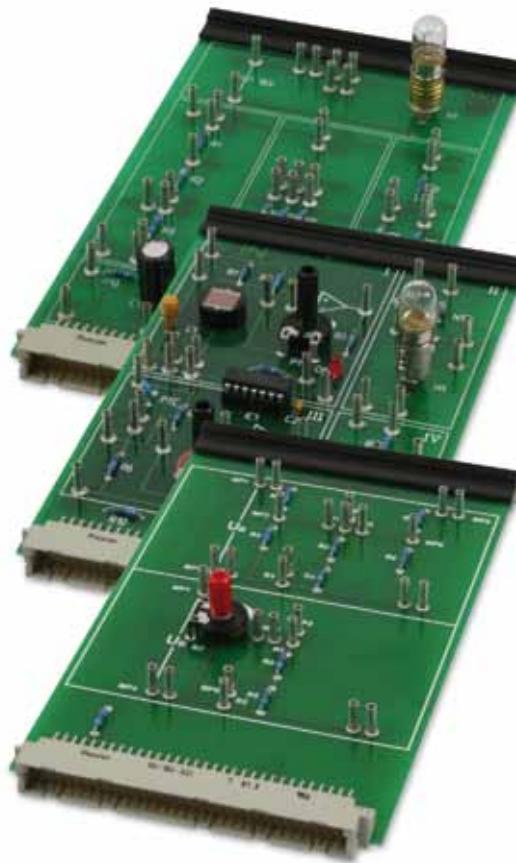
# Technique du courant continu

## Courant Tension Circuits à résistances

Courant, tension, résistance - apprendre les bases de l'électrotechnique par une application pratique. Dans le cadre du cours, les lois fondamentales de l'électrotechnique sont traitées par le biais de textes, d'images et d'expériences variés et facilement compréhensibles réalisées sur des circuits à résistances.

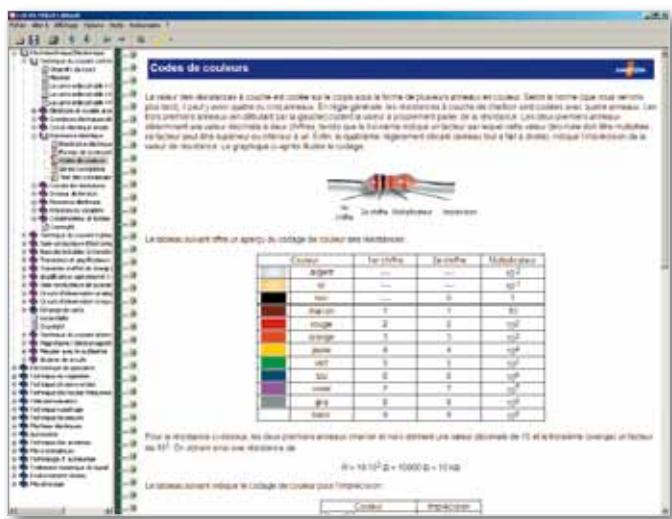
### Contenus didactiques

- Termes de base : charge électrique, champ électrique, courant, tension, résistance et puissance
- Manipulation d'appareils de mesure et de sources de tension
- Démonstration par l'expérience des lois d'Ohm et de Kirchhoff
- Mesures sur des circuits en série, des circuits parallèles et des diviseurs de tension
- Enregistrement des caractéristiques de résistances variables (Photorésistance, CTN, CTP, VDR)
- Bobine et condensateur dans un circuit de courant continu
- Recherche d'erreurs



### Référence article : SO4204-4D, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Technique du courant continu »
- 1 carte d'essai « Circuits à résistances »
- 1 carte d'essai « Diviseur de tension »
- 1 carte d'essai « Résistances variables »



# Technique du courant alternatif

## Inductance

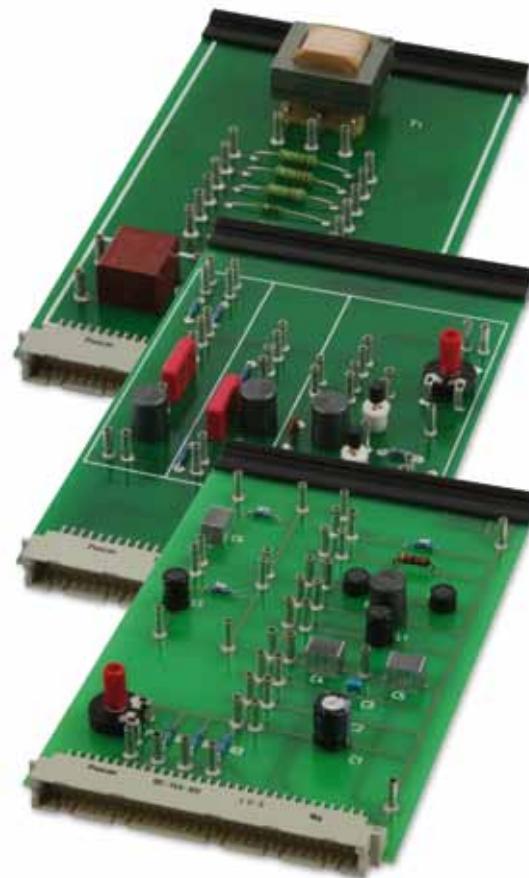
## Capacité

## Circuit oscillant / transformateur

Quel est le comportement des bobines et condensateurs sur le courant alternatif ? Qu'est-ce qu'un circuit oscillant et comment fonctionne un transformateur ?

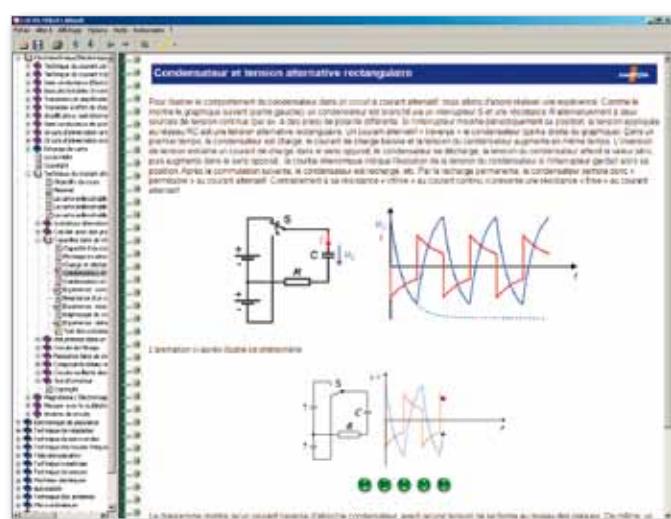
## **Contenus didactiques**

- Paramètres de signaux périodiques et sinusoïdaux
  - Manipulation de diagrammes vectoriels
  - Détermination par l’expérience de la réactance d’une bobine et d’un condensateur
  - Puissance active, réactive et apparente
  - Réponse fréquentielle de circuits de filtrage élémentaires
  - Circuits oscillants électriques : résonance, qualité, bande passante et fréquence critique
  - Mesure de la réponse en fréquence de circuits oscillants parallèles et en série
  - Mesures de charges, de marches à vide et de courts-circuits
  - Réponse en fréquence de transformateurs et de transmetteurs
  - Recherche d’erreurs



Référence article : SO4204-4F, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Technique du courant alternatif »
  - 1 carte d'essai « Inductances / Capacités »
  - 1 carte d'essai « Circuits oscillants »
  - 1 carte d'essai « Transformateur / Transmetteur »



# Technique du courant triphasé

## Montage en étoile et en triangle Alternateur triphasé

Le courant triphasé revêt une importance particulière dans le domaine de la technique énergétique et de la technique de transmission, aussi bien dans la production et le transport d'énergie électrique que dans le fonctionnement de machines industrielles à haute performance.

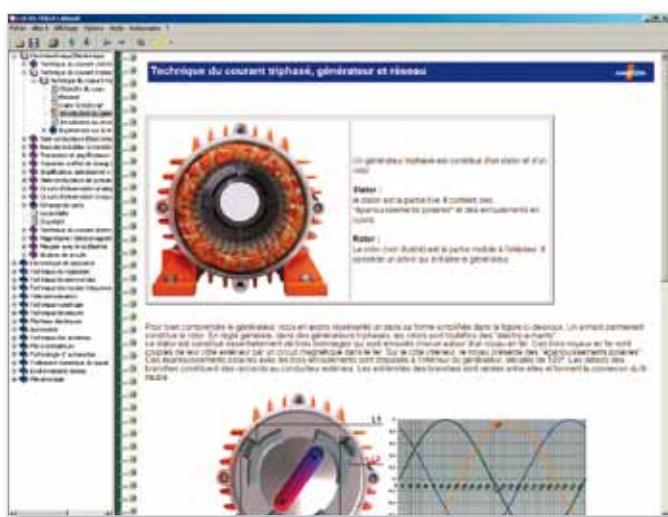
### Contenus didactiques

- Mesure de grandeurs de ligne et de branche
- Détermination des rapports entre tensions de phase et de ligne
- Consommateurs ohmiques et capacitifs dans un circuit en étoile et en triangle
- Déphasage entre tensions de phase et de ligne
- Mesure des courants de compensation dans le neutre
- Conséquences d'interruptions du neutre
- Mesures de courant et de tension en cas de charges équilibrées et déséquilibrées
- Mesure de puissance sur une charge triphasée



Référence article : SO4204-4H, constitué de

- 1 CD sur le cours « Technique du courant triphasé »
- 1 carte d'essai « Circuit triphasé »
- 1 carte d'essai « Oscilloscope à trois canaux »



# Mesurer avec le multimètre

## Mesure de courant

## Mesure de tension

## Mesure de résistances et de diodes

Mesure correcte et travail sûr - Ce cours entraîne à la manipulation sûre des multimètres habituels à l'aide de nombreux exercices de mesure et animations.

### Contenus didactiques

- Eléments de commande du multimètre
- Sources de danger lors de mesures réalisées sur des circuits électriques
- Mesure des tensions électriques continues et alternatives avec le multimètre
- Mesure des courants électriques continus et alternatifs avec le multimètre
- Mesures de résistances et de diodes
- Compensation à zéro et mesures de continuité
- Adaptation des calibres
- Sources d'erreurs potentielles pendant les mesures
- Détermination des composants d'un montage inconnu à l'aide des mesures de courant et de tension



Référence article : SO4204-4B, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Mesurer avec le multimètre »
- 1 carte d'essai « Objets de mesure »
- 1 multimètre « MetraHit one plus »



# Magnétisme / Electromagnétisme

## Champ magnétique Induction Composants électroniques

Le magnétisme et l'électricité sont étroitement liés. De nombreux composants du domaine de l'électrotechnique utilisent des effets (électro)magnétiques.

### Contenus didactiques

- Magnétisme : pôles magnétiques, champ magnétique, lignes de champ et intensité de champ
- Matériaux para- et ferromagnétiques, hystérésis
- Etude du champ magnétique d'un conducteur traversé par du courant
- Etude du champ magnétique d'une bobine (bobine sans fer, bobine avec noyau)
- Induction électromagnétique et force de Lorentz
- Montage et fonctionnement d'un transformateur triphasé
- Etude d'un transformateur sous différentes charges
- Montage et fonctionnement de composants électromagnétiques : relais, interrupteurs Reed, interrupteurs Hall
- Etude de circuits d'application



Référence article : SO4204-4A, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Magnétisme »  
1 carte d'essai « Magnétisme / Electromagnétisme »



# Compatibilité électromagnétique

## Effets de couplage

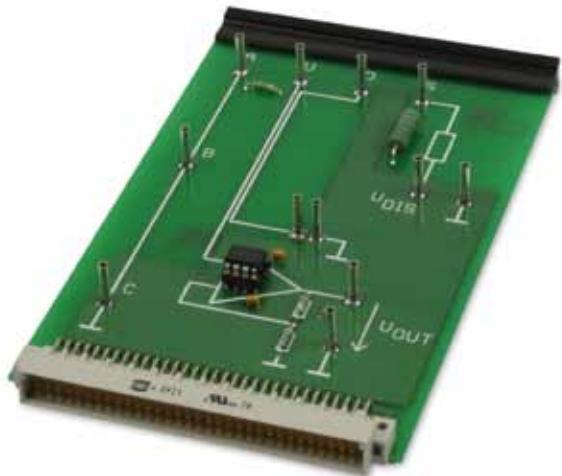
## Résistance au brouillage

## Normes

Dans le développement et l'analyse des erreurs, les aspects de la compatibilité électromagnétique d'un circuit jouent un rôle important. Les effets de couplage dans un circuit ainsi que les perturbations venant de l'extérieur ou provenant du circuit même sont essentiels.

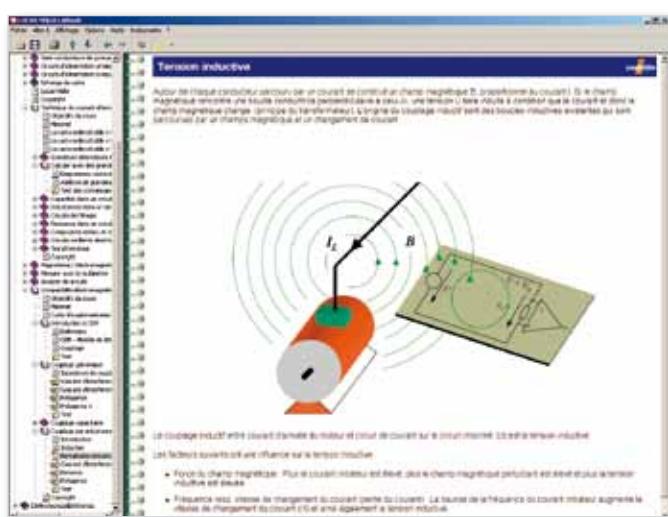
### Contenus didactiques

- Le terme de compatibilité électromagnétique (CEM)
- Description des effets de couplage électromagnétiques
- Sources perturbatrices électromagnétiques naturelles et artificielles
- Normes et directives CEM européennes
- Etude du couplage galvanique entre des pistes conductrices parallèles
- Etude du couplage capacitif entre des pistes conductrices parallèles
- Etude du couplage inductif entre des pistes conductrices parallèles
- Mesures pour améliorer les propriétés CEM d'un circuit
- Mesures pour accroître la résistance au brouillage d'un circuit



**Référence article : SO4204-4K**, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Compatibilité électromagnétique »  
1 carte d'essai « Compatibilité électromagnétique »



# Analyse de circuit

## Transformation de réseau

## Sources de remplacement

## Principe de la superposition

Bien qu'il existe de nos jours une grande quantité d'outils permettant d'analyser les circuits, des connaissances de base sont indispensables pour garantir leur emploi efficace dans l'analyse. Dans ce cours, différentes méthodes d'analyse, qui permettent de déterminer la répartition des tensions et des courants même dans des réseaux plus complexes, seront présentées et vérifiées par l'expérience.

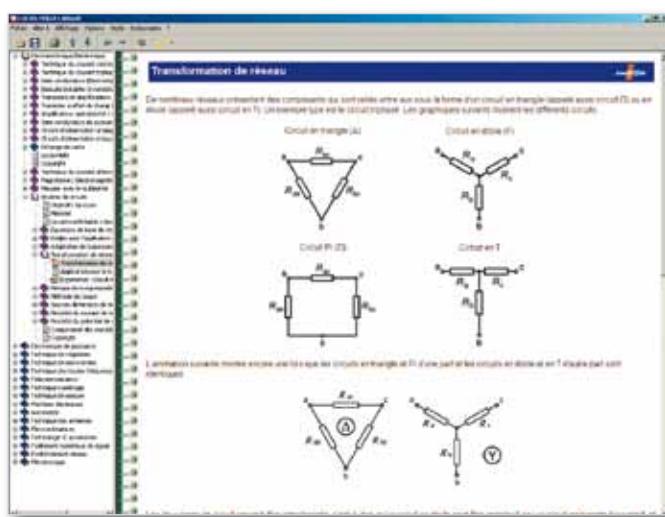
### Contenus didactiques

- Equations de Kirchhoff pour un réseau de résistances
- Analyse de réseaux de résistances à l'aide des équations de Kirchhoff
- Adaptation de la puissance dans les circuits de résistances
- Transformation étoile-triangle
- Apprentissage et application du principe de superposition
- Source de courant et de tension de remplacement
- Simplification d'un réseau de résistance avec 2 sources à l'aide du théorème de Millman
- Transformation de la source de tension de remplacement en source de courant de remplacement
- Procédé du courant de maille et procédé de potentiel de nœud



### Référence article : SO4204-4C

constitué de  
1 CD-ROM sur le cours « Analyse de circuit »  
1 carte d'essai « Analyse de circuit »  
1 platine avec résistances enfichables



Si l'on additionne les premières et deuxième équation et qu'on en soustrait la troisième, on obtient par une division permettant de déterminer la résistance du circuit en étoile  $R_0$ . Pour obtenir les tensions du circuit en triangle, il faut résoudre les équations symétriques en fonction des résistances non répondantes du circuit en triangle  $R_{AB}$ ,  $R_{BC}$  et  $R_{AC}$ . Les équations de conversion pour la transformation en triangle sont alors les suivantes :

$$a - b : \frac{R_{AB}(R_{BC} + R_{AC})}{R_{AB} + R_{BC} + R_{AC}} = R_0 + R_0$$

$$b - c : \frac{R_{BC}(R_{AC} + R_{AB})}{R_{AB} + R_{BC} + R_{AC}} = R_0 - R_0$$

$$c - a : \frac{R_{AC}(R_{AB} + R_{BC})}{R_{AB} + R_{BC} + R_{AC}} = R_0 + R_0$$

et pour la transformation étoile-triangle :

$$R_{AB} = \frac{R_0(R_0 + R_0)}{R_0 - R_0 + R_0}$$

$$R_{BC} = \frac{R_0(R_0 - R_0)}{R_0 + R_0 + R_0}$$

$$R_{AC} = \frac{R_0(R_0 + R_0)}{R_0 + R_0 - R_0}$$

Si les résistances  $R_0$  du circuit en étoile sont identiques, elles nécessitent des résistances identiques  $R_0$  dans le circuit en triangle.

Instrument virtuel Source de tension continue par l'option de menu Instruments | Sources de tension | Source de tension continue. Placez sur le graphique ci-dessous, puis effectuez les réglages du tableau suivant. Mettez l'instrument en marche en actionnant la clé ON.

	Réglages de la source de tension continue
Cablage	10 V
Tension de sortie	$U_0$

Le tension continu, réglez la valeur  $U_0$  calculée auparavant, puis mesurez la tension et le courant de charge. Représentez tout une résistance de charge de  $1\,000\,\Omega$ .

En liaison avec la loi d'Ohm, les deux lois de Kirchhoff permettent de calculer directement des circuits en série ou en parallèle simples. Dans le cas d'un circuit en série, on se base sur la règle des mailles et, dans le cas d'un circuit parallèle, on applique la règle des nœuds. On obtient alors les équations précises telle le tableau suivant :

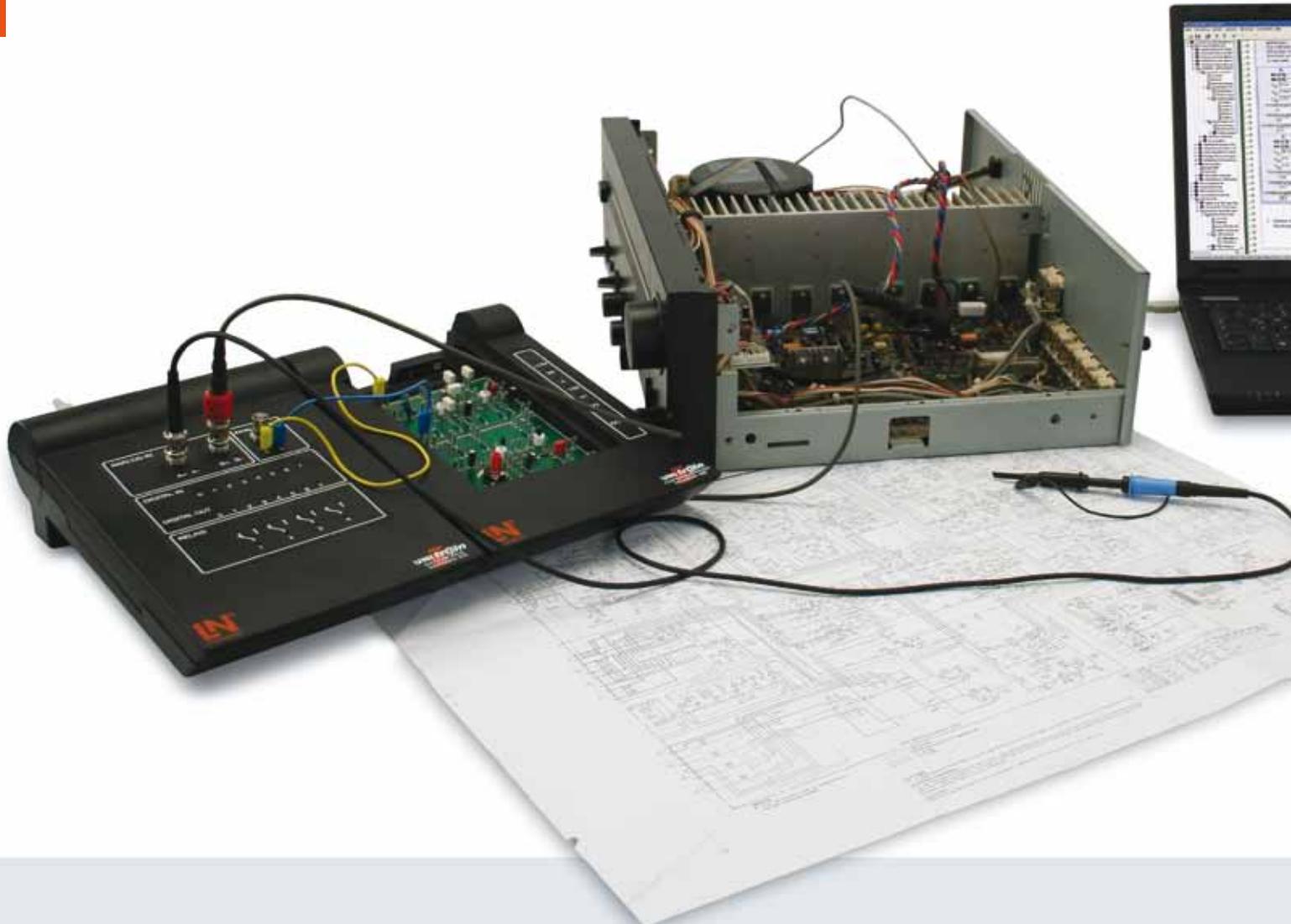
Circuit en série	Circuit en parallèle
$\sum U_i = 0$	$\sum I_i = 0$
$U = U_1 + U_2 + U_3$	$I = I_1 + I_2 + I_3$
$U_1 = R_1 \cdot I$	$I_1 = \frac{1}{R_1} U$
$R \cdot I = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I$	$\frac{1}{R} U = \frac{1}{R_1} U + \frac{1}{R_2} U + \frac{1}{R_3} U$
$R = R_1 + R_2 + R_3 = \sum R_i$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \sum \frac{1}{R_i}$
$\frac{1}{G} = \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} + \frac{1}{G_3}$	$G = G_1 + G_2 + G_3$

Le calcul du résistor exige souvent de diviser les tensions et les courants par ces résistances. Les équations pour ces divisions de tensions et de courants résultent du tableau ci-dessus. Le tableau ci-après présente les équations obtenues pour deux résistances.

Diviseur de tension	Diviseur de courant

# Electronique

Composants semi-conducteurs  
Circuits à transistors  
Amplificateurs opérationnels  
Semi-conducteurs de puissance  
Alimentations électriques





#### Composants semi-conducteurs

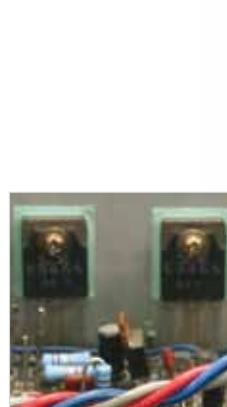
- Diode
- Transistor
- Optoélectronique
- Transistor à effet de champ

#### Circuits à transistors

- Amplificateur à étages multiples
- Amplificateur différentiel
- Sources de tension
- Bascules

#### Amplificateurs opérationnels

- Service inversé et non inversé
- Additionneur
- Comparateur
- Trigger de Schmitt

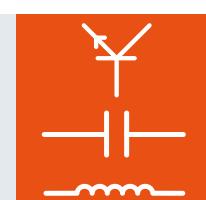


#### Semi-conducteurs de puissance

- Triac
- MOSFET
- IGBT
- Thyristor

#### Circuits d'alimentation électrique

- Redresseur de courant
- Circuits filtrants
- Régulateur de tension
- Multiplicateur de tension



# Composants semi-conducteurs

Diode

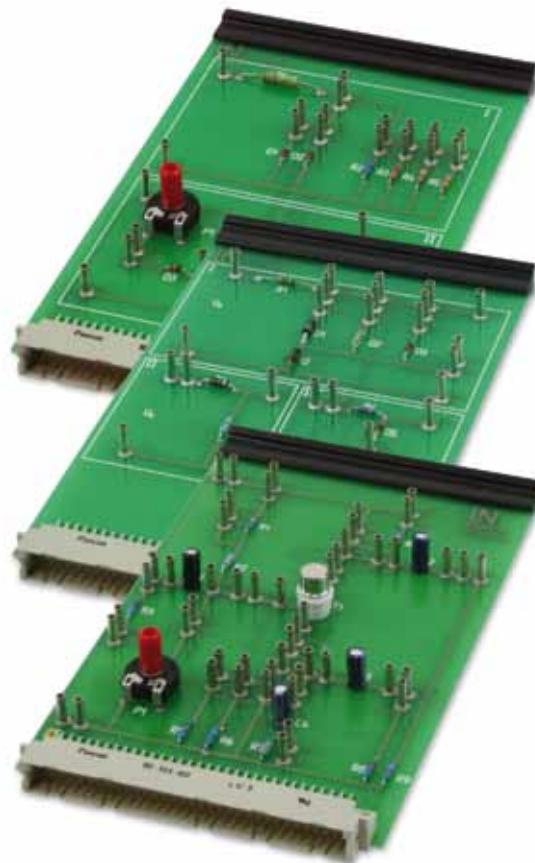
Transistor

Composants optoélectroniques

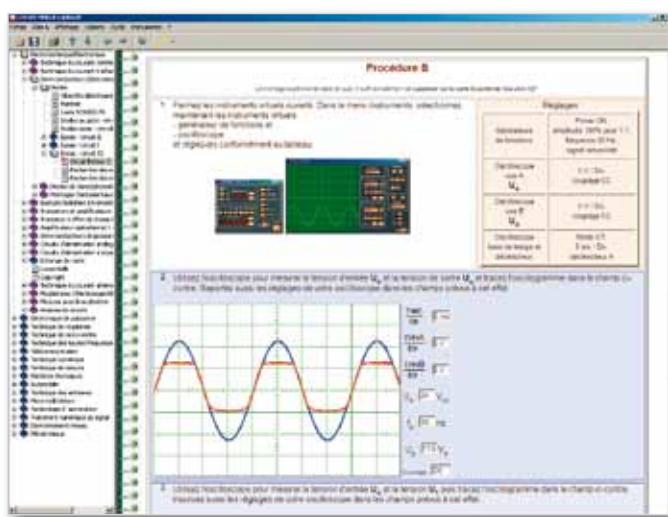
La connaissance des propriétés et du fonctionnement des composants électroniques est indispensable pour comprendre et analyser les circuits électroniques et circuits intégrés.

## Contenus didactiques

- Formes, caractéristiques et paramètres des diodes
- Détermination de l'effet de valve et de redressement d'une diode
- Enregistrement des caractéristiques statiques et dynamiques de différentes diodes
- Détermination des différents paramètres pour les diodes GE, SI et Zener
- Diodes Zener : circuits de limitation et de stabilisation
- Propriétés et enregistrement de la caractéristique d'une LED
- Etude des propriétés de commutation et enregistrement de la caractéristique d'un transistor photoélectrique
- Etude d'une barrière photoélectrique en fourche
- Transistor bipolaire : circuits de base d'un transistor
- Réglage du point de fonctionnement du circuit d'un transistor
- Recherche d'erreurs



**Référence article : SO4204-5A**, constitué de  
1 CD-ROM sur le cours « Electronique »  
1 carte d'essai « Diodes »  
1 carte d'essai « Diodes Zener / Optoélectronique »  
1 carte d'essai « Circuits à transistors »



# Transistor à effet de champ

## Circuit de source et circuit de drain

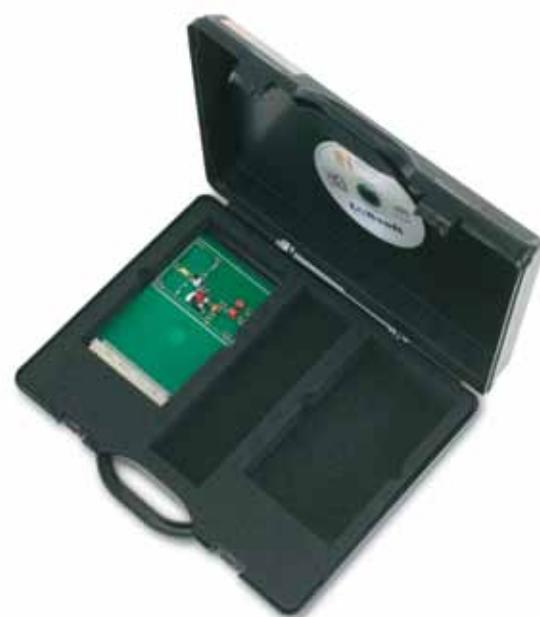
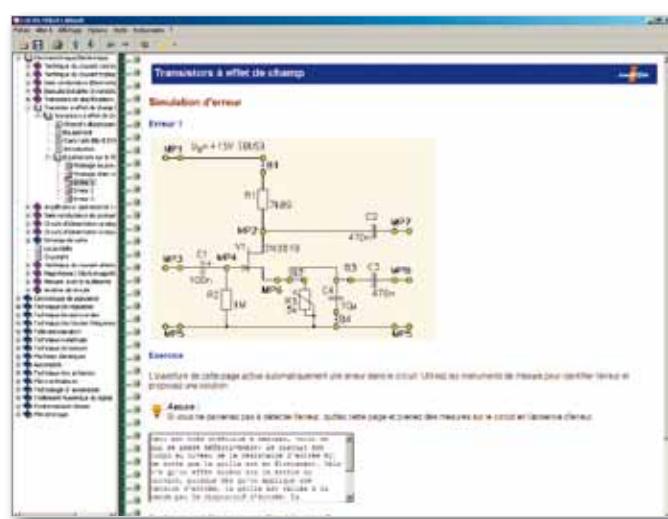
De nos jours, les transistors à effet de champ (FET) ont en grande partie remplacé le transistor bipolaire. La fabrication des transistors à effet de champ est plus simple et moins onéreuse que celle des transistors bipolaires. Ils absorbent moins de puissance et s'échauffent moins lorsqu'ils sont en service. Les principaux domaines d'application des transistors à effet de champ sont donc les circuits intégrés et l'électronique de puissance.



### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement d'un FET
- Connexions d'un FET : Source, Drain, Gate
- Explication des termes « canal n » et « canal p »
- Détermination de l'amplification d'un FET dans un circuit Source et Drain
- Etude d'un FET en cas de contre-couplage de tension continue et alternative
- Comparaison des propriétés électriques de circuits à transistor bipolaire et FET
- Recherche d'erreurs

**Référence article : SO4204-5K**, constitué de  
1 CD-ROM sur le cours « Electronique »  
1 carte d'essai « Transistor à effet de champ »



# Technique des transistors et des amplificateurs

Amplificateur à étages multiples

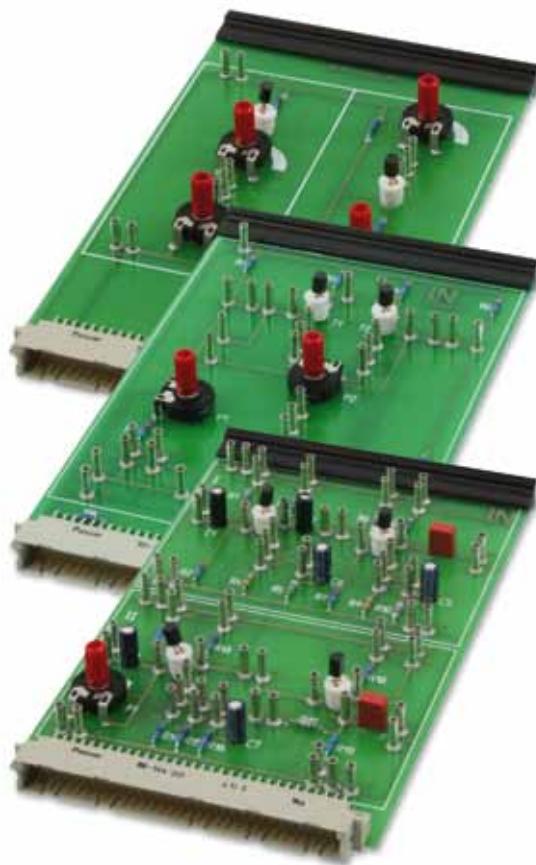
Amplificateur différentiateur

Sources de tension

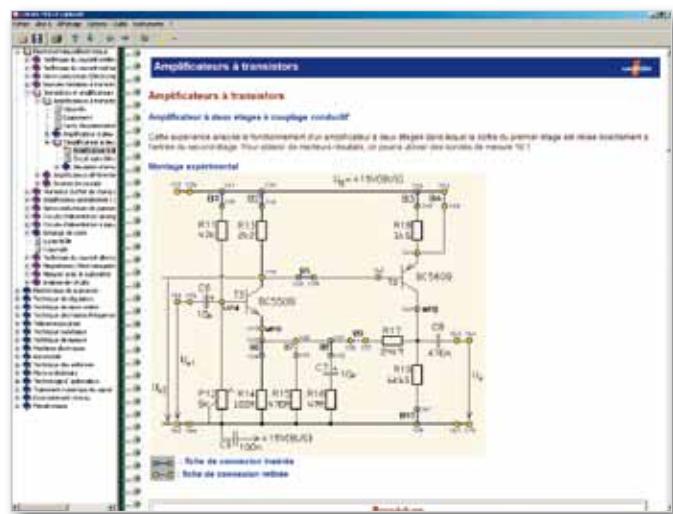
On trouve des circuits amplificateurs dans presque tous les appareils électroniques. Ils sont toujours employés pour amplifier des signaux de faible amplitude : dans les domaines de la technique de transmission, de la technique de mesure et dans la technique audio et vidéo.

## Contenus didactiques

- Mesure de l'amplification en tension d'un étage d'amplification
- Amplification et réponse en fréquence d'un amplificateur à plusieurs étages
- Couplage capacitif et galvanique des étages de l'amplificateur
- Fonctionnement et mode opératoire d'un amplificateur différentiel
- Compensation offset d'un amplificateur différentiel
- Pilotage d'un amplificateur différentiel avec tension symétrique et asymétrique
- Fonctionnement d'une source de courant constant
- Comportement en charge d'une source de courant constant avec transistor FET / bipolaire
- Recherche d'erreurs



**Référence article : SO4204-5H**, constitué de  
1 CD-ROM sur le cours « Electronique »  
1 carte d'essai « Amplificateur à étages multiples »  
1 carte d'essai « Amplificateur différentiel »  
1 carte d'essai « Sources de tension »



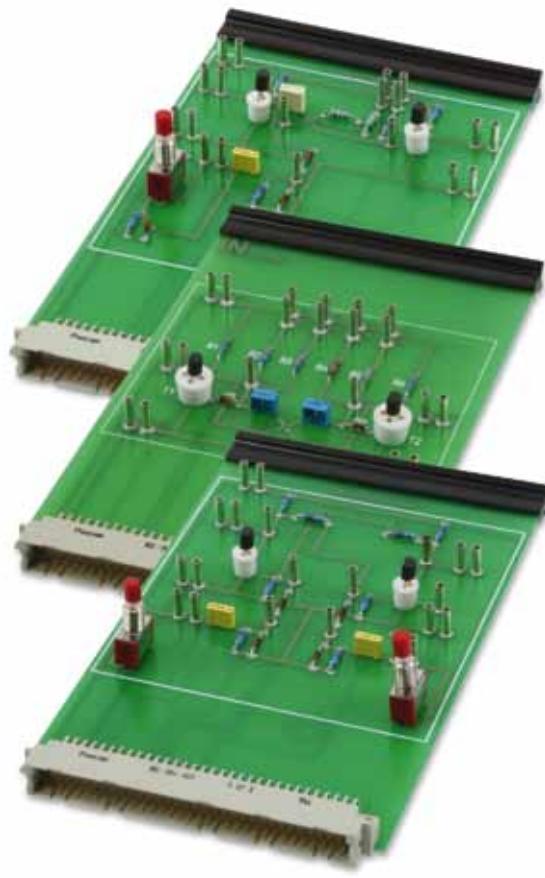
# Bascules à transistors

## Bascules : astables / bistables / monostables

Les bascules à transistors jouent un rôle très important dans la technique numérique. Elles servent de modules de base pour les mémoires, les horloges ou générateurs d'impulsions.

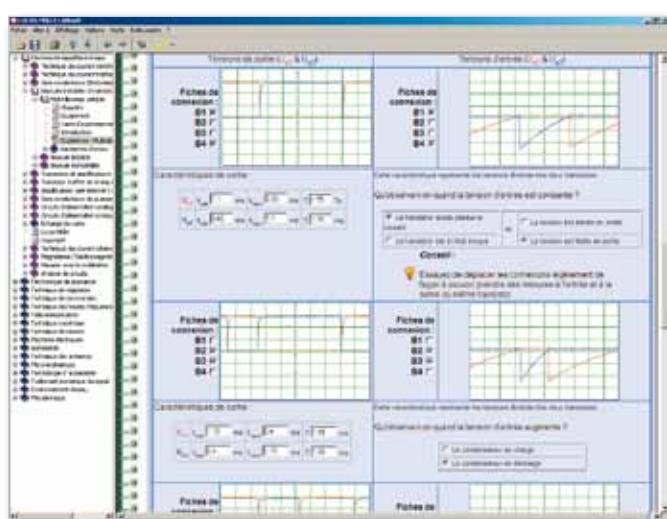
### Contenus didactiques

- Fonctionnement de bascules astables, monostables et bistables
- Mesures des courbes de signaux à l'entrée et à la sortie des circuits
- Etude de la réponse temporelle de circuits à bascules à différentes mises en circuit
- Conséquences de différentes mises en circuit d'entrée sur la réponse temporelle des circuits à bascules
- Comportement à la commutation de bascules pour signaux d'entrée en forme d'impulsions ou de rectangles
- Comportement à la commutation de bascules sur des signaux de boutons-poussoirs
- Recherche d'erreurs



### Référence article : SO4204-5D, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Electronique »
- 1 carte d'essai « Bascules astables »
- 1 carte d'essai « Bascules bistables »
- 1 carte d'essai « Bascules monostables »



# Amplificateurs opérationnels

## Circuits de base

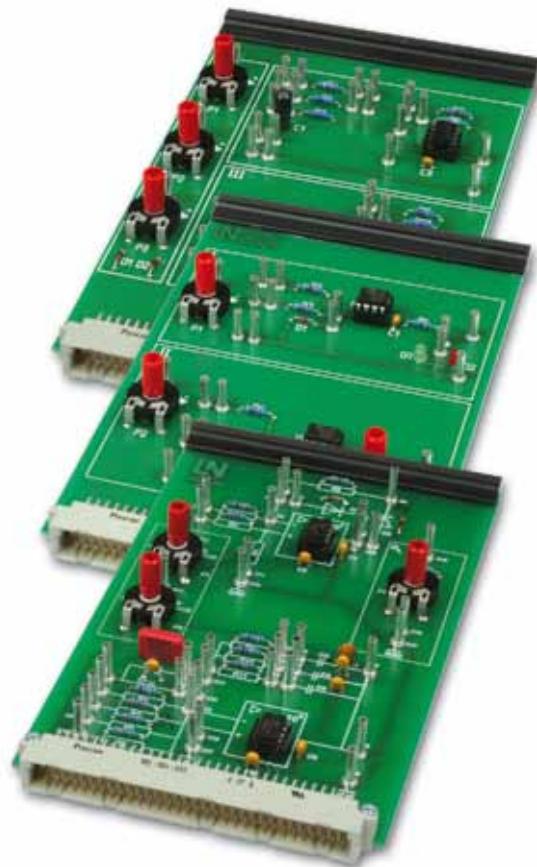
## Sources de précision

## Filtres actifs

Les amplificateurs opérationnels revêtent une grande importance dans le domaine de l'électronique analogique. Ce sont des composants à haute intégration, à coûts de fabrication réduits et aux applications variées. Ils constituent donc une partie importante de la formation en électronique.

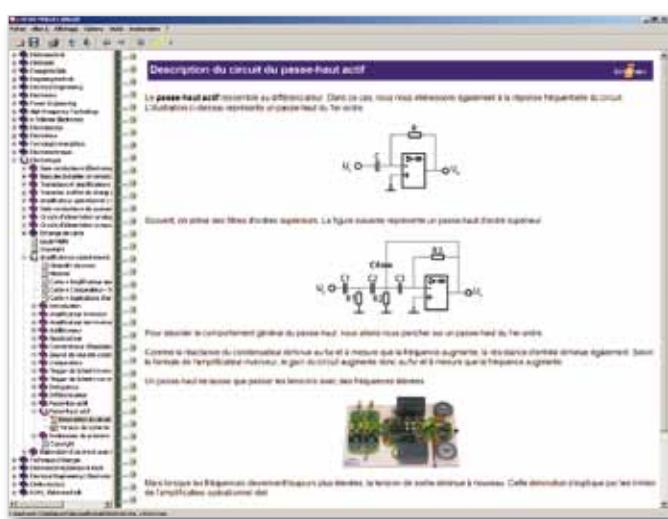
### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement d'amplificateurs opérationnels
- Schéma de montage et types de circuits de base d'amplificateurs opérationnels
- Mesure des paramètres et des valeurs limites d'un amplificateur opérationnel : réponse fréquentielle, amplification
- Etude de circuits typiques pour les calculateurs analogiques : additionneur, soustracteur, intégrateur et différentiateur
- Structure et mesures sur la source de tension de précision et la source de courant constant
- Structure et mesures sur des circuits d'application typiques : adaptateur d'impédance, redresseur de précision, comparateur et trigger de Schmitt
- Etude de circuits de filtrage actifs
- Recherche d'erreurs



### Référence article : SO4204-5M, constitué de

- 1 CD sur le cours « Amplificateurs opérationnels »
- 1 carte d'essai « Amplificateur opérationnel »
- 1 carte d'essai « Comparateur »
- 1 carte d'essai « Applications des amplificateurs opérationnels »



# Semi-conducteurs de puissance

## Triac / Thyristor

## IGBT / MOSFET

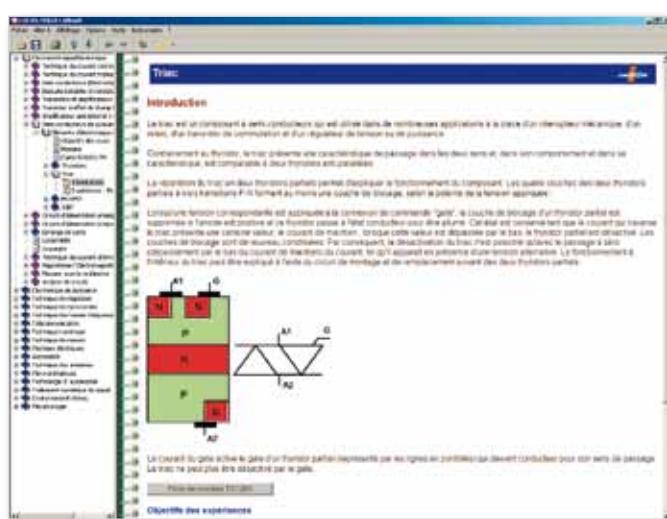
De nos jours, l'électronique de puissance utilise principalement des composants fabriqués à partir de matériaux semi-conducteurs. La compréhension du fonctionnement des semi-conducteurs de puissance constitue donc une condition essentielle à la maîtrise des systèmes d'électronique de puissance.

### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement des thyristors
- Montage et fonctionnement des triacs
- Montage et fonctionnement des MOSFET
- Montage et fonctionnement des IGBT
- Circuit à thyristor : comportement en charge, en mode passant, en mode bloquant et régime transitoire
- Circuit à triac : comportement en charge, en mode passant, en mode bloquant et régime transitoire
- Détermination de la tension seuil d'un MOSFET
- Comportement à la commutation et puissance de commande d'un MOSFET
- Détermination de la tension seuil d'un IGBT
- Comportement à la commutation et puissance de commande d'un IGBT



**Référence article : SO4204-5P**, constitué de  
1 CD-ROM sur le cours « Electronique »  
1 carte d'essai « Semi-conducteur de puissance »



# Circuits d'alimentation à courant

Redresseur de courant

Régulateur de tension

Multiplicateur de tension

Les circuits d'alimentation électrique correctement dimensionnés constituent une condition essentielle à l'exploitation sûre et à la fiabilité de fonctionnement des appareils électroniques.

## Contenus didactiques

- Redresseurs unidirectionnels et en pont
- Moyenne, valeur effective, facteur de forme et ondulation
- Circuits pour le lissage de la tension de sortie
- Mesure des paramètres d'un redresseur unidirectionnel (en pont)
- Etude d'un circuit multiplicateur de tension sous charge et hors charge
- Mesure du rapport entre l'ondulation et la charge
- Transistor Darlington
- Régulateur de tension fixe avec transistor à réglage en phase
- Transistor transversal comme régulateur pour une tension réglable
- Qualité de réglage de régulateurs de tension à transistor, statique et dynamique
- Recherche d'erreurs



**Référence article : SO4204-5R**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Electronique »
- 1 carte d'essai « Circuits redresseurs »
- 1 carte d'essai « Multiplicateur de tension »
- 1 carte d'essai « Régulateur de tension à transistors »
- 1 carte d'essai « Régulateur de tension fixe »



# Circuits d'alimentation à impulsions

## Régulateurs élévateurs et abaisseurs

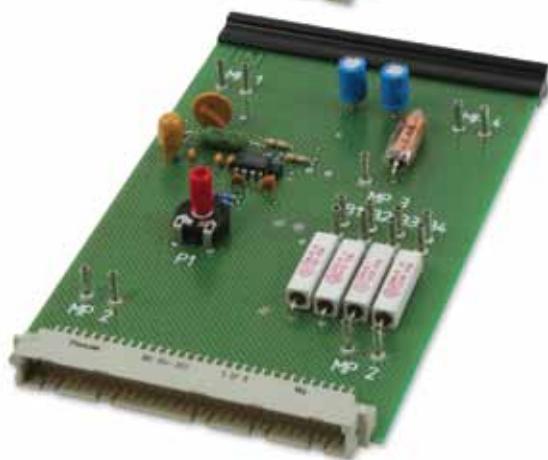
### Gamme de réglage

### Comportement à la charge

Tout récemment, les circuits d'alimentation à impulsions se sont imposés en tant qu'alternative avantageuse et à faible dissipation de puissance par rapport aux alimentations électriques analogiques.

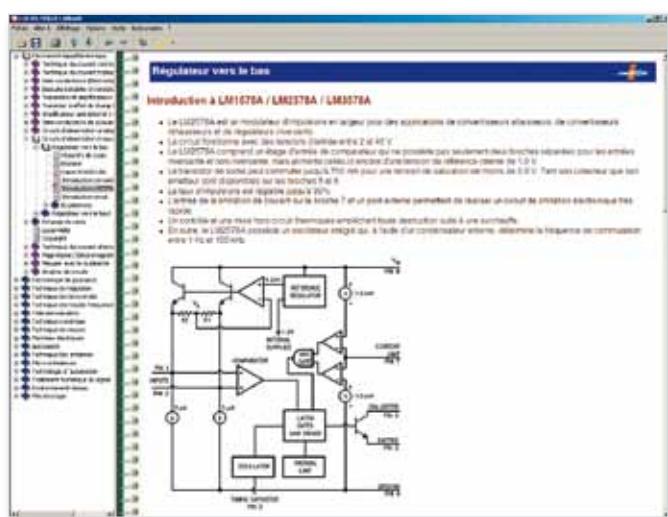
#### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement d'alimentations électriques à découpage
- Mesures de la gamme de réglage et de la dépendance de la charge du régulateur abaisseur
- Analyse technique du régulateur abaisseur sur la base de mesures de courbes de signaux
- Mesures de la gamme de réglage et de la dépendance de la charge du régulateur élévateur
- Analyse technique du régulateur élévateur sur la base de mesures de courbes de signaux



**Référence article : SO4204-5S**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Electronique »
- 1 carte d'essai « Régulateur abaisseur »
- 1 carte d'essai « Régulateur élévateur »



# Conception de circuit avec NI Multisim

Planification de projets

Élaboration de modules

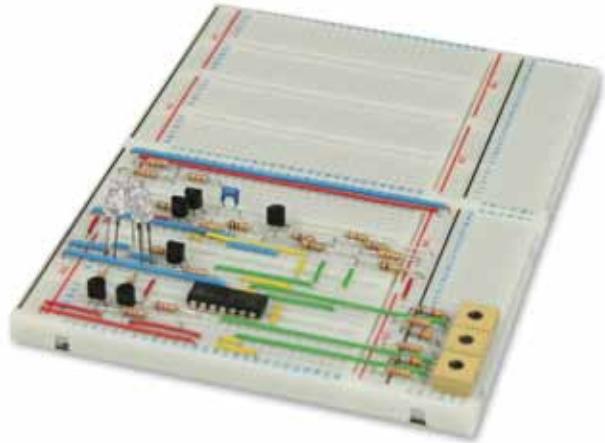
Simulation de circuits

Test des circuits

L'ébauche de circuits électroniques n'est plus pensable sans l'emploi de programmes modernes d'élaboration et de simulation de circuits.

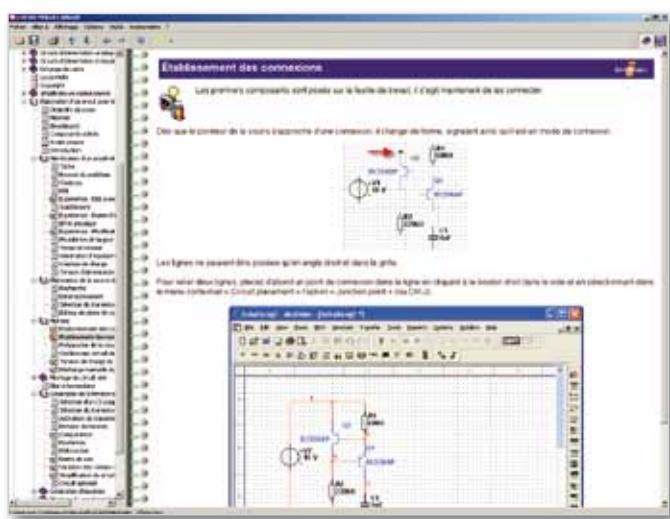
## Contenus didactiques

- Conception d'une console de mixage de lumière commandée par MLI - PWM
- Evaluation de différentes approches de solutions
- Réalisation du plan de montage dans NI Multisim
- Simulation de la fonction de commutation dans NI Multisim
- Montage du circuit simulé sur le breadboard
- Mesures et tests du circuit sur le breadboard
- Comparaison entre la simulation et le circuit réel
- Evaluation et optimisation du circuit



Référence article : SO4204-5U, constitué de

- 1 CD sur le cours « Conception de circuit avec NI Multisim »
- 1 breadboard et jeu de câbles
- 2 jeux de composants pour réaliser le circuit
- 1 NI Multisim Education Edition, licence monoposte



# Design d'un circuit imprimé avec NI Ultiboard

## Réalisation du layout

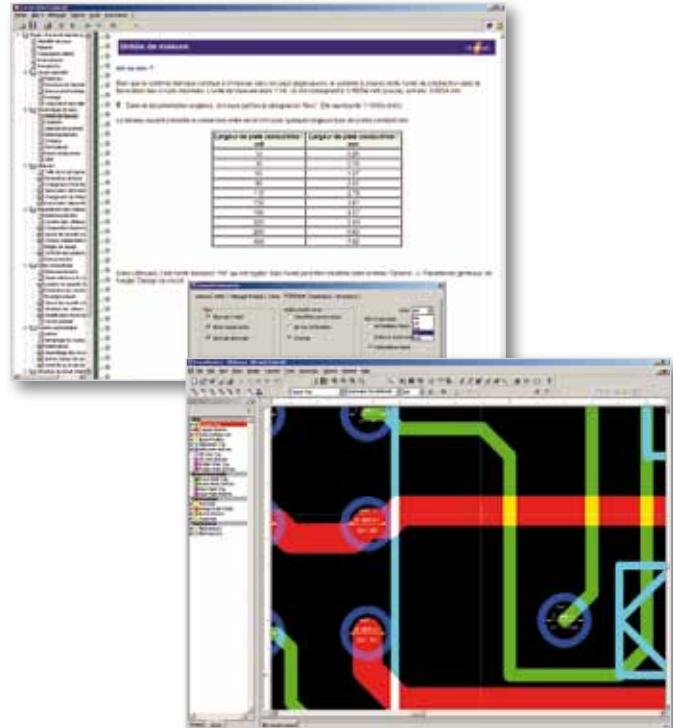
### Règles de design

### Optimisation

La miniaturisation croissante rend indispensable l'emploi d'un programme de conception adéquat pour l'élaboration du layout et du routage de circuits imprimés. Toutefois, un tel travail nécessite beaucoup d'expérience et un grand savoir-faire de la part de l'utilisateur.

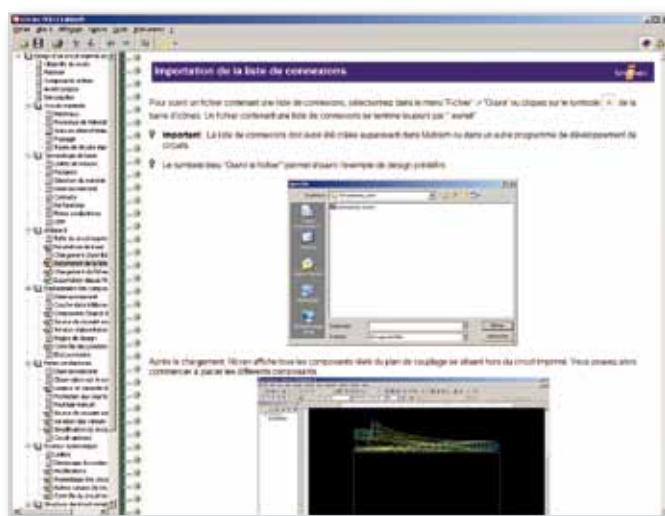
#### Contenus didactiques

- Procédure fondamentale lors de la réalisation du layout
- Dimensionnement et terminologie
- Détermination des règles de design
- Initiation au programme Ultiboard sur la base d'un exemple de circuit
- Routage du circuit réalisé avec Multisim dans le cours  
« Élaboration d'un circuit avec NI Multisim »
- Optimisation du routage
- Données Gerber pour la réalisation du circuit imprimé



#### Référence article : SO4204-5V, constitué de

- 1 CD sur le cours  
« Design de circuits imprimés avec NI Ultiboard »
- 1 NI Ultiboard, licence monoposte
- 1 fichier NI Multisim avec concept de circuit du cours SO4204-5U pour la reprise dans Ultiboard



# Technique de communication

Notions de base

Lignes de transmission

Procédés de modulation

Techniques de multiplexage

Emetteurs et récepteurs

Réseaux

Les antennes et la technique des hautes fréquences





#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet, portable
- Cours multimédias
- Interface de commande
- Théorie et pratique simultanément



#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope équipé de 2 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 domaines temporels 1 µs - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



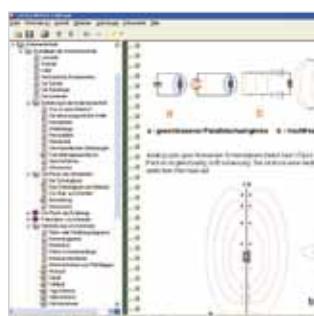
#### Expérimentateur UniTrain-I

- Support de cartes d'essais
- Tension d'expérimentation  $\pm 15$  V, 400 mA
- Tension d'expérimentation 5 V, 1 A
- Source de courant continu ou triphasé variable, 0 ... 20 V, 1 A
- Interface IrDa pour multimètre
- Port série supplémentaire pour cartes



#### Appareils de mesure et alimentations intégrés

- Multimètre, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope à mémoire à deux voies
- Générateur de fonctions et de courbes
- Décibelmètre
- Analyseur spectral
- Traceur Bode
- ... et de nombreux autres instruments



#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation LabSoft

- Choix varié de cours
- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Test de connaissances



# Quadripôles et filtres

Passe-haut, passe-bas

Passe-bande, coupe-bande

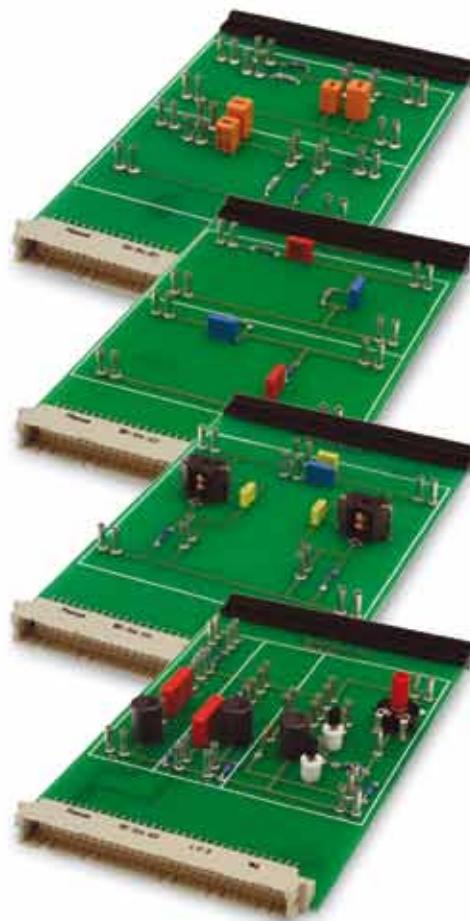
Filtre de bande

Circuit oscillant série et parallèle

Les circuits filtrants sont fréquemment utilisés dans le domaine des télécommunications afin de supprimer ou d'atténuer les gammes indésirables d'un mélange de fréquences. Notamment les deux paramètres quadripôles que sont la fonction de transfert et la réponse en phase présentent un intérêt particulier pour la description du comportement de transmission.

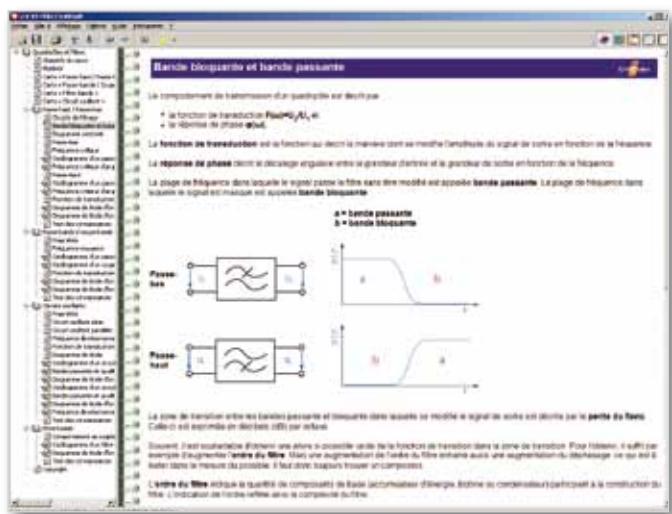
## Contenus didactiques

- Fonction de transfert, réponse de phase et fréquence critique de filtres
- Représentation de la fonction de transfert dans le plan complexe
- Détermination de la fonction de transfert, de la réponse de phase et de la fréquence critique de filtre passe-haut et passe-bas avec le diagramme de Bode
- Détermination de la fonction de transfert, de la bande passante, de la fréquence moyenne de passe-bande avec le diagramme de Bode
- Circuits oscillants : déterminer la fonction de transfert, la bande passante, la qualité et la fréquence de résonance
- Analyse de circuits oscillant à l'aide du diagramme de Bode
- Circuit oscillant parallèle avec accord par diode capacité variable



Référence article : SO4204-9A, constitué de

- 1 CD sur le cours « Quadripôles et filtres »
- 1 carte d'essai « Passe-haut, passe-bas »
- 1 carte d'essai « Passe-bande, coupe-bande »
- 1 carte d'essai « Filtre de bande »
- 1 carte d'essai « Circuits oscillants »



# Câble coaxial

## Caractéristiques linéaires du câble

### Impédance caractéristique

### Adaptation

### Réflexions

La majeure partie de la transmission de données et de signaux s'effectue par le biais de supports fixes, à savoir de lignes. Même si la complexité technique est plutôt faible par rapport à la radiotransmission, des difficultés dues à un mauvais choix du matériau des conducteurs, à des connecteurs défectueux ou à de mauvaises adaptations des points de branchement dans le réseau apparaissent régulièrement dans la pratique.

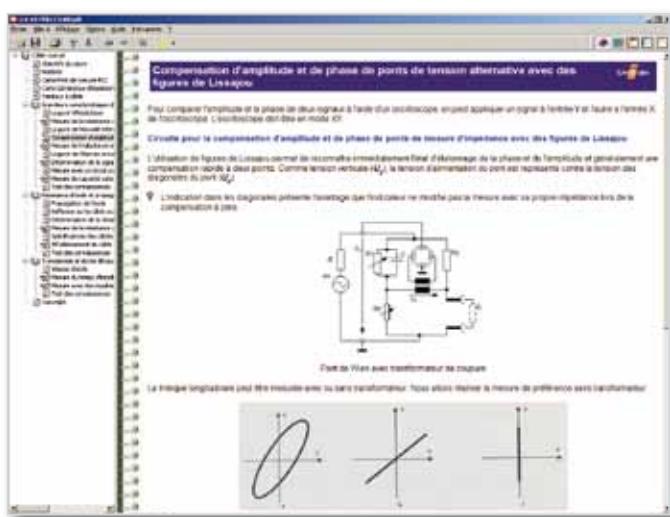
#### Contenus didactiques

- Résistance linéaire, capacité linéaire, inductance linéaire et impédance caractéristique d'une ligne coaxiale
- Détermination de
  - la résistance linéaire avec un pont de Wheatstone
  - la capacité linéaire avec un pont de Wien
  - l'inductance linéaire avec un pont de Maxwell
  - l'impédance caractéristique d'une ligne coaxiale
- Etude des réflexions sur une ligne coaxiale en fonction de sa terminaison
- Terminaison correcte d'un câble empêchant toute réflexion



#### Référence article : SO4204-9D, constitué de

- 1 CD sur le cours « Câble coaxial »
- 1 carte d'essai « Ponts de mesure »
- 1 carte d'essai « Générateur d'impulsions »
- 1 module d'expérimentation avec câble coaxial de 60 m
- 1 jeu de fiches pour câble coaxial
- 7 impédances enfichables



# Fibres optiques

## Liaison optique

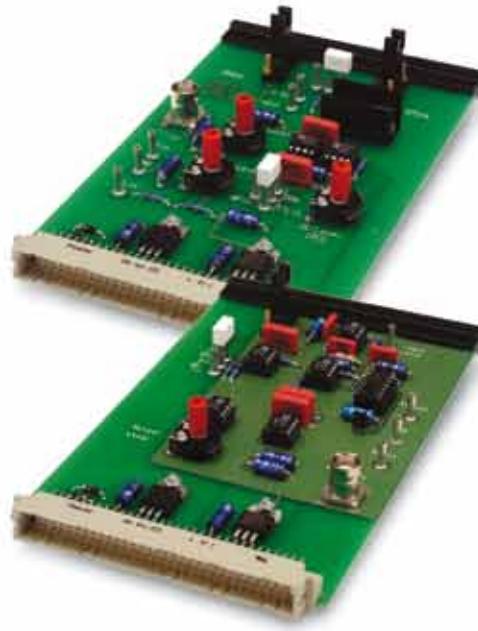
## Fibres optiques

## Atténuations

Le flux croissant d'informations exige des taux de transfert de plus en plus importants, entraînant l'emploi de plus en plus fréquent de voies de transmission à fibres optiques tant dans les applications industrielles que dans les réseaux de communication.

### Contenus didactiques

- Principes de la transmission optique des informations
- Composants servant à la transmission optique des informations
- Avantages et inconvénients des lignes de transmission optiques
- Caractéristique et réponse fréquentielle de diodes émettrices à infrarouge
- Modulation pour signaux analogiques et TTL
- Influence de différentes longueurs d'onde sur le régime transitoire
- Configuration d'une fibre optique
- Influence de la diode de réception sur la récupération du signal
- Détermination de la bande passante d'une ligne de transmission à fibre optique
- Influence de la capacité d'entrée sur la bande passante et de la longueur d'onde sur l'affaiblissement
- Comparaison des propriétés de fibres à saut d'indice et de fibres à gradient d'indice



**Référence article : SO4204-9E**, constitué de  
 1 CD sur le cours « Fibres optiques »  
 1 carte d'essai « Emetteur fibre optique »  
 1 carte d'essai « Récepteur fibre optique »  
 1 kit fibre optique avec connecteurs, câble en plastique et fibre de verre  
 1 jauge optique  
 1 pince pour fibre optique



# Câble à quatre fils

## Caractéristiques linéaires Paradiaphonie et télédiaphonie Adaptation

La ligne classique à deux ou quatre fils est aujourd'hui encore le type de conducteur le plus utilisé pour le raccordement et le câblage de réseaux de télécommunication. Qu'il s'agisse d'un branchement analogique ou numérique, le dernier jalon de la ligne d'abonné est en règle générale une ligne à quatre fils.

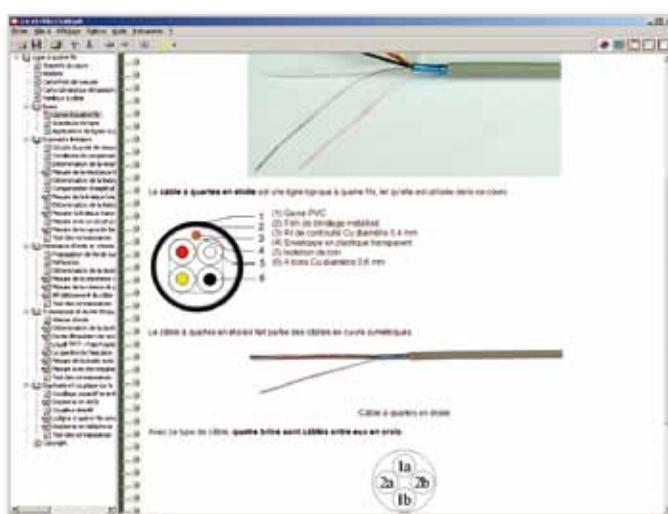
### Contenus didactiques

- Exposants linéaires de propagation d'une ligne à quatre fils à l'aide d'un pont de mesure
- Mesure de la résistance et de l'inductance des lignes principales
- Définition de la notion de paradiaphonie
- Mesure des différentes capacités des lignes principales
- Mesure de la paradiaphonie et de la télédiaphonie sur un câble
- Mesure de l'impédance caractéristique et de la constante de propagation
- Mesure de la durée d'impulsion sur les paires de conducteurs et différents brins
- Mesure de l'impédance caractéristique sur les plages de fréquence audio - RNIS - ADSL



### Référence article : SO4204-9F, constitué de

- 1 CD sur le cours « Câble à quatre fils »
- 1 carte d'essai « Ponts de mesure »
- 1 carte d'essai « Générateur d'impulsions »
- 1 enrouleur de câble avec 2 lignes à quatre fils (longueur de câble 100 m et 5 m) et accessoires



# Modulation d'impulsions MIA / MIC / Delta

## Modulation MIA / MIC / Delta

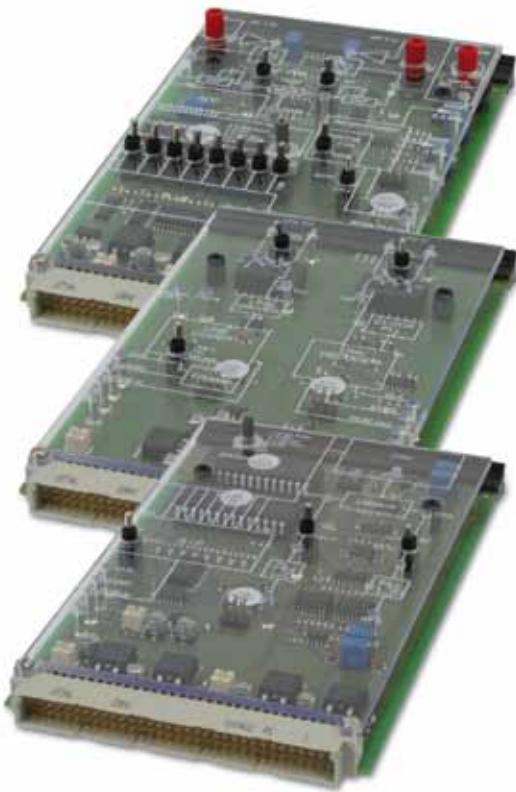
## Multiplexage temporel

## Codage AMI, HDB3

La transmission de données numériques au lieu de données analogiques via des canaux de communication offre de nombreux avantages. Outre une qualité plus élevée et une immunité aux perturbations, le multiplexage de plusieurs canaux constitue également un critère essentiel qui a conduit à l'introduction rapide de cette technologie dans le domaine des communications et de la transmission des signaux.

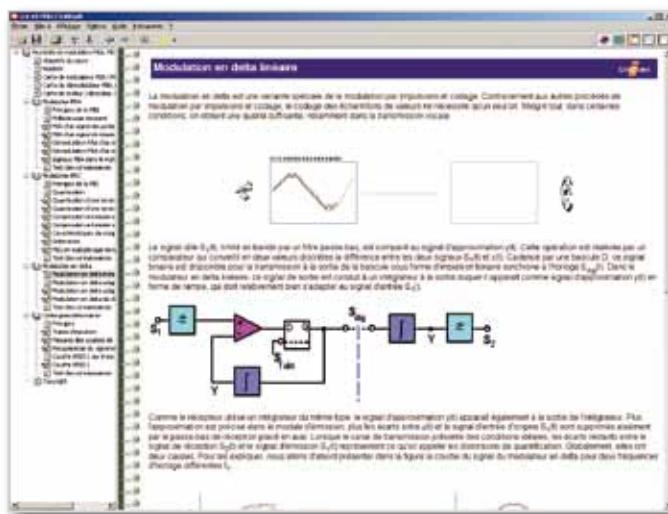
## **Contenus didactiques**

- Fonctionnement de la modulation / démodulation MIA / MIC / Delta et procédé de multiplexage temporel
  - Le théorème d'échantillonnage de Shannon
  - Mesures des courbes de signaux modulés MIA / MIC / Delta
  - Filtrage optimisé, anti-aliasing
  - Quantisation de signaux analogiques et détermination de l'intervalle de quantisation
  - Compression-extension d'après A-Law et  $\mu$ -Law ; enregistrement des caractéristiques de transmission
  - Lignes de code : mesures de l'allure des signaux codés : AMI, HDB3 et AMI modifié
  - Récupération du signal d'horloge et de la gigue de phase
  - Couche RNIS 1 : étude de la position et de la fonction de la trame de données et des bits



Référence article : SO4204-9J, constitué de

- 1 CD sur le cours « Modulation MIA / MIC / Delta »
  - 1 carte d'essai « Emetteur MIA, émetteur MIC »
  - 1 carte d'essai « Codeur / décodeur AMI, HDB3 »
  - 1 carte d'essai « Récepteur MIA émetteur MIC »



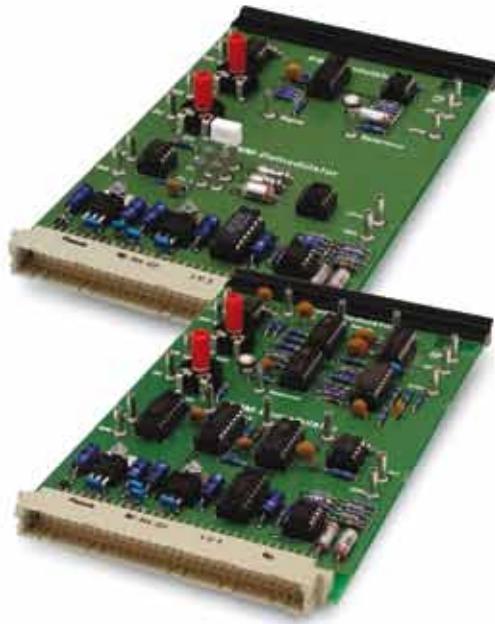
# Modulation d'impulsions PTM

## Modulation d'impulsions en largeur Modulation d'impulsions en position

Outre la modulation par impulsions codées, les modulations d'impulsions dans le temps (PTM) jouent également un rôle non négligeable dans la technique de transmission.

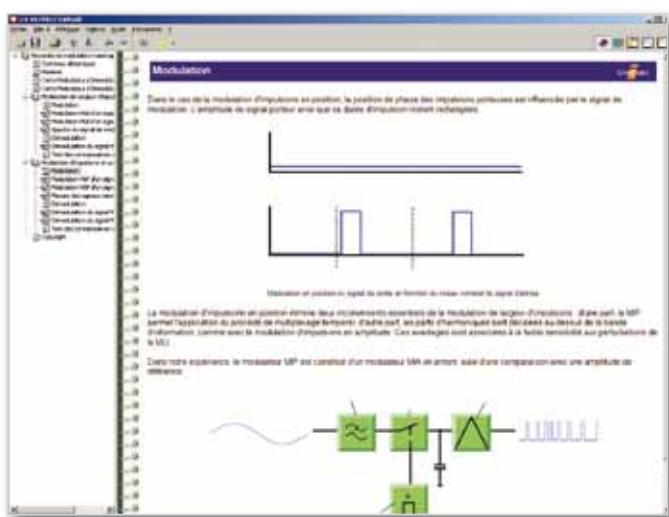
### Contenus didactiques

- Principe de la modulation et démodulation PWM
- Enregistrement de la courbe du signal à la sortie du modulateur PWM
- Etude du signal de sortie du démodulateur PWM, influence de la bande passante du signal d'entrée
- Avantages et inconvénients de la PWM
- Principe de la modulation et démodulation PPM
- Enregistrement de la courbe du signal à la sortie du modulateur PPM
- Mesures de la courbe des signaux sur des signaux internes du démodulateur
- Avantages et inconvénients de la PPM



### Référence article : SO4204-9K, constitué de

- 1 CD sur le cours « Procédé de modulation d'impulsions MIT »
- 1 carte d'essai « Modulateur / démodulateur PWM »
- 1 carte d'essai « Modulateur / démodulateur PPM »



# Procédés de modem ASK / FSK / PSK

## Modulation ASK

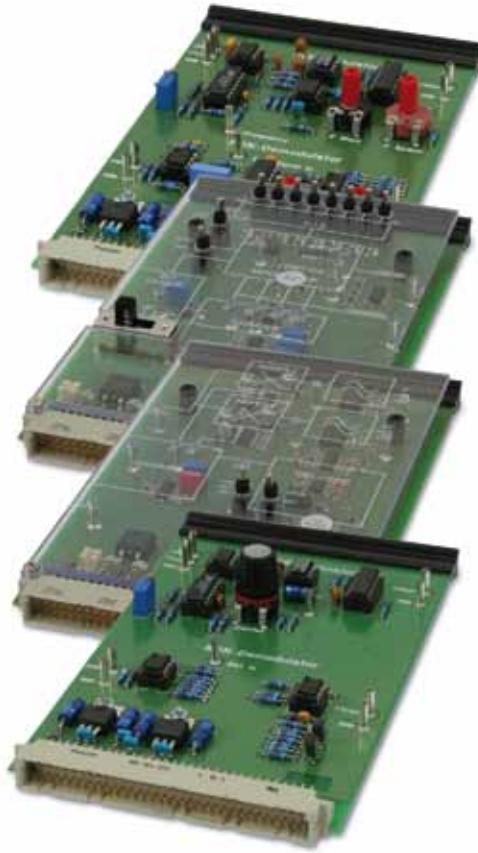
## Modulation FSK

## Modulation PSK

Si on utilise des canaux analogiques pour le transfert de données numériques, on réalise dans la plupart des cas ce que l'on appelle une modulation par déplacement des paramètres du signal porteur sinusoïdal. Ces procédés de transmission sont fréquents pour les modems à câble et les télécopieurs et sont également utilisés dans les procédés modernes de radiotransmission.

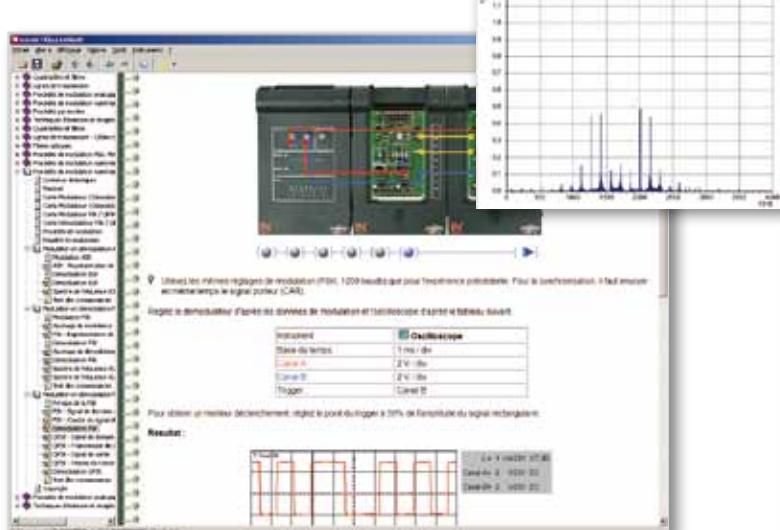
### Contenus didactiques

- Principe de la modulation ASK/FSK pour la transmission de signaux numériques par des lignes analogiques
- Spectre d'un signal modulé ASK
- Rapport entre débit de transmission et bande passante nécessaire
- Etude par la mesure du spectre d'un signal module FSK
- Démodulation de signaux FSK à l'aide d'un circuit PLL
- Principe de la modulation PSK (DPSK), formation d'un signal 2 PSK avec différentes vitesses de transmission
- Principe de la modulation QPSK et DQPSK
- Formation de dibits, rapport entre débit et vitesse de transmission
- Mesures de la courbe de signal à la sortie des modulateurs et des démodulateurs (ASK, FSK, (Q)PSK)



Référence article : SO4204-9L, constitué de

- 1 CD sur le cours « Modem ASK/FSK/PSK »
- 1 carte d'essai « Modulateur / démodulateur ASK »
- 1 carte d'essai « Modulateur / démodulateur FSK »
- 1 carte d'essai « Modulateur (Q)PSK »
- 1 carte d'essai « Démodulateur (Q)PSK »



# Modulation / démodulation AM / FM

## Modulation d'amplitude

### Modulation à BLD

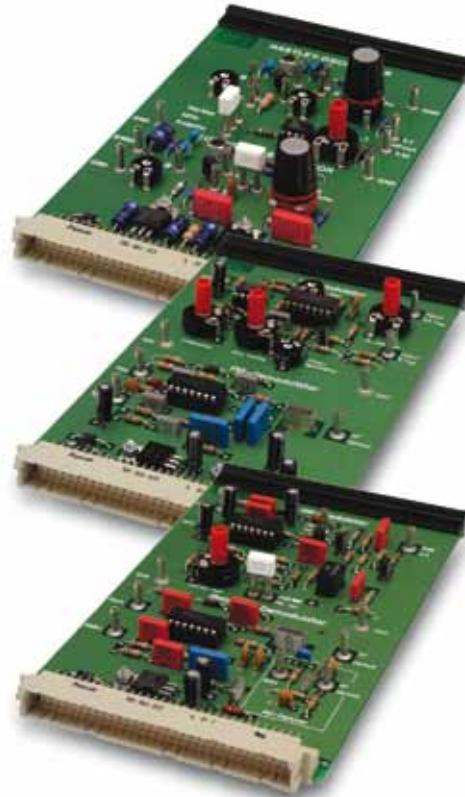
### Modulation à BLU

### Modulation de fréquence

En raison de son emploi en radiophonie, la modulation AM et FM reste toujours le procédé le plus répandu pour transmettre des signaux audio par radio.

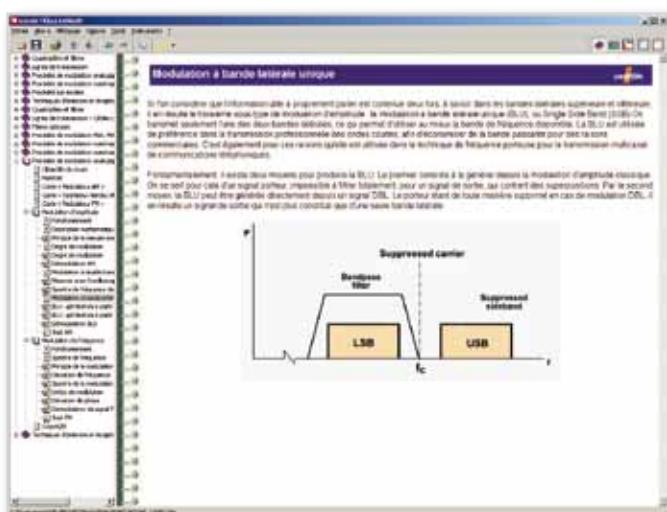
#### Contenus didactiques

- Représentation du principe de la modulation d'amplitude
- Enregistrement du trapèze de modulation pour différents degrés de modulation
- Démodulation du signal : détecteur à diode
- Modulation à bande latérale unique (BLU) et à deux bandes latérales (BLD)
- Rétablissement du signal d'origine sur la BLU au moyen d'un mélangeur double push-pull
- Illustration du principe de la modulation et de la démodulation FM
- Définitions de la notion de fréquence instantanée, d'excursion de fréquence et d'indice de modulation du signal de modulation
- Incidence de l'amplitude et la fréquence BF
- Restitution d'un signal de modulation avec le démodulateur à coïncidence



#### Référence article : SO4204-9M, constitué de

- 1 CD sur le cours « Modulation / démodulation AM / FM »
- 1 carte d'essai « Modulateur / démodulateur AM »
- 1 carte d'essai « Modulateur / démodulateur FM »
- 1 carte d'essai « Oscillateur Hartley / Colpitts »



# Emission et réception AM

## Oscillateurs

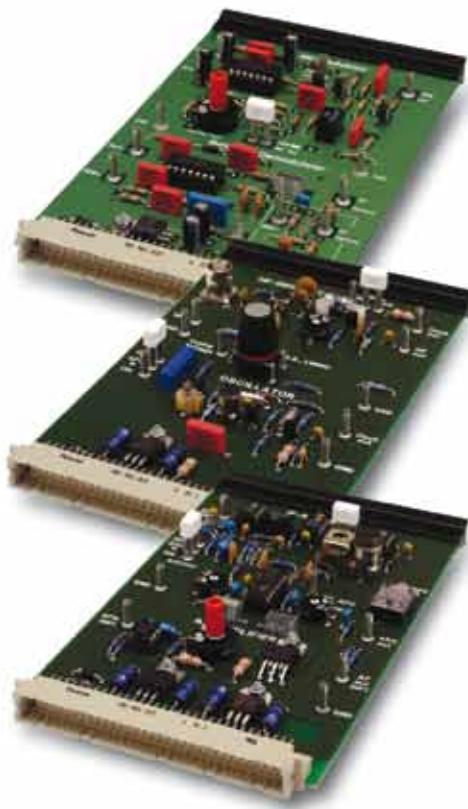
## Emetteur et degré de modulation

## Récepteur superhétérodyne

Les émetteurs et récepteurs pour liaisons radioélectriques continuent de jouer un rôle prédominant dans la technique des communications, qu'il s'agisse ici de la radio traditionnelle ou de procédés modernes de radiodiffusion pour les réseaux mobiles de communication et de transfert de données.

### Contenus didactiques

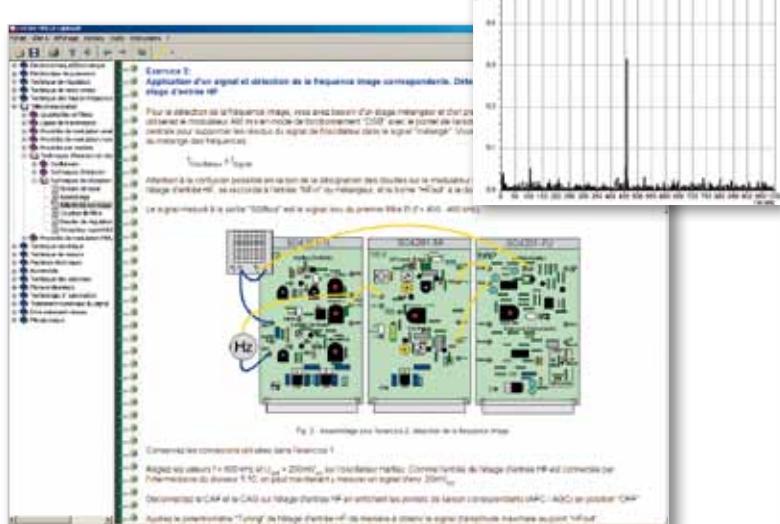
- Montage et fonctionnement des oscillateurs à haute fréquence : oscillateur Hartley et Colpitts
- Etude de la condition d'oscillation (auto-excitation)
- Montage et étude d'un émetteur et d'un récepteur AM
- Récepteur à amplification directe et récepteur superhétérodyne
- Contrôle automatique du gain (CAG) et correction automatique de fréquence (CAF)
- Etude d'un discriminateur de phase
- Sélection d'image (sélection à distance) et sélectivité adjacente
- Détermination de la fréquence d'image avec des récepteurs superhétérodynes
- Etude des courbes de réponse du filtre de l'étage d'entrée HF et de l'amplificateur FI
- Montage d'un récepteur superhétérodyne moyennes ondes à modulation d'amplitude avec ajustage complet



Complément à SO4204-9M

**Référence article : SO4204-9N**, constitué de

- 1 CD sur le cours « Technique d'émission et de réception AM »
- 1 carte d'essai « Modulateur / démodulateur AM »
- 1 carte d'essai « Etage d'entrée AM »
- 1 carte d'essai « Amplificateur FI »



# Saisie de données avec RFID

## Standards RFID

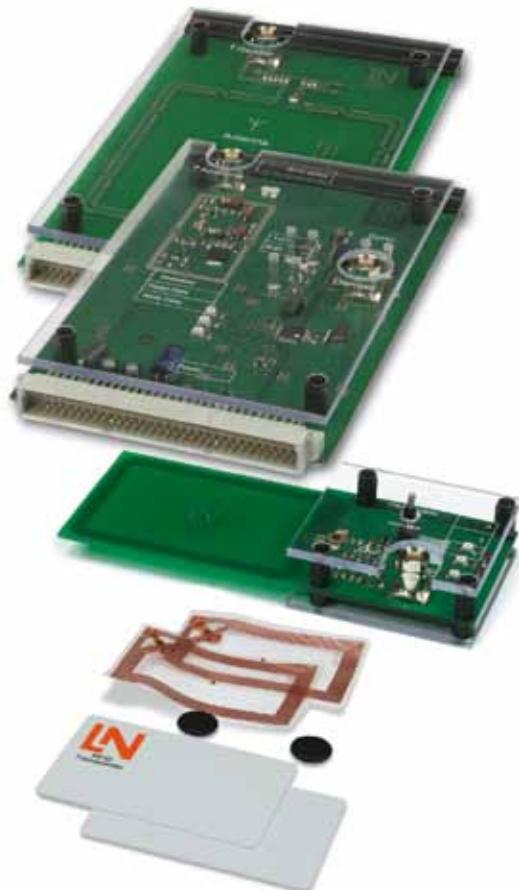
### Transpondeur

### Transmission de données

Bien qu'il s'agisse d'une technologie encore très récente, la RFID, à savoir la détection sans contact d'objets, est déjà utilisée dans de nombreuses applications quotidiennes. Les systèmes RFID sont employés, entre autres, pour le contrôle d'accès, la sécurisation de marchandises dans les magasins et dans la logistique pour surveiller le flux des produits.

#### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement des systèmes RFID
- Propriétés et portées de différents systèmes RFID
- Différentes formes de transpondeur
- Procédés pour le branchement de l'énergie et la transmission des données
- Analyse du codage et de la transmission des données
- Étude par la technique de mesure des messages RFID selon ISO 15693
- Écriture et lecture de transpondeurs
- Analyse du protocole RFID : commandes standard, drapeaux et procédés anticollision



#### Référence article : SO4204-9S, constitué de

- 1 CD sur le cours « Saisie de données avec RFID »
- 1 CD sur le cours « Saisie de données avec RFID »
- 1 carte d'essai « Lecteur RFID »
- 1 carte d'essai « Antenne RFID »
- 1 carte d'essai « Transpondeur de mesure »
- 1 « jeu de transpondeurs »



# Technologie des réseaux : TCP/IP

## Ethernet

### Structures de réseaux

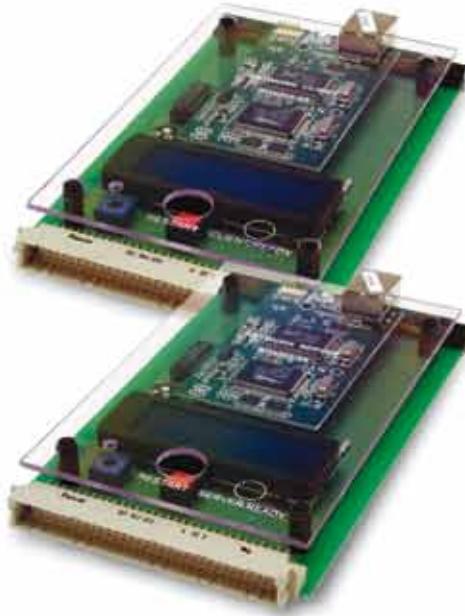
### Protocoles

### Adressage

C'est à l'Internet que les protocoles de transmission doivent leur importance exceptionnelle dans la technique de réseau. Sans eux, un réseau d'ordinateurs ne peut pas fonctionner.

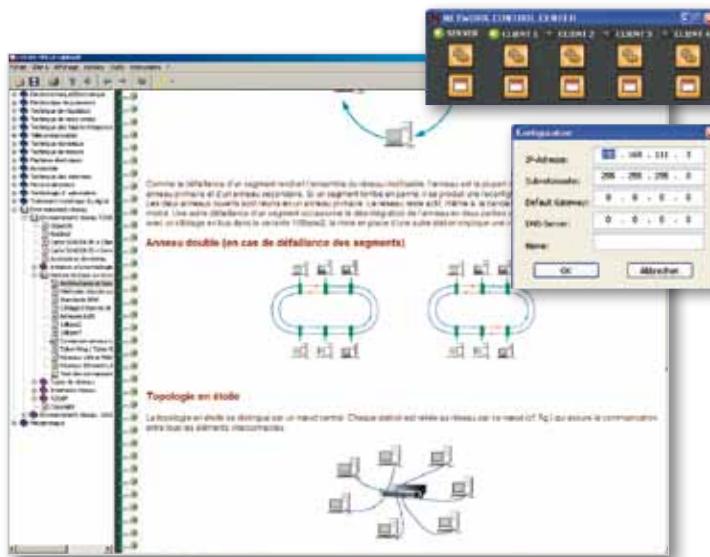
#### Contenus didactiques

- Standards de réseaux et différences entre LAN, MAN, WAN, GAN, modèle de couches OSI
- Interfaces de réseaux et leurs fonctions
- Structures de réseaux : Ethernet, token ring, token bus
- Montage et composants d'un réseau Ethernet
- Principe de l'adressage (adresse MAC) dans un réseau local
- Montage et essai d'un réseau d'ordinateurs dans une structure client-serveur et peer-to-peer
- La famille de protocoles Internet TCP/IP
- Modification de l'adressage IP et de l'adresse de réseau d'un ordinateur
- Montage d'un sous-réseau à l'aide du masque de sous-réseau
- Possibilité d'intégration de plusieurs cours ou dans un LAN existant



#### Référence article : SO4204-9Q, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Technique de réseau 1 : TCP/IP »
- 1 carte d'essai « Réseau client »
- 1 carte d'essai « Réseau serveur »
- 1 switch réseau
- 2 câbles de connexion Cat5 « standard »
- 1 câble de connexion Cat5 « croisé »



# Technologie des réseaux : Intégration clients

## Connexion en réseau Configuration Services de réseau

De nos jours, pratiquement chaque ordinateur est connecté dans un réseau. La connexion d'un nouvel ordinateur nécessite son intégration dans un réseau et la configuration des interfaces et services.

### Contenus didactiques

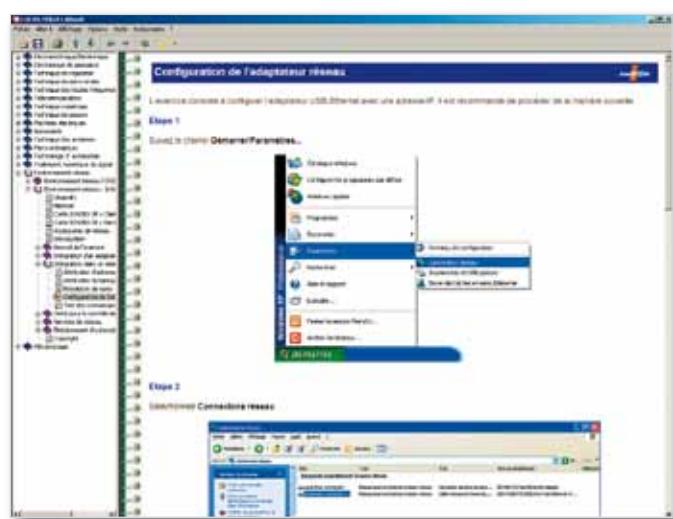
- Intégration d'un adaptateur de réseau dans un PC
- Connectique et câblage
- Couche 1, code Manchester
- Configuration de l'adaptateur de réseau (physique) dans le système d'exploitation Windows XP
- Configuration de l'interface réseau et des pilotes correspondants
- Intégration dans un réseau existant
- Utilisation d'outils pour le contrôle de fonctionnement
- DHCP
- Résolution des noms de domaine dans les réseaux Windows (fichier HOST, fichier LMHOST, WINS)
- Utilisation de services (http, ftp)
- Etablissement d'autorisations



Complément à SO4204-9Q

Référence article : **SO4204-9R**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Intégration de clients »
- 1 adaptateur Ethernet USB 2.0
- 1 câble de raccordement Cat5



# Bases de la technique des antennes

## Liaison radioélectrique

## Longueur d'onde

## Polarisation

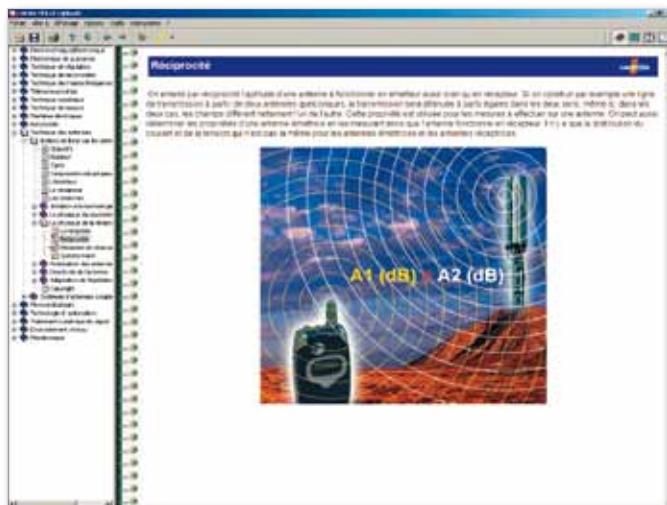
## Diagrammes de rayonnement

Les voies de transmission par radio et ainsi les antennes font désormais partie intégrante de la vie quotidienne, en commençant par la radiophonie, la téléphonie mobile, la navigation par satellite ou la surveillance de l'espace aérien, pour ne citer qu'eux.

### Contenus didactiques

- Formes d'antennes et exemples
- La physique du rayonnement et de la réception
- La résistance d'une antenne ainsi que son adaptation et symétrisation (balun)
- Caractéristique de rayonnement dans les champs proches et lointains
- Formation du diagramme de rayonnement
- Mesure des diagrammes de rayonnement de différentes antennes
- Etude de
  - antennes monopôles et dipôles
  - antennes Yagi
  - antennes hélicoïdales
  - antennes patch et microstrip

**Trois variantes de fréquences entre 8,5 et 9,5 GHz permettent un fonctionnement simultané de plusieurs postes de travail dans un même laboratoire sans interférences.**



### Référence article : SO4204-9W

- constitué de
- 1 CD-ROM sur le cours « Bases de la technique des antennes »
  - 1 récepteur LNC en bande X (X-Band-LNC)
  - 1 interface pour l'antenne en bande X (X-Band-Interface Selective)
  - 1 émetteur DRO en bande X (X-Band DRO)
  - 1 plate-forme tournante pour antenne avec moteur pas à pas
  - 1 monopôle
  - 1 dipôle demi-onde
  - 1 dipôle pleine onde
  - 1 dipôle replié
  - 2 antennes Yagi (3 éléments, 6 éléments)
  - 2 antennes hélicoïdales (droite, gauche)
  - 3 antennes patch (linéaire, droite, gauche)
  - 1 antenne microstrip
  - 1 jeu d'accessoires de montage et de câbles



# Systèmes d'antennes complexes

Antennes patch

Antennes cornet

Antennes à fentes

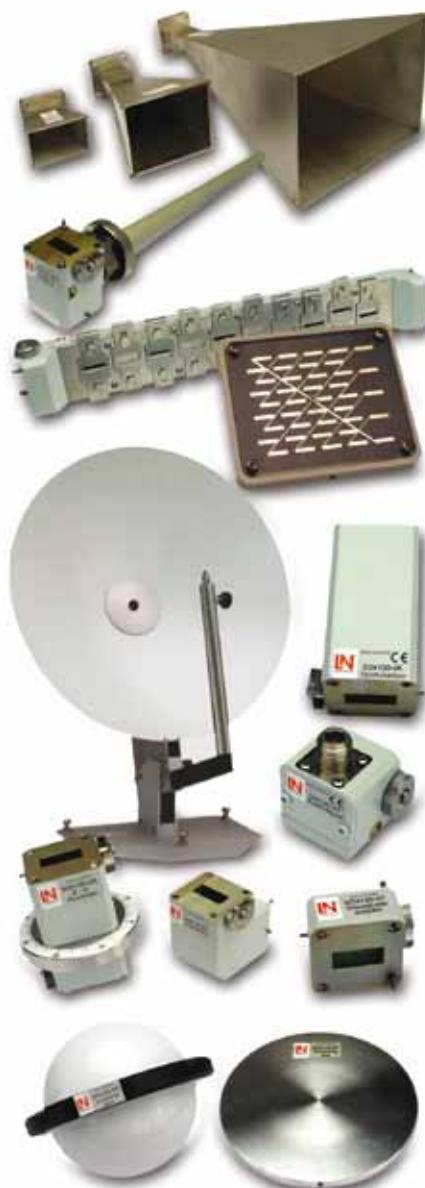
Antennes microstrip

Antennes paraboliques

L'émission et la réception de signaux radio nécessitent des antennes. Pour chaque application, il existe des antennes spécialement adaptées aux plages de fréquence, aux distances, aux signaux à transmettre et à la sécurité de transmission exigée.

## Contenus didactiques

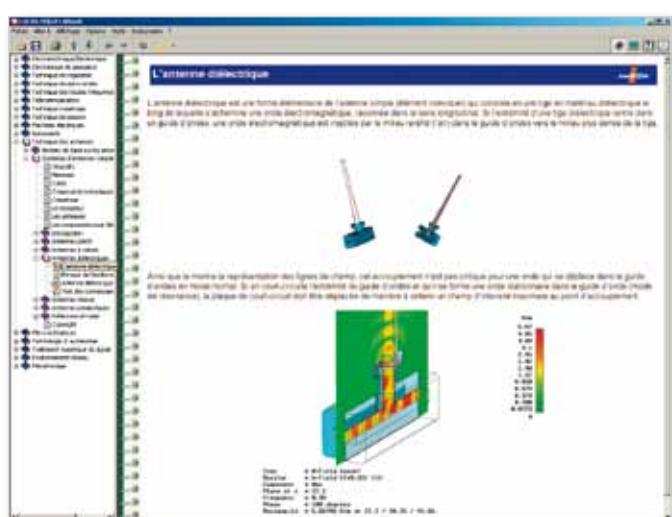
- Etude du fonctionnement des différentes antennes
- Formation du diagramme directionnel
- Mesure des diagrammes directionnels de différentes antennes
- Condition de la zone Fraunhofer
- Réflecteurs paraboliques
- Emetteur primaire
- Antennes groupées et arrays
- Rapport de phases pour antennes groupées
- Réflexion dans les liaisons radio
- Rayonnement secondaire
- Transpondeur radar passif, lentille de Lüneberg



## Complément à SO4204-9W

**Référence article : SO4204-9X**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Systèmes d'antennes complexes »
- 1 carte d'essai « Interface pour l'antenne en bande X large bande »
- 1 antenne microstrip
- 1 antenne à fentes
- 1 antenne diélectrique
- 1 antenne parabolique configurable
- 3 antennes cornet (10, 15, 20 dB)
- 1 disque réfléchissant
- 1 lentille de Lüneberg
- 1 résistance terminale
- 1 transition guide d'ondes-coaxial
- 1 positionneur E-H
- 1 bande E
- 1 adaptateur RB100
- 1 jeu d'accessoires de montage
- 1 mallette de transport en alu



# Bases de la technique à micro-ondes

## Guides d'ondes

### Caractéristiques des guides

### Réflexions

Les micro-ondes revêtent une importance cruciale pour la transmission de signaux dans la technique des radars, la communication par satellite et la téléphonie mobile. L'alimentation vers les antennes d'émission et de réception est souvent assurée par des guides d'ondes.



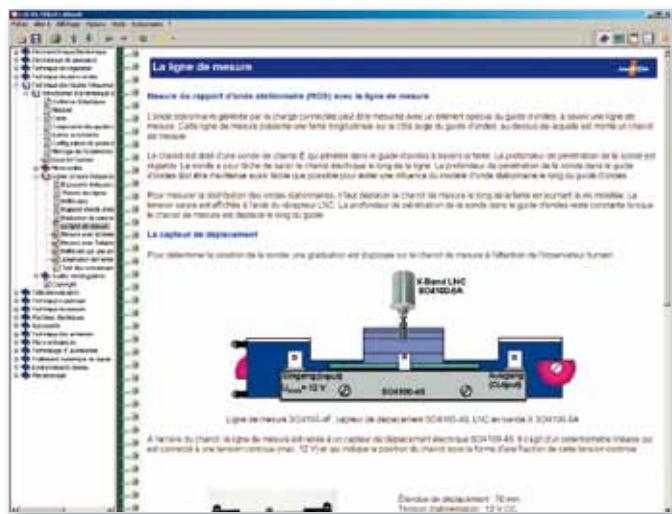
#### Contenus didactiques

- Théorie et caractéristiques des guides
- Enregistrement de la caractéristique de courant-tension
- Lignes à fentes
- Réflexion, rapport d'onde stationnaire et adaptation
- Mesure de la propagation d'ondes dans le guide : diagramme d'ondes stationnaires
- Dimensions des guides et fréquence de service
- Propagation des ondes dans le guide
- Court-circuit à l'extrémité de la ligne, longueur d'onde
- Influence des diélectriques



#### Référence article : SO4204-9U, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Bases de la technique à micro-ondes »
- 1 carte d'essai « Interface de mesure bande X avec LNC »
- 1 oscillateur à diode Gunn
- 1 ligne de mesure avec capteur de déplacement et sonde de mesure
- 1 isolateur
- 4 charges adaptées différentes
- 3 diélectriques
- 1 jeu d'aides au montage, câbles de mesure et adaptateurs
- 1 mallette de transport en alu



# Composants des guides d'ondes

Générateurs

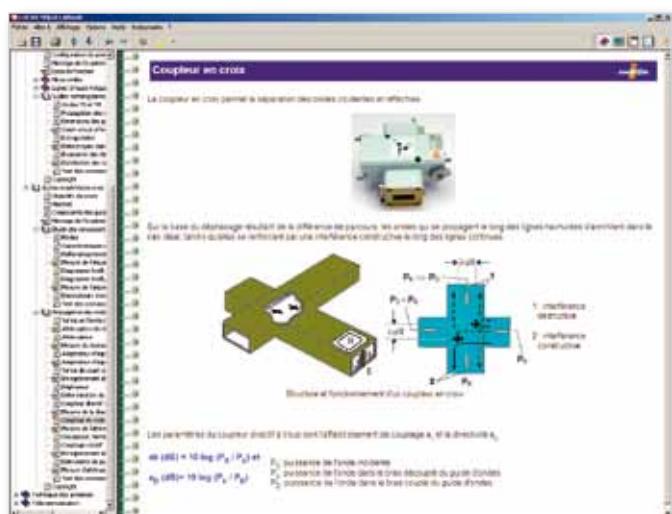
Coupleurs

Circulateurs

Le montage de circuits complexes à micro-ondes dans la technique des guides d'ondes nécessite des composants spéciaux, tels des coupleurs, des circulateurs ou des dérivations qui permettent de réaliser la fonction souhaitée du circuit.

## Contenus didactiques

- Générateurs à très haute fréquence : oscillateur à diode Gunn, klystron, magnétron
- Caractéristique des coupleurs directifs et en croix
- Réflexion et atténuation
- Séparation des signaux à l'aide de circulateurs
- Atténuateurs
- Adaptation de l'impédance dans les systèmes de guides d'ondes
- Dérivations de conduites



Complément à SO4204-9U

Référence article : **SO4204-9V**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Composants des guides d'ondes »
- 2 antennes cornet
- 1 détecteur parallèle
- 1 coupleur directif et en croix
- 1 coude plan E et H
- 1 court-circuit
- 1 joint tournant
- 1 circulateur à ferrite
- 1 jeu d'adaptateurs et de terminaisons
- 1 jeu d'aides au montage

# Technologie microstrip

## Technologie Circuits de filtrage MMIC

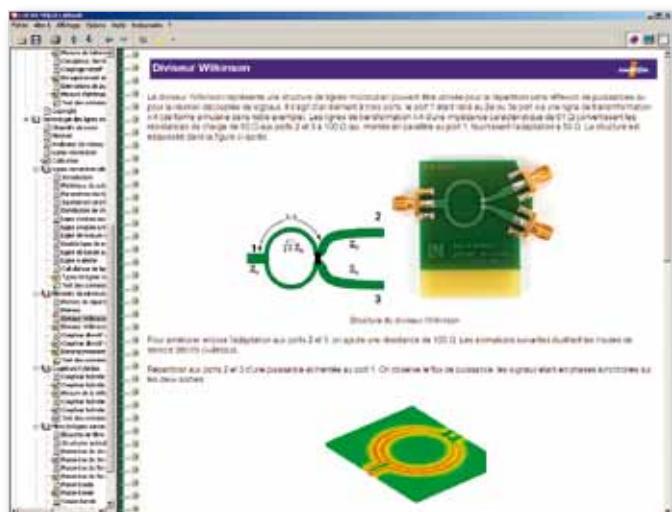
La fabrication de circuits intégrés à haute fréquence sur la base de semi-conducteurs n'a été rendue possible que par la technique des lignes microrubans. Au cours des deux dernières décennies, les guides d'ondes planaires se sont imposés dans de nombreux domaines d'application.

### Contenus didactiques

- Montage de lignes microrubans
- Théorie des lignes et propagation des ondes
- Détermination du régime transitoire : mesure de fréquence de 1 à 2 GHz
- Caractérisation au moyen de paramètres de diffusion
- Structure et fonctionnement de coupleurs et de diviseurs
- Analyse par la mesure d'un diviseur Wilkinson et de coupleurs hybrides
- Structure et fonctionnement de filtres de lignes microrubans
- Analyse de filtres et d'amplificateurs
- Amplificateur en technologie MMIC

### Référence article : SO4204-9Y, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Technologie microstrip »
- 1 carte d'essai « Analyseur de réseau »
- 1 jeu de composants pour lignes microrubans
- 2 câbles SMA
- 1 raccord SMA et résistance terminale



**Capacité linéique :**

$$C' = \frac{2\pi \cdot t_{eff}}{\ln\left(\frac{W}{H} + \sqrt{\frac{W}{H} + 1}\right)} \cdot \frac{W}{H} \leq 1$$

$$C' = t_{eff} \cdot \left[ \frac{W}{H} + 1.393 + 0.667 \cdot \ln\left(\frac{W}{H} + 1.444\right) \right] \cdot \frac{W}{H} \leq 1$$

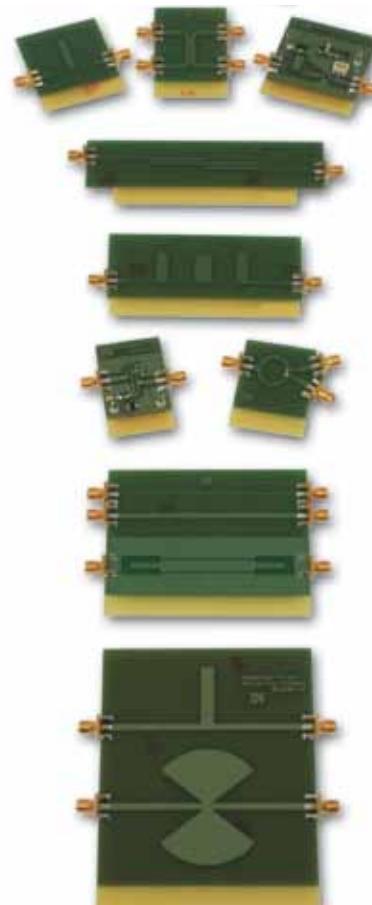
**Inductance linéique :**

$$L' = \frac{\mu \cdot t_{eff}}{C'}$$

**Constante diélectrique effective :**

La nécessité d'introduire une constante diélectrique effective résulte de la distribution de champ dans un diélectrique revêtu, la couche insulante étant l'air ambiant.

une ligne microstrip



### Couplage directif

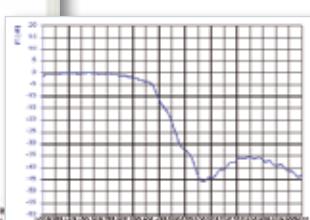
Les couplages directifs sont des systèmes qui permettent de découpler les ondes incidentes et réfléchies sur une ligne en fonction de la polarisation. Ils sont donc utilisés pour déterminer le facteur de réflexion et les grandeurs qui en sont dérivées.



Mode commun (enfant) : mode magnétique Mode symétrique (odd) : mode électrique

### Exemple à l'exemple du couplage directif

On examine dans la partie 1, la part principale de la puissance apparaît à la porte 3 et n'est réduite que de la partie de puissance portée par la porte 2. Dans le cas initial, la porte 4 ne présente aucun décalage de la resistance lorsque la porte 1. Le reste (nous parlons de puissance) apparaît encore à la porte 4 ( $P_4$ ) grâce à la qualité du couplage directif. Si une adaptation envoie entraîne une réflexion de puissance à la porte 3, la distribution de puissance est inversée en conséquence et la part principale de la réflexion apparaît à la porte 4. La longueur des deux nœuds va être couplée entre eux par voie électromagnétique et élevée à A/A, le choix de la longueur de couplage devant déterminer la distribution de puissance aux portes 2 et 4.



Realisez l'ensemble de l'analyseur de réseau à la porte d'entrée (porte 1) du passe-bas du 5e étage.

Reliez le port de sortie (porte 2) au récepteur de l'analyseur de réseau.

**Réalisation de l'expérience**

- Ouvrez l'instrument Oscilloscope de Stock avec la touche  Démarrer la mesure avec la touche
- Notez les valeurs maximales et minimales de la fonction de transmission  $F(\text{dB})$ . Utilisez la fonction de curseur dans le diagramme de  $F(\text{dB})$ .
- Copiez le résultat dans le tableau ci-après.

Longueur de la ligne de transmission (mm)	Max $F(\text{dB})$	Min $F(\text{dB})$
100	-10	-40

# Traitement numérique des signaux

## Composants système

### Systèmes LTI

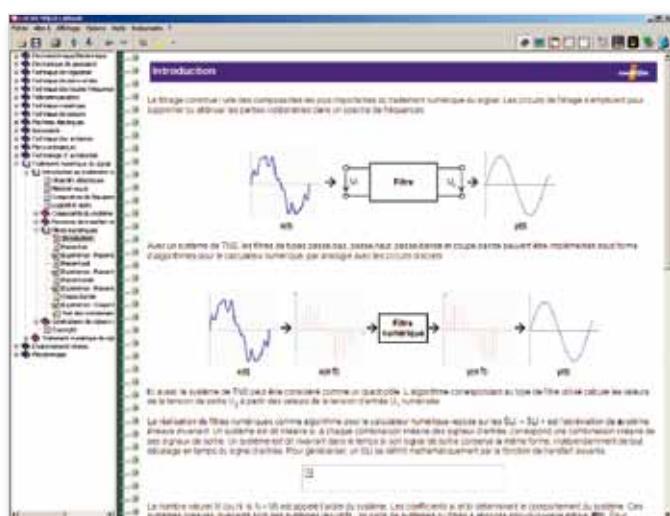
### Filtres FIR et IIR

### Génération numérique des signaux

Par la commercialisation de microprocesseurs toujours plus puissants et plus rapides, le traitement numérique des signaux audio et vidéo revêt désormais une grande importance. Les processus de réduction des données, les filtres, la génération et la manipulation des signaux sont devenus des applications fréquentes.

#### Contenus didactiques

- Structure et fonctionnement d'un système DSP
- Fonction de transmission discrète
- Amplificateur numérique et diviseur de tension numérique
- Systèmes LTI
- Etude expérimentale de filtres numériques
- Filtres FIR et IIR
- Génération de signaux par DSP
- Etude expérimentale des signaux périodiques
- Influence des algorithmes de calcul sur la forme du signal



#### Référence article : SO4204-6P, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours  
« Introduction au traitement numérique des signaux »
- 1 plate-forme de travail MCL3
- 1 module DSP avec processeur ARM 32 bits
- 1 paquet de logiciels pour module DSP
- 1 module clavier
- 1 câble d'interface série

# Transformation de Fourier

## Synthèse des signaux

## Calcul de filtre

## Effets sonores

Grâce au traitement numérique des signaux, il est possible de déterminer de manière très ciblée les caractéristiques de filtres et d'effets sonores ou d'images à l'aide d'algorithmes élémentaires. Des logiciels appropriés permettent de développer des circuits flexibles et peu coûteux

### Contenus didactiques

- Synthèse de signaux périodiques au moyen de systèmes DSP
- Transformation de Fourier (DFT et FFT)
- Systèmes LTI récursifs et non récursifs
- Procédé d'ébauche de filtres numériques
- Conception de filtres avec différentes caractéristiques : Butterworth, Tschebyscheff, Cauer
- Conception de filtres : filtres FIR et IIR
- Conception manuelle et assistée par ordinateur
- Programmation d'effets sonores
- Egaliseur numérique

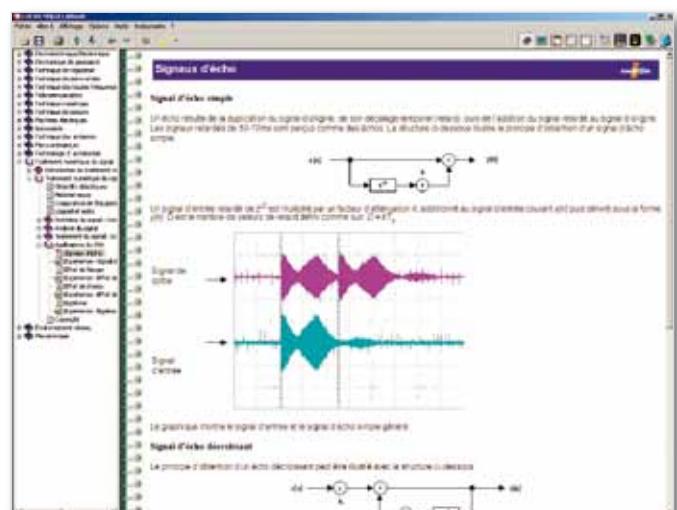
Complément à SO4204-6P

**Référence article : SO4204-6Q**, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Traitement numérique appliqué des signaux »

1 câble cinch stéréo

1 casque stéréo



# Réseaux de télécommunication

## Structures de réseaux

## Adressage

## Signalisation

## Gestion de réseaux

Notre vie n'est plus envisageable sans les réseaux de télécommunication s'étendant sur la planète entière. Ce cours donne un aperçu des principaux faits et chiffres des réseaux de télécommunication modernes.

### Contenus didactiques

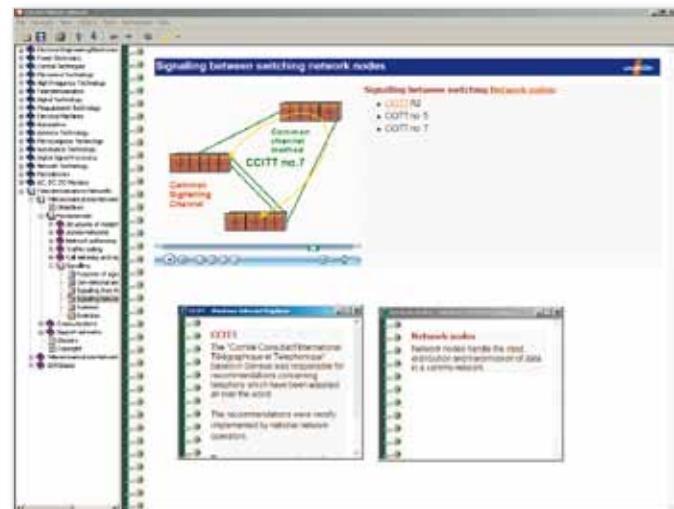
- Structures de réseaux de télécommunication modernes
- Réseaux d'accès
- Adressage de réseaux
- Orientation du trafic
- Saisie des frais et enregistrement
- Signalisation
- Réseaux de transmission
- Hiérarchie numérique plésiochrone (PDH)
- Hiérarchie numérique synchrone (SDH)
- Réseaux de soutien
- Le réseau de signalisation S7
- Le réseau intelligent (IN)
- Gestion de réseaux via TMN

### Particularités

- Edition vocale
- Langues : allemand, anglais, russe

**Référence article : SO2700-1A**, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Réseaux de télécommunication 1 »



## PSTN, GSM, RNIS

## Réseaux à large bande

## ATM

## Convergence de réseaux

De nos jours, on exige de la part des réseaux modernes une transmission de la voix, de données et de services multimédias à large bande passante. A l'avenir, les différents réseaux publics (PSTN, PLMN) coopéreront de plus en plus.

### Contenus didactiques

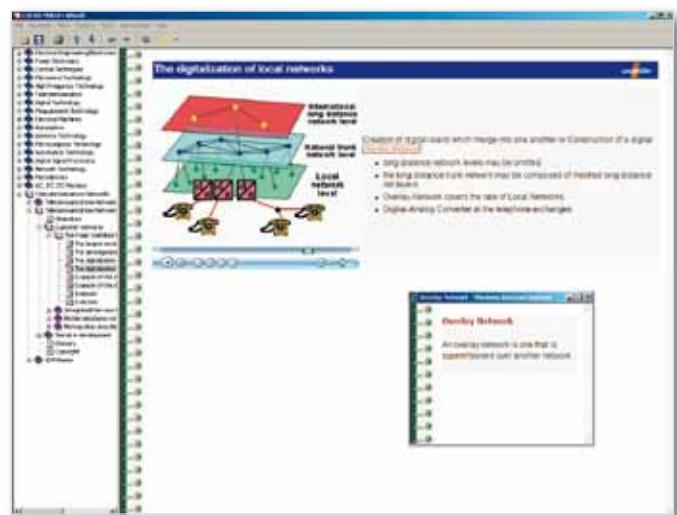
- Public Switched Telephone Network (PSTN)
- Numérisation dans les réseaux distants et locaux
- Réseau numérique à intégration de services (RNIS)
- Réseaux radio mobile (GSM)
- Metropolitan Area Network (MAN)
- L'évolution des réseaux
- Réseaux d'accès sans fil sur large bande
- Le réseau de distribution d'énergie comme réseau d'accès
- Full Service Network
- Accès Internet rapides via réseau de télécommunication analogique
- ATM et RNIS à large bande

### Particularités

- Édition vocale
- Langues : allemand, anglais, russe

**Référence article : SO2700-1B**, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Réseaux de télécommunication 2 »



# RNIS

## Services

- Accès en débit de base
- Signalisation
- Raccord de terminaux

L'introduction du RNIS a permis de transmettre différents services, comme le fax, la voix, les données ou la vidéotéléphonie, via une seule connexion de réseau.

### Contenus didactiques

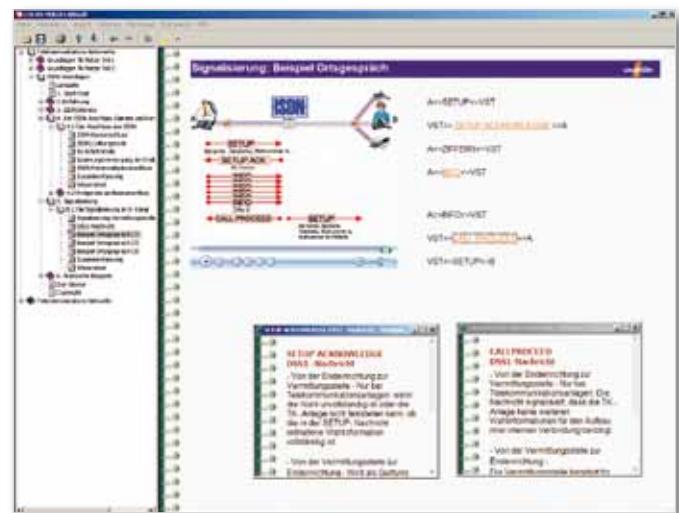
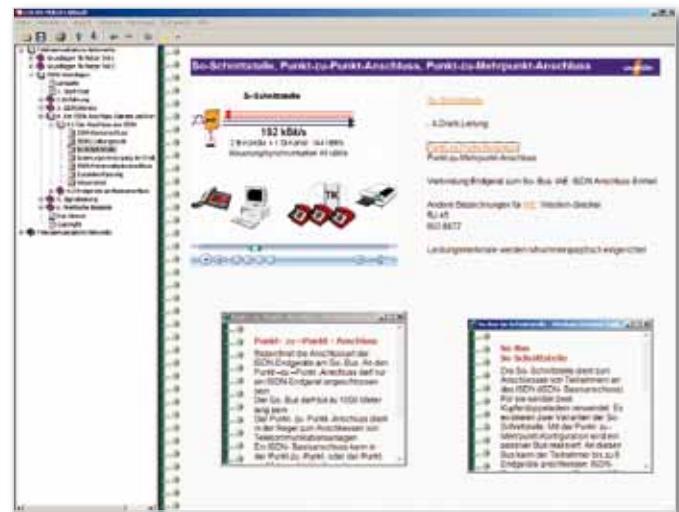
- L'évolution du RNIS
- Services et caractéristiques du RNIS
- Définition des services
- Services de transmission
- Services à distance
- Raccord RNIS (appareils et configuration)
- Raccord à la liaison RNIS
- Terminaux sur le débit de base
- Signalisation
- Signalisation dans le canal D
- Exemples pratiques avec des applications RNIS
- Téléphonie
- Transmission de données
- Vidéotéléphonie

### Particularités

- Edition vocale
- Langue : allemand

**Référence article : SO2700-1C**, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « RNIS »



# Téléphonie mobile (GSM)

## Architecture de réseau Eléments de réseau Protocoles de réseau Scénarios d'appels

Les réseaux de téléphonie mobile permettent une communication mobile depuis pratiquement n'importe quel endroit de notre planète. Avec plus de deux milliards d'utilisateurs, le GSM est le standard le plus important et le plus répandu.

### Contenus didactiques

- Spécifications GSM
- Caractéristiques
- Architecture du réseau GSM
- Cellules radio
- Eléments de réseau principaux (MSC, BSC, BTS)
- Autres éléments de réseau
- Plan de numérotation
- Catégories de services GSM
- Interfaces de réseaux et leurs protocoles
- Signalisation en relation avec les interfaces OSI 1-3
- Scénarios d'appels (Traffic cases)
  - Location Update
  - Authentification et cryptage
  - Mobile Terminated Call
  - Mobile Originated Call
  - Handover
- Autres standards de téléphonie mobile : D-AMPS, PDC et CDMA
- W-CDMA (UMTS)

### Particularités

- Edition vocale
- Langues : anglais, russe

Référence article : SO2700-1D, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « GSM »



# Technique de régulation

Eléments de circuits de régulation

Régulateurs continus et discontinus

Systèmes régulés réels

Boucles de régulation fermées

Définition et optimisation des paramètres de réglage

Logique floue (régulation Fuzzy)





#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet, portable
- Cours multimédias
- Interface de mesure et de commande de haute technologie
- Théorie et pratique simultanément



#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope équipé de 2 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 domaines temporels 1 µs - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



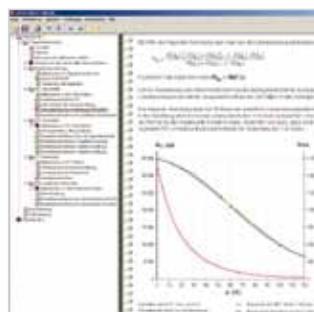
#### UniTrain-I Expérimenteur

- Enregistrement des cartes d'essais
- Tension d'expérimentation  $\pm 15$  V, 400 mA
- Tension d'expérimentation 5 V, 1 A
- Source de courant continu ou triphasé variable entre 0 ... 20 V, 1 A
- Interface IrDa pour multimètre
- Interface série supplémentaire pour cartes



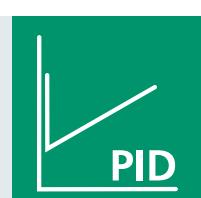
#### Appareils de mesure et alimentations intégrés

- Multimètre, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope à mémoire à deux voies
- Générateur de fonctions et d'allure de courbe
- Diagramme de réponse à un échelon et de temps
- Traceur Bode
- ... et de nombreux autres appareils



#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation LabSoft

- Choix varié de cours
- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Test de connaissances



# Introduction pratique à la technique de régulation

Régulation de température

Régulation de vitesse de rotation

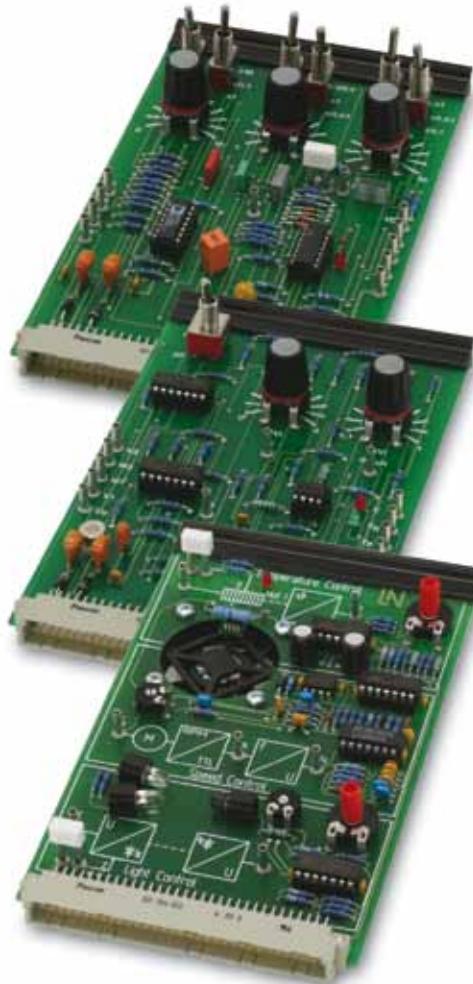
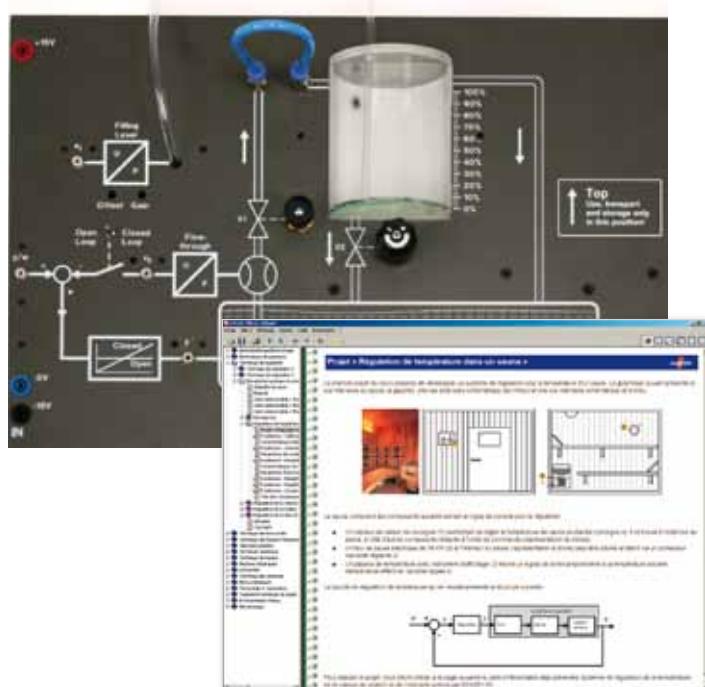
Régulation de luminosité

Régulation de débit

A l'ère de l'automation, la technique de régulation revêt une importance primordiale pour les systèmes techniques modernes.

## Contenus didactiques

- Principes de fonctionnement de la commande et de la régulation
- Montage et fonctionnement de régulateurs continus et à action intermittente
- Etude pratique de boucles de régulation avec des régulateurs continus
- Régulation de température d'un sauna avec un régulateur à 2 points
- Montage et optimisation d'un réglage de la vitesse avec des régulateurs continus
- Comportement de régulation et perturbation d'un circuit de régulation de l'intensité lumineuse
- Régulation de débit avec régulateur à 2 points et régulateur PI (nécessite le modèle optionnel « Régulation de niveau » SO3620-1H)



Référence article : SO4204-8E, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours  
« Introduction pratique à la technique de réglage »
- 1 carte d'essai « Régulateur deux points / trois points »
- 1 carte d'essai « Régulateur PID »
- 1 carte d'essai  
« Régulation de température, vitesse de rotation et luminosité »



# Analyse de circuits de régulation

## Eléments de circuits de régulation

### Régulateurs continus

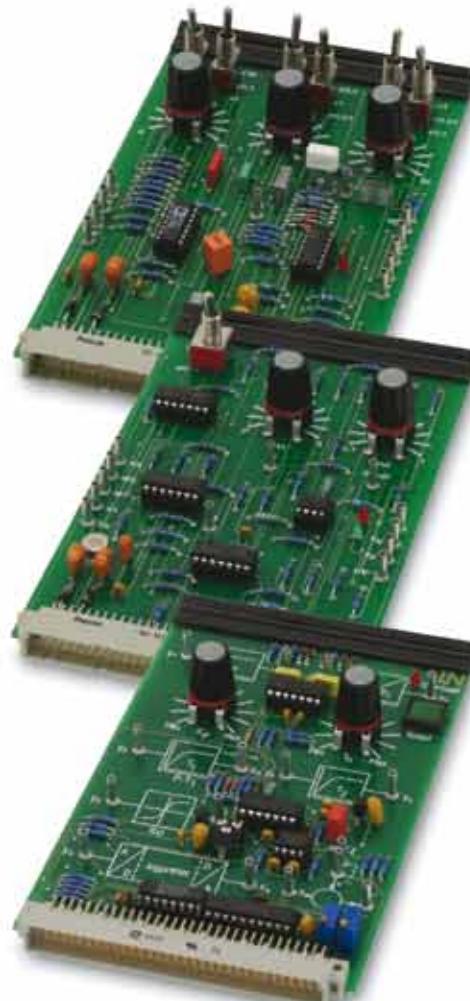
### Régulateurs discontinus

### Régulation à boucle fermée

Le cours « Composants et boucles de régulation » fournit une description claire des principes de la technique de régulation.

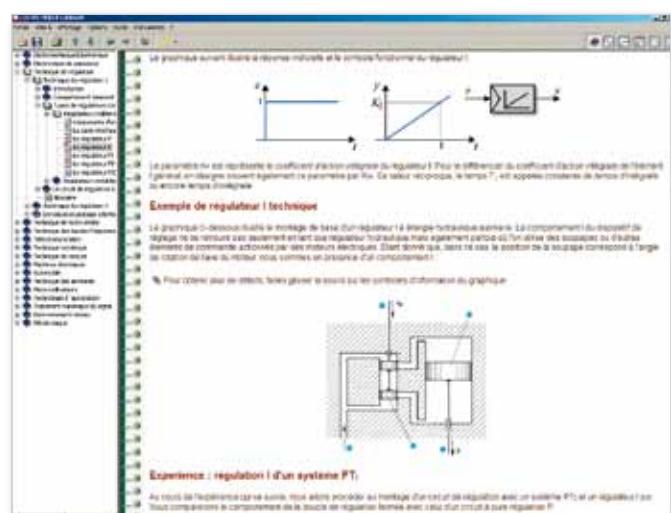
#### Contenus didactiques

- Détermination du comportement et des paramètres des différents éléments des boucles de régulation :
  - élément P
  - élément I
  - 2 éléments PT1
  - non linéarité
  - élément arithmétique par l'enregistrement de réponses à un échelon
- Elaboration des types de régulateurs appropriés
- Optimisation de boucles de régulation fermées
- Analyse de boucles et de systèmes de régulation au moyen du diagramme de Bode
- Apprentissage du comportement statique et dynamique des éléments de régulation et des boucles de régulation fermées



**Référence article : SO4204-8F**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Analyse de circuits de régulation »
- 1 carte d'essai « Régulateur deux points / trois points »
- 1 carte d'essai « Régulateur PID »
- 1 carte d'essai « Simulation de circuit de régulation »



# Etendues, projet de régulateur et optimisation

## Systèmes réglés réels

### Règles de paramétrage

### Optimisation du régulateur

### Analyse de stabilité

Cet équipement complémentaire au cours « Analyse de circuits de régulation » avec des systèmes de régulation réels illustre les connaissances approfondies sur la technique de régulation.

#### Contenus didactiques

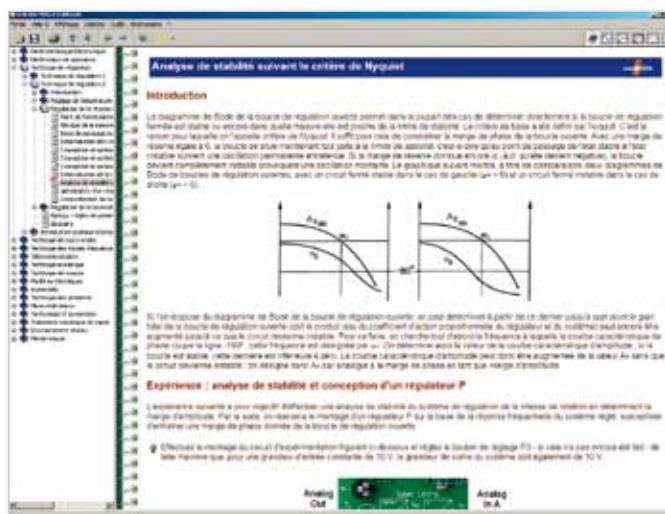
- Détermination des valeurs caractéristiques des systèmes réglés suivants :
  - système de réglage de température
  - système de réglage de vitesse de rotation
  - système de réglage de luminosité
- Observation de leur comportement avec des régulateurs continus et discontinus dans une boucle de régulation fermée
- Etude du comportement de la grandeur de référence et de la grandeur perturbatrice
- Réalisation d'un projet et son optimisation dans la gamme temporelle et fréquentielle
- Evaluation de la qualité de réglage et analyse de stabilité dans la gamme de fréquence par l'enregistrement du diagramme de Bode et/ou de la courbe locale



Complément à SO4204-8F

**Référence article : SO4204-8G**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours  
« Etendues, projet de régulateur et optimisation »
- 1 carte d'essai  
« Circuits de régulation de température, vitesse de rotation et luminosité »



# Régulation numérique & Logique floue (Fuzzy)

Régulation numérique

Simulation logicielle

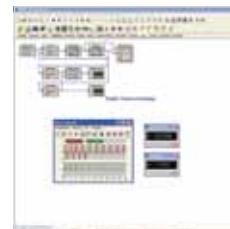
Intégration dans des structures de régulation réelles

Pour régler des systèmes complexes à grandeurs multiples et non linéaires, on utilise des régulateurs à logique floue (Fuzzy). Ces systèmes à logique floue peuvent être intégrés dans le système UniTrain-I sur la technique de régulation par le biais d'un progiciel complémentaire.

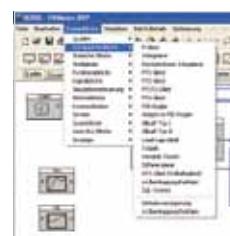
## Contenus didactiques

- Analyse, synthèse et simulation de systèmes de régulation conventionnels
- Réalisation de systèmes à logique Fuzzy
- Mesures en temps réel

Référence article : SO6001-5Q, constitué de  
1 CD-ROM avec logiciel « WinFACT »

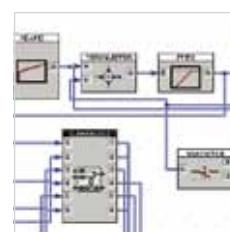


Système de simulation par blocs

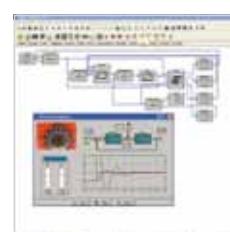


Bibliothèque complète pour le montage de structures de régulation

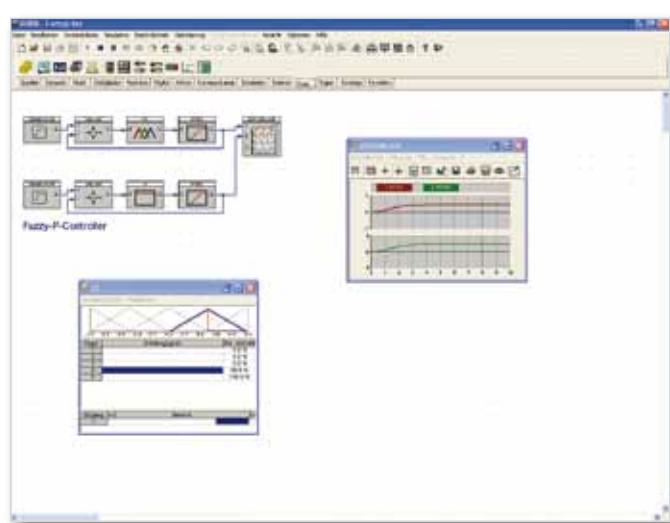
- Générateurs de signaux
- Eléments de transfert linéaires et non linéaires
- Systèmes en temps discrets
- Technique numérique
- Instruments virtuels



Regroupement de systèmes partiels en modules réutilisables



Module graphique pour la représentation de données de mesure



Conception de systèmes à logique floue



Mesure en temps réel en association avec un matériel réel

# Technique de mesure

Tension	Température
Courant	Pression
Puissance	Force
Résistance	Couple
Inductance	Déplacement
Capacité	Angle
Facteur de puissance	Régime
Travail	
Fréquence	





#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet, portable
- Cours multimédias
- Interface de mesure et de commande de haute technologie
- Théorie et pratique simultanément



#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope équipé de 2 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 domaines temporels 1  $\mu$ s - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



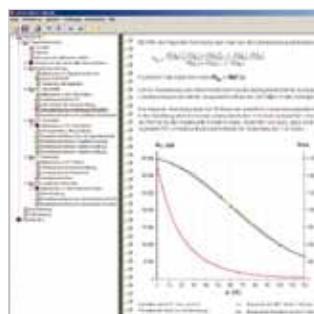
#### UniTrain-I Expérimentateur

- Enregistrement des cartes d'essais
- Tension d'expérimentation  $\pm 15$  V, 400 mA
- Tension d'expérimentation 5 V, 1 A
- Source de courant continu ou triphasé variable entre 0 ... 20 V, 1 A
- Interface IrDa pour multimètre
- Interface série supplémentaire pour cartes



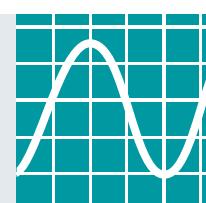
#### Appareils de mesure et alimentations intégrés

- Multimètre, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope à mémoire à deux voies
- Générateur de fonctions et d'allure de courbe
- Alimentation triple pour courant alternatif et courant continu
- Alimentation triphasée
- ... et de nombreux autres appareils



#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation LabSoft

- Choix varié de cours
- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Test de connaissances



# Mesure de grandeurs électriques

## Courant / Tension

## Puissance / Travail

## Facteur de puissance

## Fréquence

Les instruments de mesure ferromagnétiques et magnéto-électriques constituent l'introduction à la technique de mesure électrique. Dans ce contexte, les instruments de mesure sont utilisés pour mesurer des tensions et courants, pour déterminer l'influence de l'allure de la courbe sur le résultat de mesure et pour étendre les champs de mesure à l'aide de résistances supplémentaires.

### Contenus didactiques

- Que contient la mesure de puissance ?
- Explication du principe de mesure au moyen d'un circuit à courant continu
- Différences entre la mesure de puissance active, apparente et réactive dans des expériences élémentaires sur un circuit à courant alternatif
- Mesure et description du facteur de puissance
- Mesures de consommation et mesure du travail électrique à l'aide du compteur Ferraris



### Référence article : SO4204-8A, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Mesure de grandeurs électriques »
- 1 carte d'essai « Mesure de tension et de courant »
- 1 carte d'essai « Puissance, cos φ et mesure de fréquence »



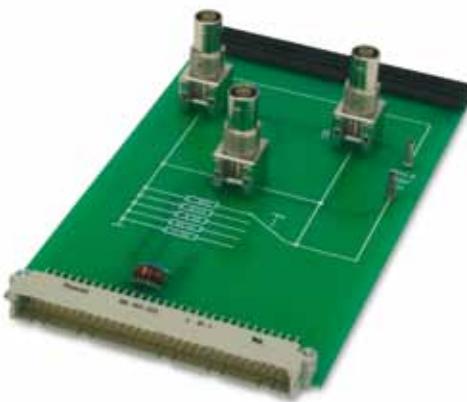
# Mesure RLC

## Résistance Inductance Capacité

Les procédés de mesure par impédance et par pont de mesure pour la définition des paramètres de composants passifs tels que les résistances ohmiques, les capacités et les inductances sont utilisés depuis de nombreuses années dans les circuits de mesure en pont.

### Contenus didactiques

- Réalisation de mesures RLC à l'aide des
  - ponts de Wheatstone
  - ponts de Maxwell-Wien et
  - ponts de Wien comparables
- Définition du principe de mesure
- Mesures avec appareil de mesure LCR
- Comparaison des résultats de mesure



**Référence article : SO4204-8D**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Mesure RLC »
- 1 carte d'essai « Mesure RLC avec couplages en pont »
- 1 carte d'essai « Mesure RLC avec mesure de l'impédance »
- 3 câbles de mesure BNC-BNC



# Mesure de grandeurs non électriques

Température

Pression

Force

Couple

Dans la pratique industrielle contemporaine, la nécessité de surveiller des grandeurs physiques, de les afficher ou de les traiter par voie électronique devient de plus en plus fréquente. Il faut pour ce faire transformer les « grandeurs non électriques » en grandeurs électriques en utilisant des moyens adéquats.

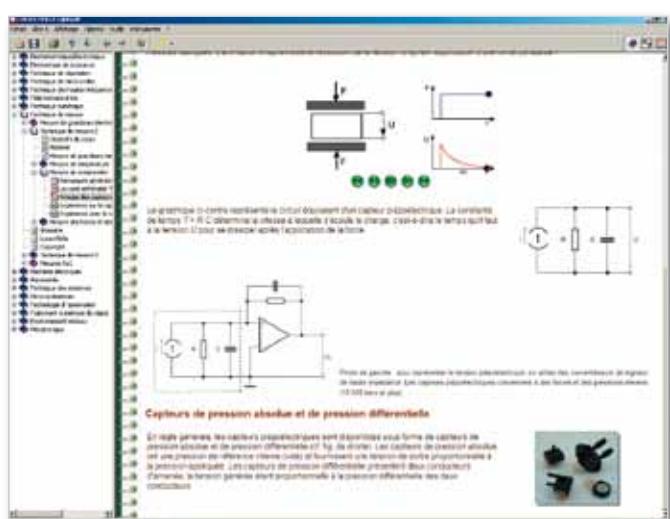
## Contenus didactiques

- Etude de l'incidence des circuits de mesure
- Caractéristiques de différents capteurs de température : NTC, Pt 100, KTY, thermocouple
- Mesure de pression : capteurs de pression piézoélectriques, inductifs et résistifs
- Principe de la mesure de force avec des jauge de contraintes sur des barres de flexion et de torsion
- Enregistrement des caractéristiques de différents capteurs
- Linéarisation de courbes non-linéaires
- Sources d'erreurs potentielles



Référence article : SO4204-8B, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Mesure de grandeurs non électriques, température, pression, force »
- 1 carte d'essai « Mesure de température »
- 1 carte d'essai « Mesure de pression »
- 1 carte d'essai « Mesure de force et de couple »
- 1 carte d'essai « Amplificateur de mesure »
- 1 jeu de poids
- 1 transmetteur de pression



# Déplacement

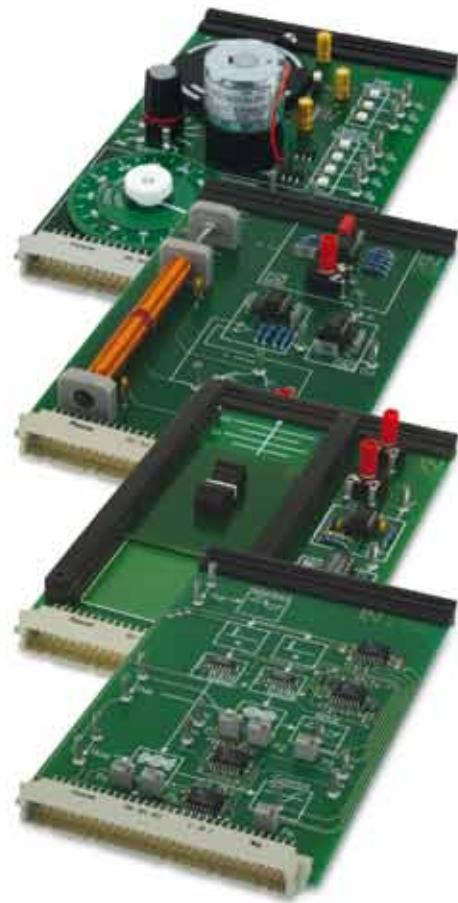
## Angle

### Régime

L'enregistrement rapide et précis du déplacement, de l'angle et du régime est décisif pour la dynamique, la rentabilité et la qualité des applications mécatroniques et afférentes aux entraînements utilisées dans la production.

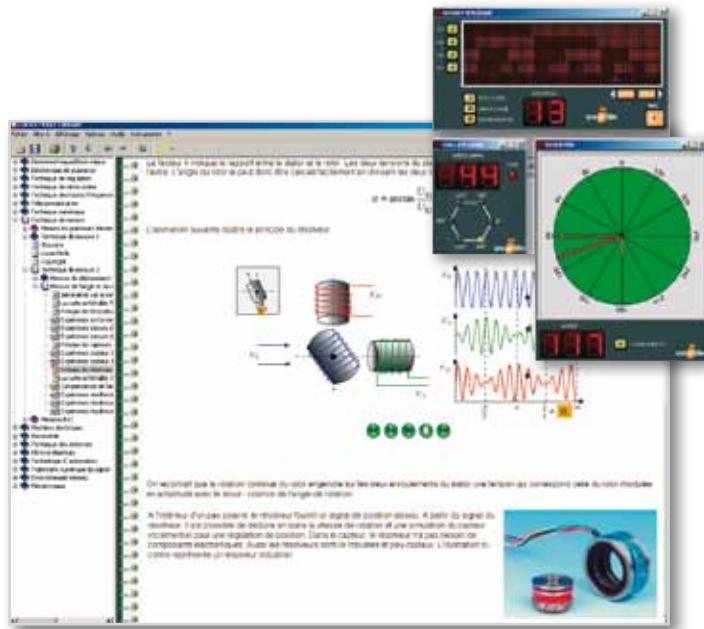
#### Contenus didactiques

- Procédés analogiques et numériques pour la mesure de déplacement, d'angle et de régime
- Etude, fonctionnement et caractéristique des capteurs
- Détermination des caractéristiques par l'expérience
- Etalonnage de circuits de mesure
- Essais avec des capteurs capacitifs et inductifs
- Emploi de capteurs optiques et de capteurs de Hall pour la mesure de position sur des arbres tournants
- Mesure de la course avec codeur incrémentiel, BCD et à code Gray
- Etudes sur un arbre tournant au moyen d'un résolveur



**Référence article : SO4204-8C**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours «Mesure de grandeurs non électriques, trajet, angle, régime »
- 1 carte d'essai « Capteur de déplacement inductif »
- 1 carte d'essai « Capteur de déplacement capacitif »
- 1 carte d'essai « Mesure d'angle et de régime »
- 1 carte d'essai « Amplificateur de mesure résolveur »
- 3 disques de code



# Technique numérique

Opérateurs et bascules

Circuits séquentiels

Circuits d'application

Circuits convertisseurs





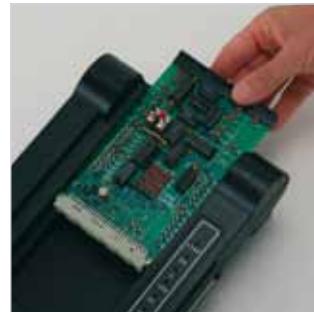
#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet, portable
- Cours multimédias
- Interface de mesure et de commande de haute technologie
- Théorie et pratique simultanément



#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope équipé de 2 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 domaines temporels 1 µs - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



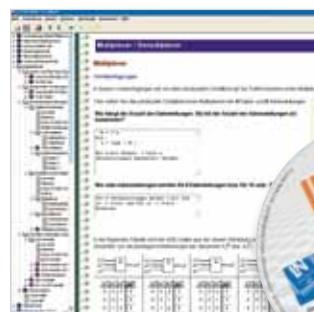
#### UniTrain-I Expérimenteur

- Enregistrement des cartes d'essais
- Tension d'expérimentation  $\pm 15$  V, 400 mA
- Tension d'expérimentation 5 V, 1 A
- Source de courant continu ou triphasé variable entre 0 ... 20 V, 1 A
- Interface IrDa pour multimètre
- Interface série supplémentaire pour cartes



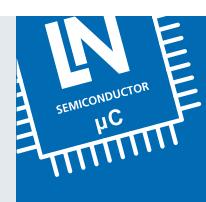
#### Appareils de mesure et alimentations intégrés

- Multimètre, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope à mémoire à deux voies
- Générateur de fonctions et de courbes
- Analyseur logique 32 bits
- E/S numériques
- ... et de nombreux autres instruments



#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation LabSoft

- Choix varié de cours
- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Test de connaissances



# Opérateurs et bascules

## Algèbre booléenne

## Opérateurs logiques

## Bascules

Les systèmes informatiques et numériques font partie intégrante de notre quotidien. Qu'il s'agisse de technique de communication, de technique audio et vidéo, de technique de mesure, de technique d'automatisation ou de technique automobile, les systèmes numériques trouvent leur application dans tous les domaines où des données et des informations doivent être traitées, transmises ou enregistrées.

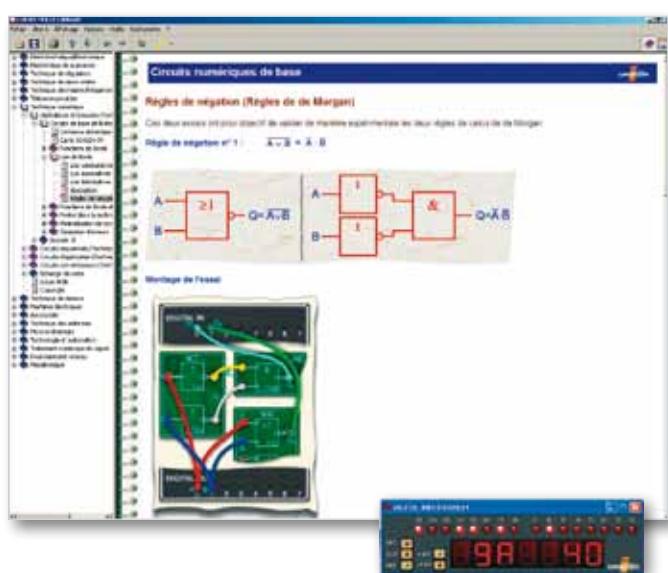
### Contenus didactiques

- Circuits logiques de base
- Tableau de vérité, symboles et diagrammes de cycles
- Justification expérimentale des fonctions logiques de base et de l'algèbre de Boole
- Montage de circuits logiques de base NON-ET et NON-OU
- Réduction de circuits logiques avec schémas de Karnaugh-Veitch
- Fonctionnement des bascules
- Bascules JK : signal d'entrée statique et dynamique, mode cycle unique
- Etude d'un circuit compteur
- Recherche d'erreurs



Référence article : SO4204-6A, constitué de

- 1 CD sur le cours « Opérateurs et bascules »
- 1 carte d'essai « Circuits numériques de base »
- 1 carte d'essai « Bascules JK »



# Circuits séquentiels

Bascules

Compteurs

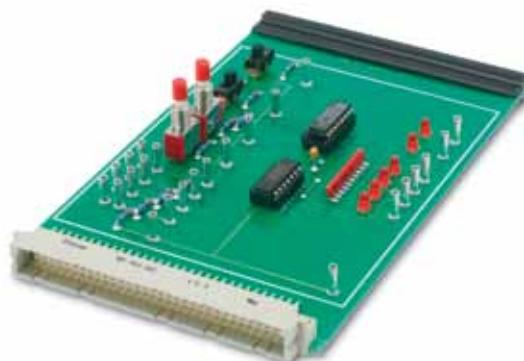
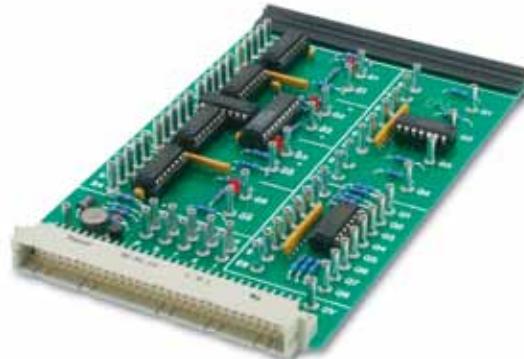
Diviseurs

Registres

Les circuits séquentiels revêtent une importance exceptionnelle dans la technologie des ordinateurs. Les bascules et les compteurs, registres et diviseurs basés sur celles-ci constituent les modules de base de tout microprocesseur.

## Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement de bascules et de registres
- Configuration, montage et essai de compteurs et de diviseurs
- Configuration, montage et essai de registres à décalage avec sortie série et parallèle
- Mesures effectuées sur des compteurs synchrones et asynchrones
- Montage et étude de compteurs et décompteurs à code binaire
- Etude du fonctionnement d'interrupteurs et de poussoirs anti-rebond
- Recherche d'erreurs



Référence article : SO4204-6C, constitué de

- 1 CD sur le cours « Circuits séquentiels »
- 1 carte d'essai « Circuits séquentiels »
- 1 carte d'essai « Compteur 4 bits »



# Circuits d'application

## Additionneur

## Multiplexeur

## Démultiplexeur

Les additionneurs et multiplexeurs / démultiplexeurs trouvent également leur application principale dans la technologie des ordinateurs. Les additionneurs font partie intégrante de l'organe de calcul (ALU) d'un microprocesseur, les multiplexeurs / démultiplexeurs sont utilisés pour la transformation de flux de données parallèles en flux de données série.

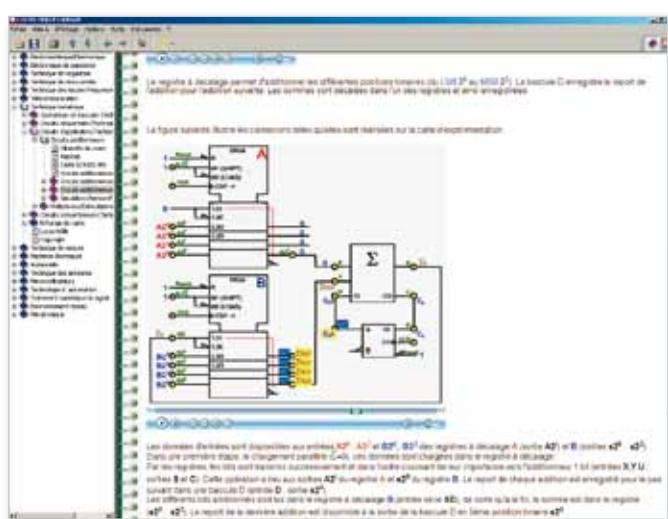
### Contenus didactiques

- Montage et étude d'additionneurs et de demi-additionneurs 1 bit
- Montage et étude d'un additionneur 4 bits avec sortie parallèle
- Montage et étude d'un additionneur 4 bits (sortie parallèle) avec registre à décalage
- Montage et fonctionnement de multiplexeurs et de démultiplexeurs
- Lignes de données et d'adresses
- Etude de circuits multiplexeurs / démultiplexeurs
- Recherche d'erreurs



Référence article : SO4204-6E, constitué de

- 1 CD sur le cours « Circuits d'application »
- 1 carte d'essai « Additionneur »
- 1 carte d'essai « Multiplexeur / Démultiplexeur »



# Circuits convertisseurs

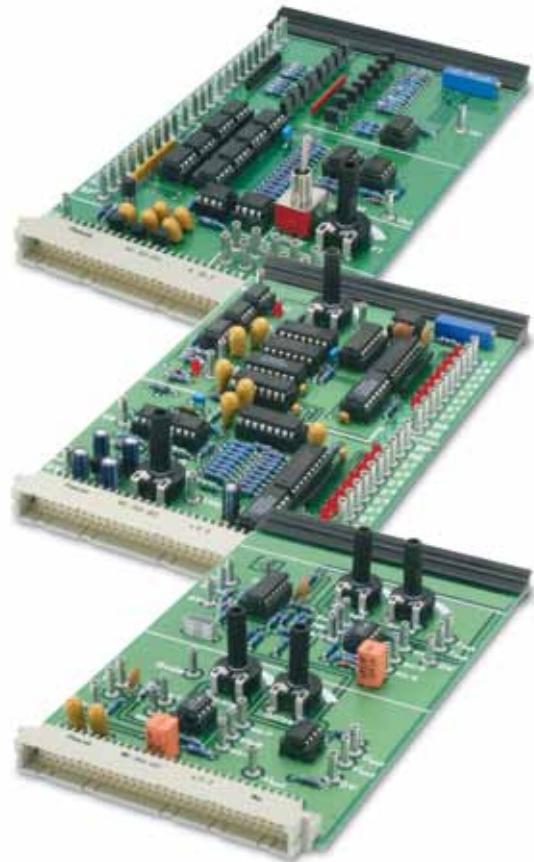
## Convertisseur A/N - N/A

## Convertisseur f/U - U/f

Les convertisseurs A/N et N/A constituent les interfaces entre le monde réel et le monde des ordinateurs et du traitement numérique des données. Ils sont utilisés dans quasiment tous les domaines de l'électrotechnique et revêtent également une grande importance dans la formation.

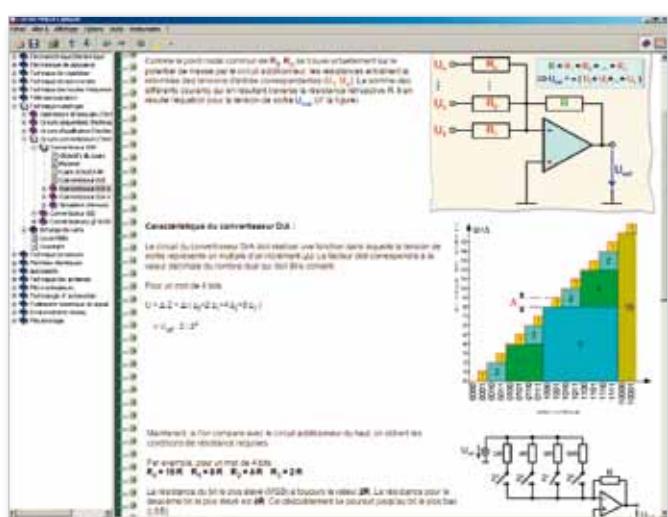
### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement de convertisseurs N/A (réseau R-2R, résistances pondérées)
- Enregistrement de la caractéristique statique dynamique des convertisseurs N/A
- Etude d'un circuit d'application de convertisseur N/A
- Montage et fonctionnement de convertisseurs A/N (procédé de comptage, procédé Dual-Slope)
- Montage et fonctionnement de convertisseurs U/f et f/U
- Enregistrement de la caractéristique et mesure des signaux internes
- Réglage de la tension de référence pour les convertisseurs U/f et f/U
- Recherche d'erreurs



### Référence article : SO4204-6F, constitué de

- 1 CD sur le cours « Circuits transformateurs »
- 1 carte d'essai « Convertisseurs A/N »
- 1 carte d'essai « Convertisseurs N/A »
- 1 carte d'essai « Convertisseur U/f f/U »



# Technique des micro-ordinateurs

Notions de base en technologie des ordinateurs

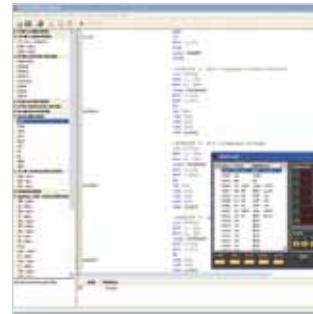
Applications et programmation





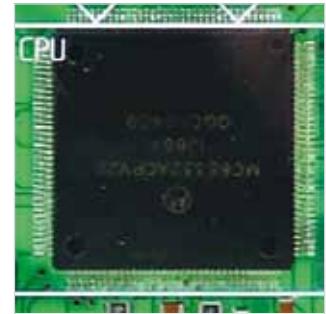
#### Cartes d'essai

- Micro-ordinateur et circuits d'application
- Couvercle en plexiglas avec sérigraphie
- Désignation des composants et adresses



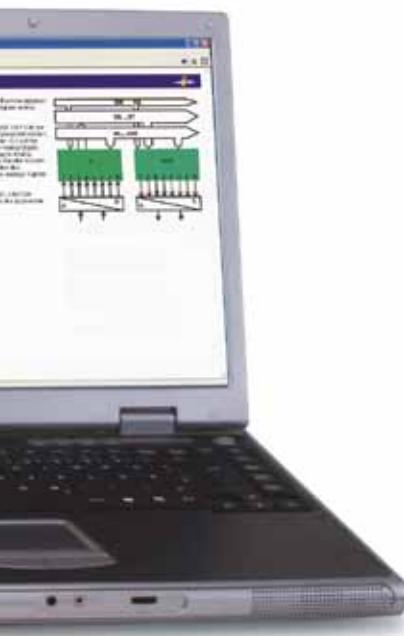
#### Editeur de programme et débogueur

- Débogueur : déroulement de programme et fonctionnement pas à pas
- Affichage de programme, mémoire et registres
- Editeur de code avec jeu d'instructions et affichage des erreurs



#### Microcontrôleur

- Microcontrôleur 32 bits
- Programmation en assembleur
- Emulateur pour processeur 8085



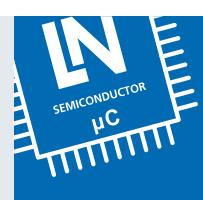
#### Micro-ordinateur et circuits d'application

- Affichage LED de bus d'adresse et de données
- Accès au bus d'adresse et de données
- Interface RS 232
- Programmation d'un feu de signalisation, d'un affichage matriciel, etc.



#### Documentation

- Documentation adaptée à l'utilisateur
- Résultats enregistrés dans le programme d'apprentissage
- Tests de connaissances avec évaluation automatique



# Bases de la technologie des ordinateurs

CPU

Mémoire

Registre

Bus

L'utilisation d'un ordinateur est quelque chose de naturel aujourd'hui et on trouve des microprocesseurs ou microcontrôleurs dans la plupart des appareils électroniques. Comment fonctionne un microprocesseur, quels en sont ses composants fondamentaux et comment leur interaction est-elle commandée par le programme ?

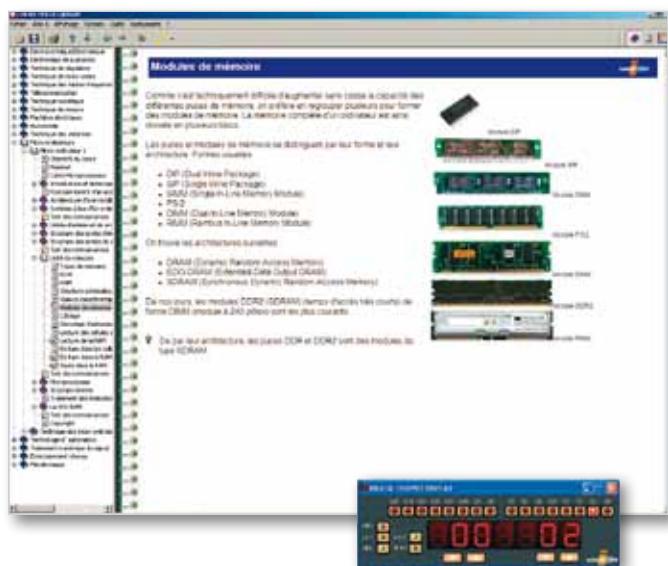
## Contenus didactiques

- Architecture d'un micro-ordinateur
- Composants du microprocesseur (ALU, registres, pile, décodeur de commande, compteur de programme)
- Structure de l'Intel 8085
- Système de mémoire d'un micro-ordinateur
- Système de bus d'un micro-ordinateur
- Lecture de données sur bus d'adresse, de commande et de données
- Jeu d'instructions de la CPU
- Enregistrement et analyse de différents déroulements de programmes
- Différences entre programmes linéaires et arborescents



Référence article : SO4204-6H, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours
- « Bases de la technologie des ordinateurs »
- 1 carte d'essai « Micro-ordinateur »



# Applications et programmes

Boucles

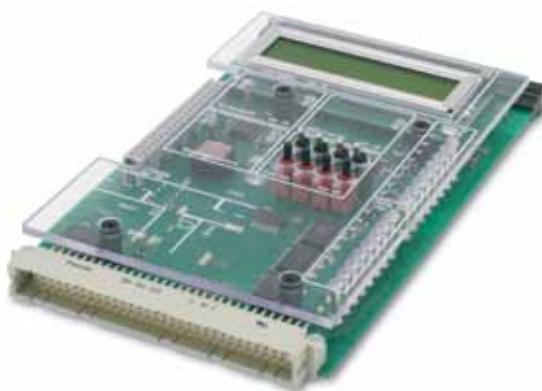
Interruptions

Sous-programmes

Pour garantir un emploi efficace des microprocesseurs, il est nécessaire de disposer de programmes structurés et bien documentés. Le langage machine constitue l'environnement de travail idéal pour l'apprentissage des techniques de programmation qui sont également utilisées dans les langages supérieurs de programmation. Ce langage permet de suivre les effets de chaque pas de programme directement sur le matériel.

## Contenus didactiques

- Évaluation et création de programme en assembleur
- Etude des durées de programmes
- Programmation de compteurs et de boucles
- Configuration de programmes pour sortie alphanumérique sur l'écran
- Programmation des appels de sous-programmes et d'interruptions
- Programmation et analyse d'une commande de feux de signalisation
- Programmes pour le transfert série de données
- Techniques d'analyse des erreurs (débogage)



Complément à SO4204-6H

**Référence article : SO4204-6J**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Applications et programmes »
- 1 carte d'essai « Applications micro-ordinateur »
- 1 câble plat 40 pôles



# Technologie d'automation

Capteurs industriels

Electropneumatique

Automates programmables (API)

Langages de programmation API

Systèmes de bus





#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet, portable
- Cours multimédias
- Interface de mesure et de commande de haute technologie
- Théorie et pratique simultanément



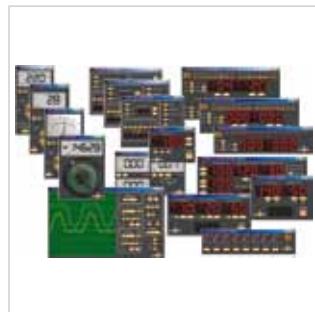
#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope équipé de 2 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 domaines temporels 1 µs - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



#### UniTrain-I Expérimenteur

- Enregistrement des cartes d'essais
- Tension d'expérimentation  $\pm 15$  V, 400 mA
- Tension d'expérimentation 5 V, 1 A
- Source de courant continu ou triphasé variable entre 0 ... 20 V, 1 A
- Interface IrDa pour multimètre
- Interface série supplémentaire pour cartes



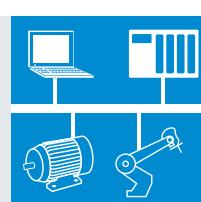
#### Appareils de mesure et alimentations intégrés

- Multimètre, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope à mémoire à deux voies
- Générateur de fonctions et d'allure de courbe
- Alimentation triple pour courant alternatif et courant continu
- Alimentation triphasée
- ... et de nombreux autres appareils



#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation LabSoft

- Choix varié de cours
- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Test de connaissances



# Capteurs en automation

## Capteurs industriels

La commande des processus techniques au moyen d'automates programmables requiert des capteurs qui prennent en charge la fonction de perception humaine. Les capteurs transforment des grandeurs physiques telles que le déplacement, le régime, la température et la force en un signal électrique de sortie. La connaissance des capteurs constitue donc un savoir de base indispensable à tout technicien en automation.



### Contenus didactiques

- DéTECTeur de proximité capacitif et inductif
- TravailLer avec différents capteurs, tels les capteurs optiques ou de champ magnétique
- Quel capteur réagit à quel matériau
- Intervalle de commutation, hystérésis et fréquence de commutation
- Procédé de déplacement des échantillons de matériaux assisté par ordinateur

**Référence article : SO4204-8U**, constitué de

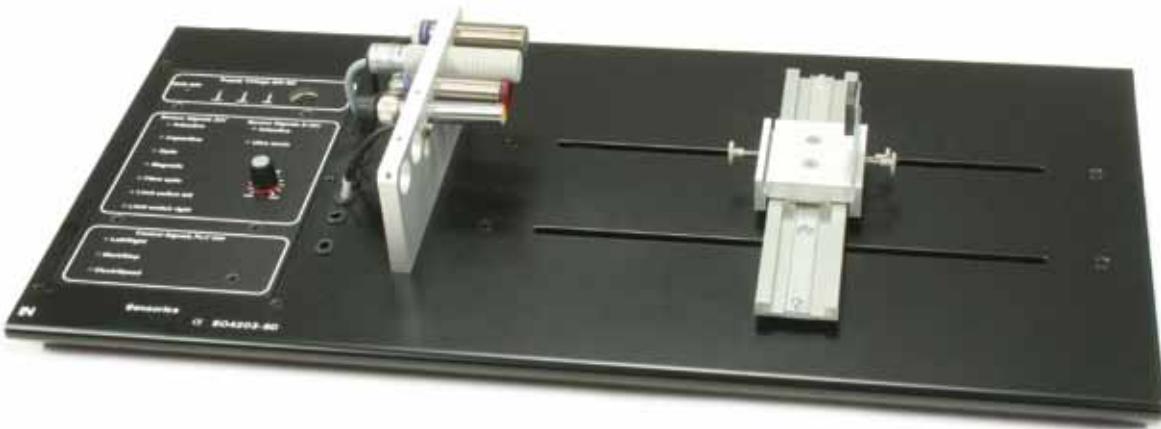
1 CD-ROM sur le cours «Capteurs en automation »  
1 carte d'essai « Capteurs »  
jeu d'échantillons de matériaux

Option :

**Référence article : SO4002-4A**  
1 Option Capteur analogique

**Référence article : SO4002-4B**  
1 Option Capteur ultrason

**Référence article : SO4203-2V**  
Valise de rangement pour une unité d'expérimentation



# Pneumatique / Electropneumatique

Vérins

Vannes

Eléments de commande

Au cours de ces dernières années, l'attrait de l'air comprimé en temps que porteur d'énergie s'est sans cesse accru. Les systèmes pneumatiques sont fréquemment utilisés pour le convoyage, le perçage, la rectification, le serrage, le tri, la commande et la régulation. Ceci s'explique notamment par le fait que, pour certaines tâches d'automation, il n'existe pas d'autre outil de travail plus simple et plus économique à utiliser.



## Contenus didactiques

- Fonctionnement des vérins à simple et à double effet
- Les différentes vannes
- Fonctionnement et montage de commandes électro-pneumatiques
- Commandes programmées par liaisons
- Commandes programmables
- Enregistrement des diagrammes de déplacement et de temps
- Commandes dépendantes du temps

**Référence article : SO4204-8V**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours «Pneumatique / Electropneumatique »
- 1 unité d'expérimentation « Electropneumatique »
- 3 soupapes d'étranglement de retenue
- 1 jeu de tuyaux flexibles pneumatiques

Option :

**Référence article : SO4203-2V**

Valise de rangement pour une unité d'expérimentation



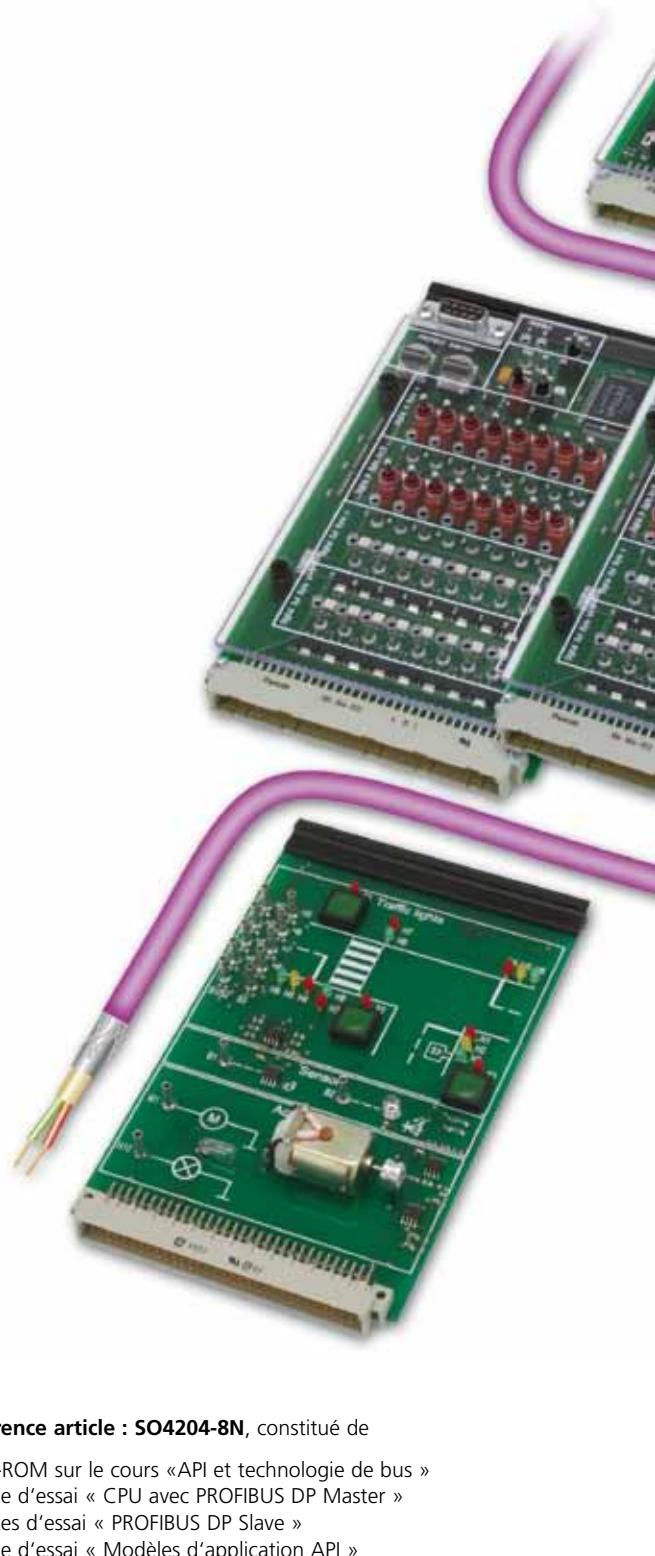
# Automation compacte, API et technologie de bus

## Automates programmables (API)

Le monde industriel contemporain extrêmement automatisé est caractérisé par des machines dont le fonctionnement est pratiquement autonome et qui sont souvent réunies au sein de processus complexes. La commande de ces installations est en règle générale réalisée par des automates programmables. Le développement ultérieur de ces derniers sous forme de commande décentralisée en association avec les systèmes de bus revêt une importance accrue.

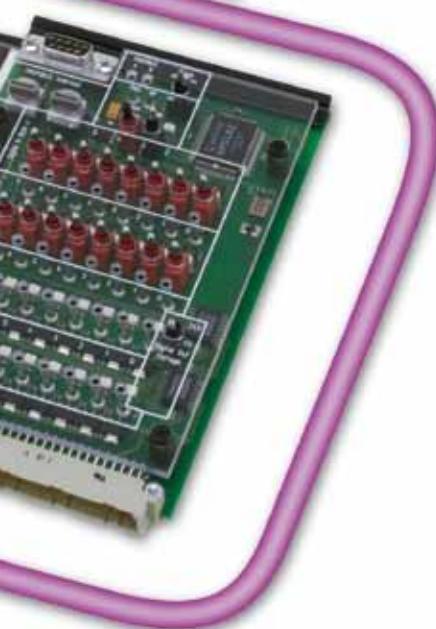
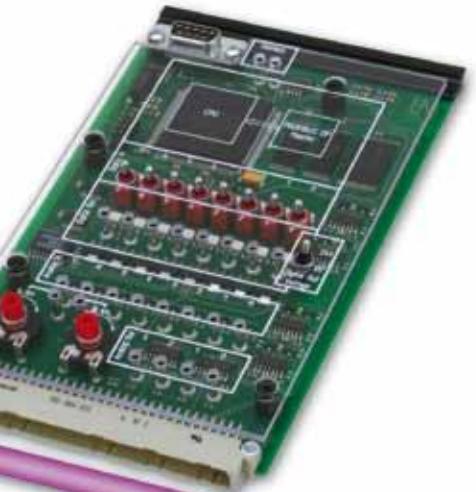
### Contenus didactiques

- Fondements et termes de base des API ainsi que leur mode de fonctionnement
- Initiation à la programmation des API
- Création de liaisons logiques simples, en passant par les opérateurs de mémorisation, pour finir avec des réseaux plus complexes
- Programmation de périodes, compteurs et fonctions propres
- Elaboration d'une commande d'un feu de signalisation
- Conversion de grandeurs de mesure non électriques en signaux électriques



Référence article : SO4204-8N, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours «API et technologie de bus »
- 1 carte d'essai « CPU avec PROFIBUS DP Master »
- 2 cartes d'essai « PROFIBUS DP Slave »
- 1 carte d'essai « Modèles d'application API »



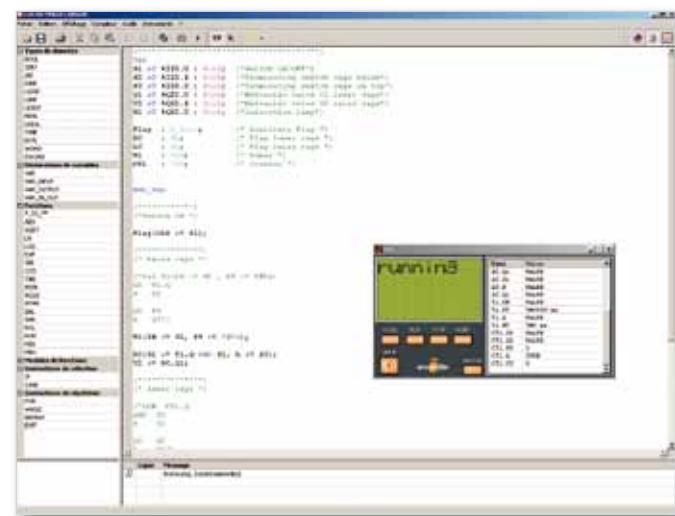
Lucas-Nülle

## Systèmes de bus Profibus

L'API n'est plus considéré comme la seule unité centrale d'une installation automatisée. L'intégration de capteurs, de la technique d'entraînement et d'autres actionneurs, ainsi que de composants de commande et de contrôle constituent une solution d'automation désormais courante. Une intégration complète des différents systèmes est rendue possible par exemple grâce à des systèmes de bus de terrain standardisés.

### Contenus didactiques

- Exploitation de périphériques décentralisées via un réseau avec maître PROFIBUS DP et esclaves PROFIBUS DP
- Programmation et mise en service d'un bus de terrain avec des outils logiciels spéciaux, tels moniteur PROFIBUS et testeur PROFIBUS
- Structures de la transmission des données et protocoles
- Transmission et analyse des erreurs



# Mécatronique

- |            |                       |
|------------|-----------------------|
| Transport  | Manutention           |
| Séparation | Emmagasinage          |
| Assemblage | Manoeuvre             |
| Usinage    | Tampon                |
| Contrôle   | Système de production |





#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet, portable
- Cours multimédias
- Interface de mesure et de commande de haute technologie
- Théorie et pratique simultanément



#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope équipé de 2 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 domaines temporels 1 µs - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



#### Carte d'essai CPU avec maître PROFIBUS DP

- 8 entrées numériques
- 8 sorties numériques
- 8 entrées analogiques
- 4 sorties analogiques
- Interface PROFIBUS DP



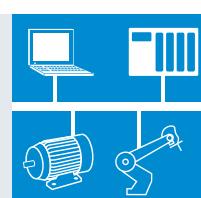
#### Environnement de travail et de programmation

- API
- Ecran E/S numérique
- Moniteur Profibus
- Testeur Profibus



#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation LabSoft

- Choix varié de cours
- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Test de connaissances

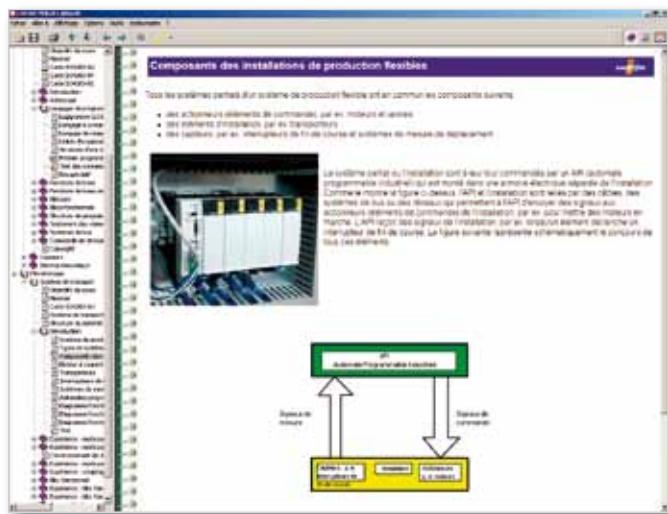


# Systèmes de transport IMS®

## Bande transporteuse

### Contenus didactiques

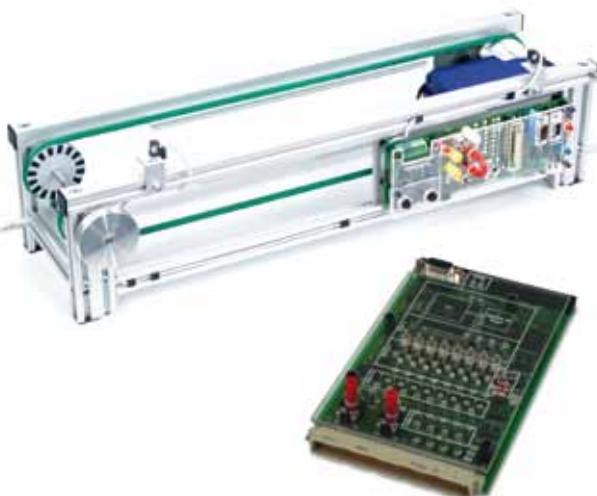
- Génération de mouvements contrôlés dans un axe
- Positionnement incrémentiel d'un porte-pièces
- Verrouillage des marches avant et arrière
- Programmation d'un dispositif de contrôle du glissement et des arrêts
- Manipulation de différents circuits de sécurité et verrouillages
- Mode opératoire et fonction des capteurs
- Branchement et mise en service du système de bus de terrain PROFIBUS DP



## Bande transporteuse CA

### Contenus didactiques

- Assemblage, réglage et contrôle de composants mécaniques
- Commande de la vitesse et du sens de la marche d'un entraînement à convertisseur de fréquence
- Réalisation d'un mouvement en mode pas à pas
- Transport automatique d'une table porte-pièce avec un temps d'arrêt
- Programmation des séquences de mouvement avec mise hors service en fin de course et surveillance du glissement



### Référence article : SO4204-8K

constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Bande transporteuse CC »
- 1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »
- 1 câble Profibus pour la connexion de la bande transporteuse

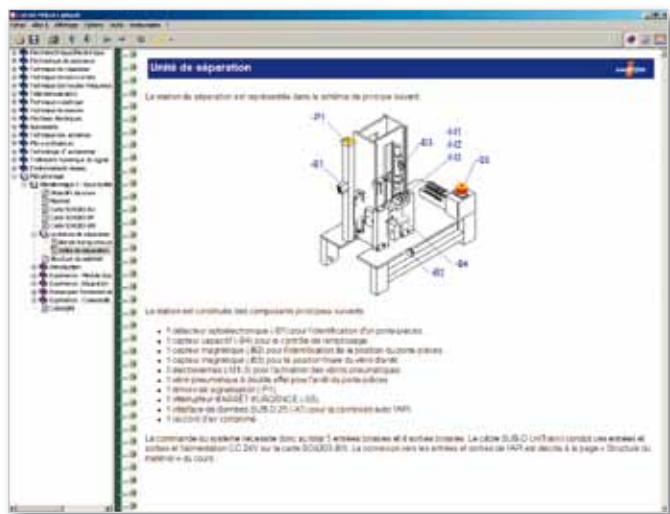
La réalisation du cours nécessite la bande transporteuse IMS® 1.2.

# Sous-systèmes IMS®

## Séparation

### Contenus didactiques

- Assemblage, réglage et contrôle de vérins et vannes pneumatiques
- Familiarisation avec les sous-systèmes pour les parties inférieures et supérieures des pièces
- Définition des processus lors de la séparation
- Programmation du processus de production en modes manuel et automatique



Référence article : SO4204-8M, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Sous-système Séparation »
- 1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »
- 1 câble Profibus pour la connexion de la bande transporteuse et de la station

La réalisation du cours nécessite la bande transporteuse IMS® 1.2 et IMS® 3 « Séparation ».

## Assemblage

### Contenus didactiques

- Assemblage, réglage et contrôle de vérins et vannes pneumatiques
- Familiarisation avec les sous-systèmes pour les parties inférieures et supérieures des pièces
- Définition des processus lors de l'assemblage
- Programmation du processus de production en modes manuel et automatique



Référence article : SO4204-8O, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Sous-système Assemblage »
- 1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »
- 1 câble Profibus pour la connexion de la bande transporteuse et de la station

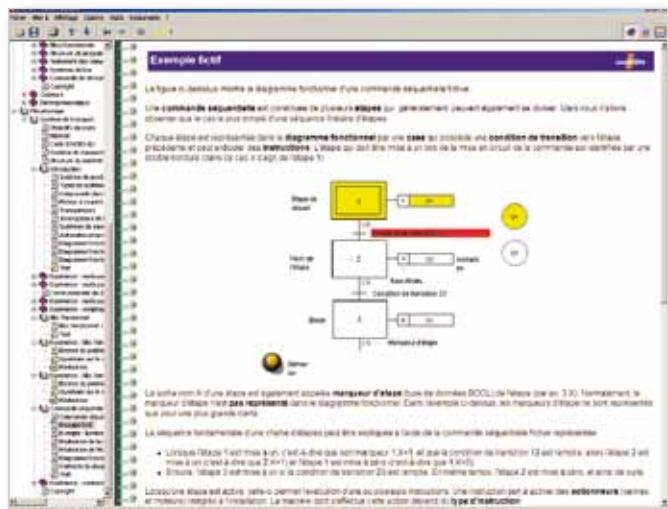
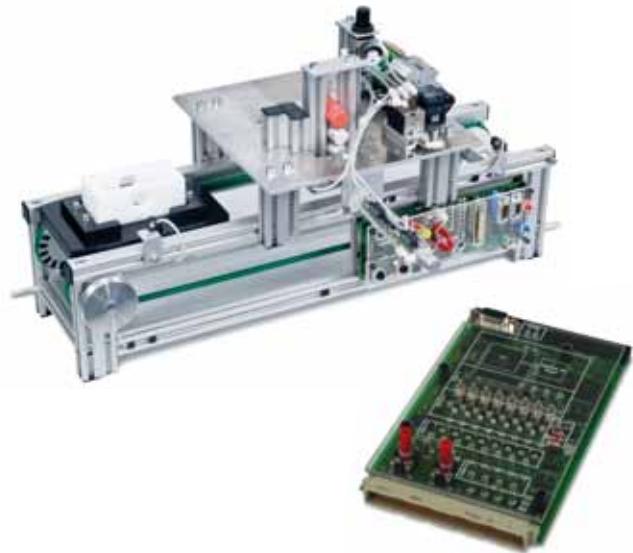
La réalisation du cours nécessite la bande transporteuse IMS® 1.2 et IMS® 4 « Assemblage ».

# Sous-systèmes IMS®

## Usinage

### Contenus didactiques

- Assemblage, réglage et contrôle de vérins et vannes pneumatiques
- Identification des pièces à usiner
- Contrôle des opérations de travail
- Définition du processus pour l'usinage simple de pièces à usiner
- Programmation du processus de production en modes manuel et automatique



## Contrôle

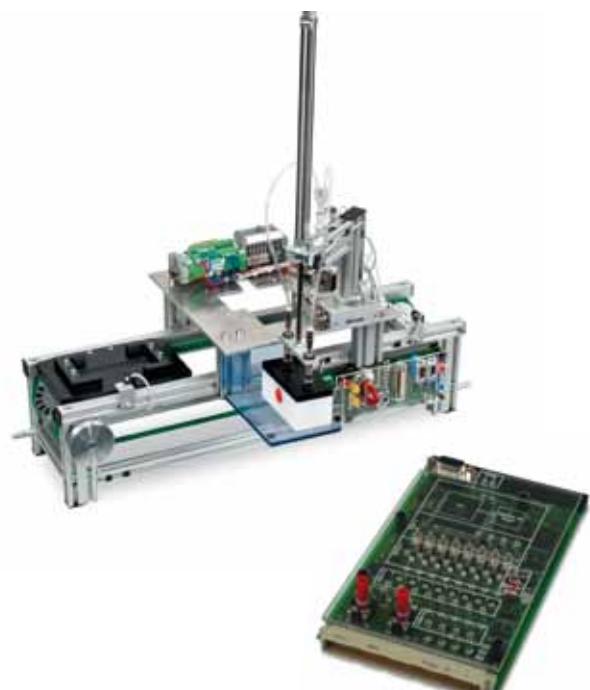
### Contenus didactiques

- Assemblage, réglage et contrôle de vérins et vannes pneumatiques
- Capteurs de contrôle optiques, inductifs, capacitifs et magnétiques
- Définition du processus pour le contrôle simple de pièces à usiner
- Programmation du processus de contrôle en modes manuel et automatique

### Référence article : SO4204-8P, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Sous-système Usinage »
- 1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »
- 1 câble Profibus pour la connexion de la bande transporteuse et de la station

La réalisation du cours nécessite la bande transporteuse IMS® 1.2 et IMS® 5 « Contrôle ».



### Référence article : SO4204-8Q, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Sous-système Contrôle »
- 1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »
- 1 câble Profibus pour la connexion de la bande transporteuse et de la station

La réalisation du cours nécessite la bande transporteuse IMS® 1.2 et IMS® 5 « Usinage ».

# Manutention

## Contenus didactiques

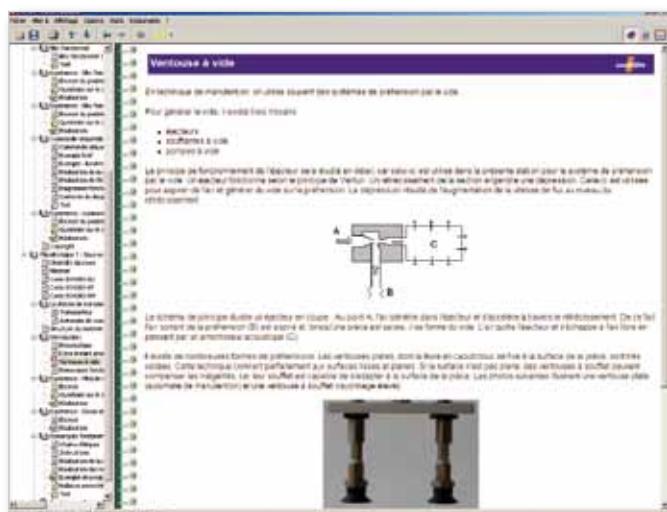
- Assemblage, réglage et contrôle de vérins et vannes pneumatiques
- Générateur de vide, ventouses à vide avec capteurs
- Définition du processus pour le tri simple de pièces à usiner
- Mise en service et commande d'une unité linéaire pneumatique
- Programmation du processus de tri en modes manuel et automatique



Référence article : SO4204-8R, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Sous-système Manutention »
- 1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »
- 1 câble Profibus pour la connexion de la bande transporteuse et de la station

La réalisation du cours nécessite la bande transporteuse IMS® 1.2 et IMS® 7 « Manutention ».



# Emmagasinage

## Contenus didactiques

- Assemblage, réglage et contrôle de vérins et vannes pneumatiques
- Définition du processus dans un rayonnage élevé
- Positionnement des niveaux de stockage par capteur incrémentiel
- Programmation d'une chaîne d'étapes
- Programmation du processus complet de stockage en modes manuel et automatique



Référence article : SO4204-8S, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Sous-système Emmagasinage »
- 1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »
- 1 câble Profibus pour la connexion de la bande transporteuse et de la station

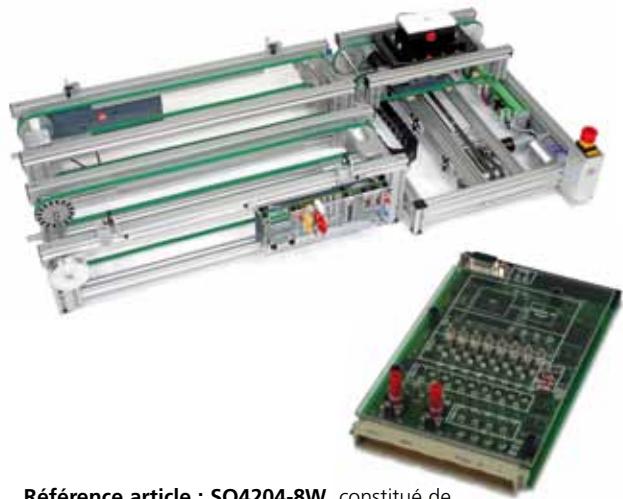
La réalisation du cours nécessite la bande transporteuse IMS® 1.2 et IMS® 8 « Emmagasinage ».

# Sous-systèmes IMS®

## Manoeuvre

### Contenus didactiques

- Assemblage, réglage et contrôle de vérins pneumatiques, vannes et capteurs
- Initiation à l'unité d'aiguillage
- Mise en service et commande d'une unité linéaire
- Définition du processus
- Programmation du processus d'aiguillage en modes manuel et automatique



Référence article : SO4204-8W, constitué de

1 CD sur le cours « Sous-système Manoeuvre »  
1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »  
1 câble Profibus pour la connexion de la bande transporteuse et de la station

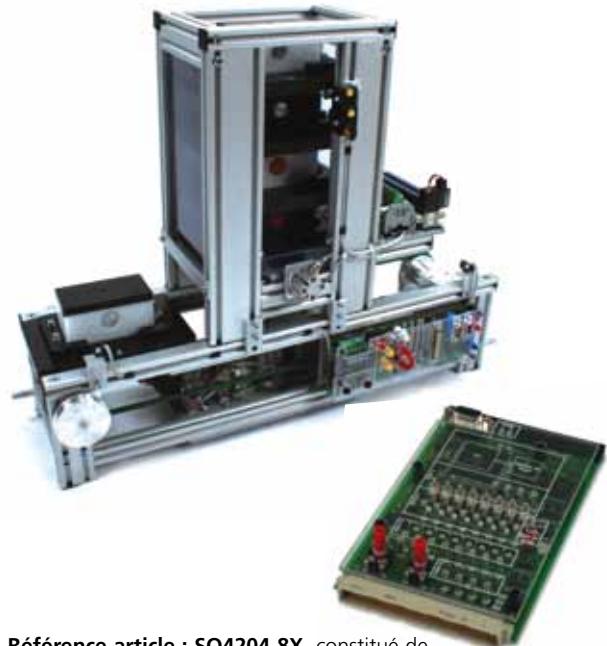
La réalisation du cours nécessite la bande transporteuse IMS® 1.2 et IMS® 9 « Manoeuvre ».



## Tampon

### Contenus didactiques

- Assemblage, réglage et contrôle de vérins pneumatiques, vannes et capteurs
- Initiation à l'unité de tampon
- Définition du processus
- Programmation du processus de production en modes manuel et automatique



Référence article : SO4204-8X, constitué de

1 CD sur le cours « Sous-système Tampon »  
1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »  
1 câble Profibus pour la connexion de la bande transporteuse et de la station

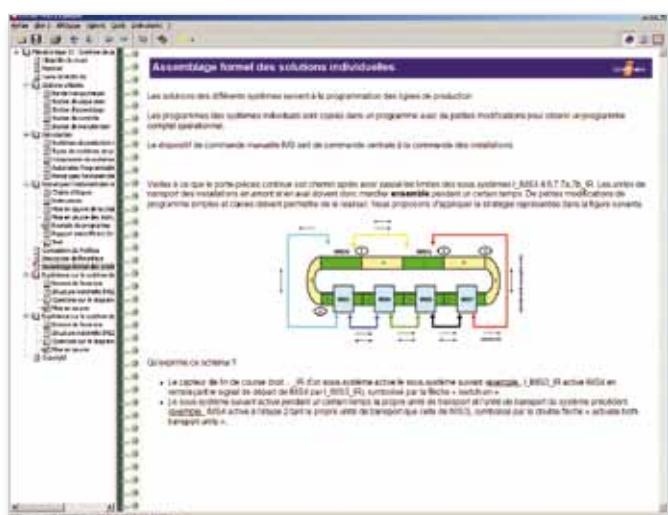
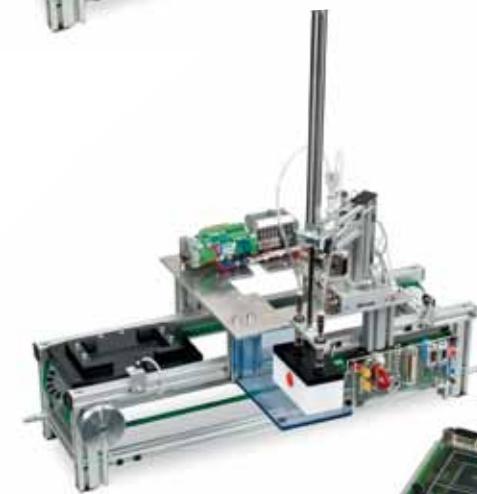
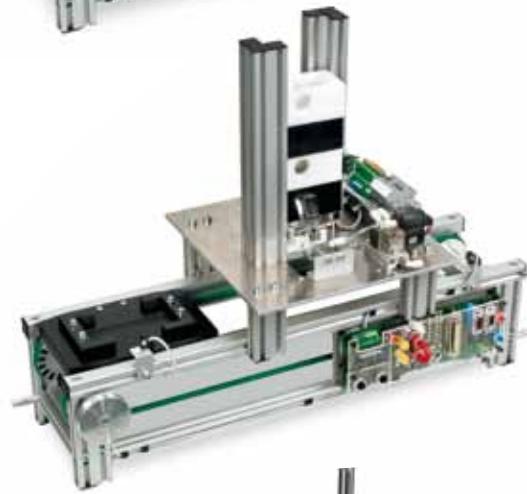
La réalisation du cours nécessite la bande transporteuse IMS® 1.2 et IMS® 10 « Tampon ».

# Système de production IMS®

## Système de production

## **Contenus didactiques**

- Assemblage, réglage et contrôle de vérins pneumatiques, vannes et capteurs
  - Définition du processus
  - Conception et mise en service de Profibus
  - Combinaison de plusieurs systèmes individuels en un système complet
  - Programmation du déroulement de la production



Référence article : SO4204-8Z, constitué de

- 1 CD sur le cours « Système de production »
  - 1 carte d'essai « CPU avec Profibus maître DP »
  - 1 câble Profibus pour la connexion du système de production

La réalisation du cours nécessite IMS® 23 « Système de production avec 3 sous-systèmes » ou IMS® 24 « Système de production avec 4 sous-systèmes ».

# Technique automobile

Electronique / Technique numérique

Capteurs et actionneurs

Générateur de tension

Diagnostic

Systèmes de confort

Systèmes de bus

Fibre optique

Direction

Châssis

Freins

Boîte de transmission





#### Système UniTrain-I

- Laboratoire complet, portable
- Cours multimédias
- Interface de mesure et de commande de haute technologie
- Théorie et pratique simultanément



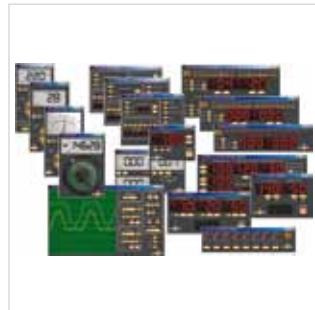
#### Interface UniTrain-I avec port USB

- Oscilloscope équipé de 2 entrées différentielles analogiques
- Taux d'échantillonnage 40 Msample/s
- 9 calibres 100 mV - 50 V
- 22 domaines temporels 1 µs - 10 s
- 16 entrées et sorties numériques
- Générateur de fonctions jusqu'à 1 MHz
- 8 relais pour la simulation d'erreurs



#### UniTrain-I Expérimenteur

- Enregistrement des cartes d'essais
- Tension d'expérimentation  $\pm 15$  V, 400 mA
- Tension d'expérimentation 5 V, 1 A
- Source de courant continu ou triphasé variable entre 0 ... 20 V, 1 A
- Interface IrDa pour multimètre
- Interface série supplémentaire pour cartes



#### Appareils de mesure et alimentations intégrés

- Multimètre, ampèremètre, voltmètre
- Oscilloscope à mémoire à deux voies
- Générateur de fonctions et d'allure de courbe
- Alimentation triple pour courant alternatif et courant continu
- Alimentation triphasée
- ... et de nombreux autres appareils



#### Didacticiel et logiciel d'expérimentation LabSoft

- Choix varié de cours
- Théorie détaillée
- Animations
- Expériences interactives avec instructions
- Navigation libre
- Documentation des résultats de mesure
- Test de connaissances



# Technique du courant continu et alternatif en automobile

## Technique du courant continu

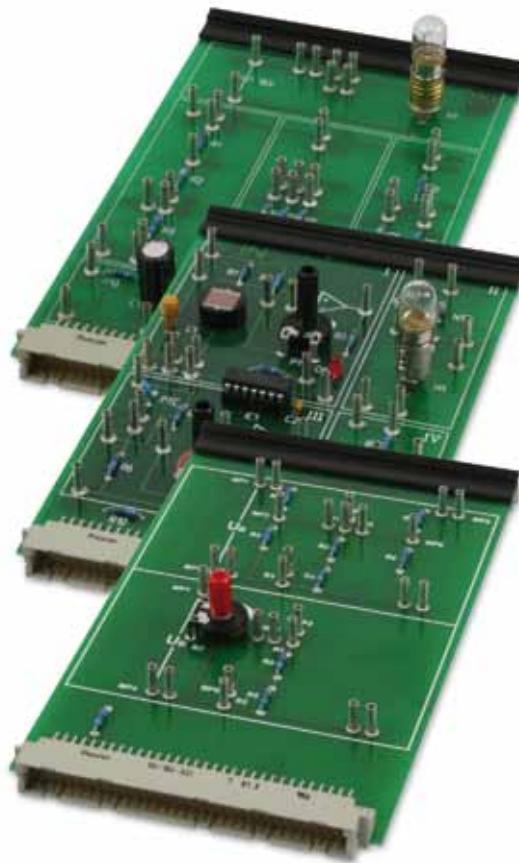
## Technique du courant alternatif

## Composants

L'importance croissante des composants électriques et électroniques dans le véhicule rend nécessaire un apprentissage pratique des bases électrotechniques.

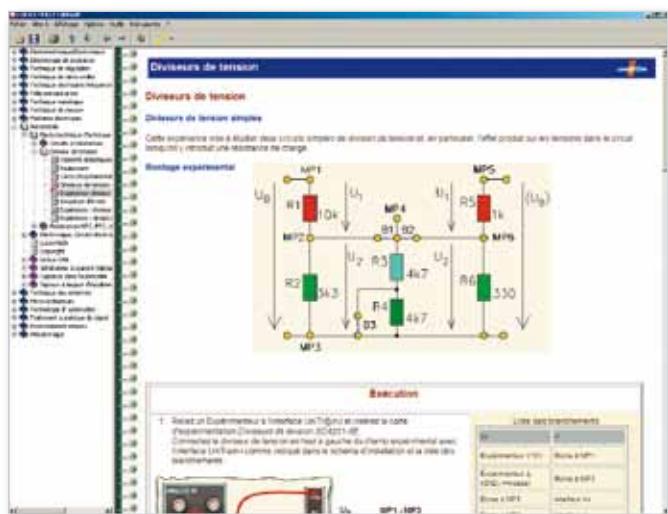
### Contenus didactiques

- Initiation aux notions : courant, tension, résistance
- Manipulation d'appareils de mesure et de sources de tension
- Démonstration par l'expérience des lois d'Ohm et de Kirchhoff
- Mesures sur des circuits en série, des circuits parallèles et des diviseurs de tension
- Enregistrement des caractéristiques de résistances variables (NTC, PTC, LDR, VDR)
- Recherche d'erreurs



Référence article : SO4204-7A, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Technique du courant continu et alternatif en automobile »
- 1 carte d'essai « Circuits à résistances »
- 1 carte d'essai « Diviseur de tension »
- 1 carte d'essai « Résistances variables »



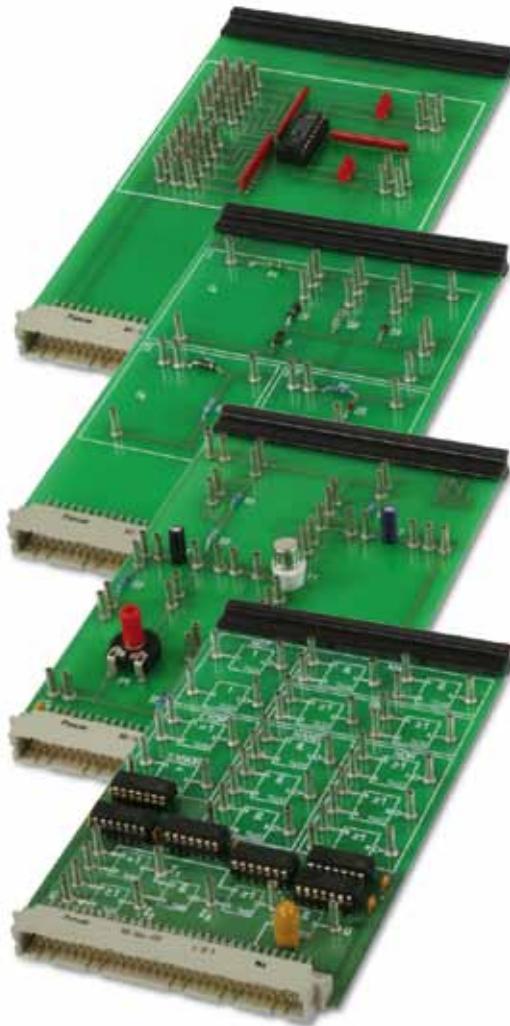
# Électronique et technique numérique en automobile

## Composants semi-conducteurs Circuits amplificateurs et à transistors Technique numérique

La connaissance des propriétés et du fonctionnement des composants électroniques constitue la condition sine qua non pour comprendre et analyser les composants électroniques et les circuits dans le véhicule automobile.

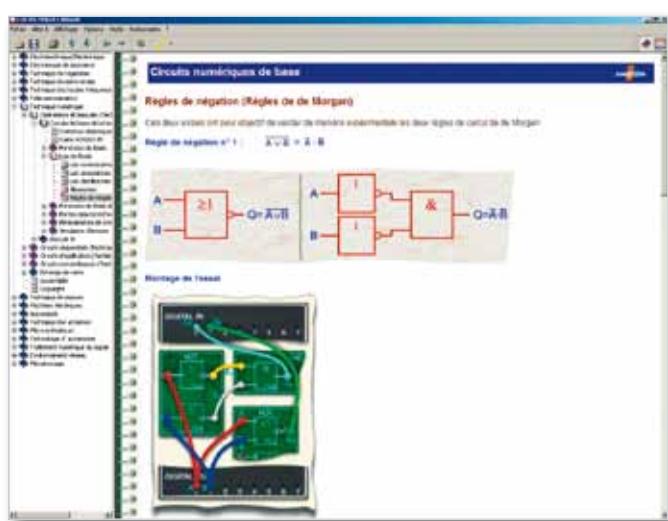
### Contenus didactiques

- Détermination de l'effet de valve et de redressement d'une diode
- Enregistrement de la caractéristique de diodes
- Circuits de base d'un transistor
- Réglage du point de fonctionnement sur le circuit d'un transistor
- Amplification de circuits à émetteur et à collecteur
- Montage de circuits logiques de base
- Fonctions et lois de Boole
- Comportement à la commutation statique et dynamique de bascules JK
- Montage d'un circuit compteur



Référence article : SO4204-7B, constitué de

- 1 CD sur le cours « Électronique et technique numérique en automobile »
- 1 carte d'essai « Diodes »
- 1 carte d'essai « Circuits à transistors »
- 1 carte d'essai « Circuits numériques de base »
- 1 carte d'essai « Bascules JK »



# Capteurs dans les automobiles

## Capteurs réels

### Mesure de température et de vitesse

#### Capteur de détonation

#### Débitmètre massique d'air

Dans les automobiles modernes, de plus en plus de composants sont surveillés et commandés par des circuits électroniques. Les capteurs ont pour but d'enregistrer les données physiques et de les convertir en signaux électriques qui seront traités par les unités de commande.

#### Contenus didactiques

- Principes physiques des capteurs : induction, effet Hall, effet piézo
- Rôle des capteurs dans le cadre de la commande du moteur
- Capteurs de vitesse inductifs et de Hall
- Mesure de position du papillon : contacteurs papillon et potentiomètres papillon
- Mesure des masses d'air avec capteurs à fil thermique et à film chaud
- Mesure de pression dans le canal d'aspiration
- Saisie du moment d'allumage avec le capteur de détonation
- Mesure de température avec des palpeurs CTN et CTP



**IN AUTOMOTIVE SENSORS CE SO4203-4V**

**Théorie du débitmètre massique d'air**

Le débitmètre massique d'air (DMA) de l'anglet chez Alfa Romeo est un débitmètre qui détermine la masse d'air passant (passant) à une vitesse donnée (vitesse mesurée).

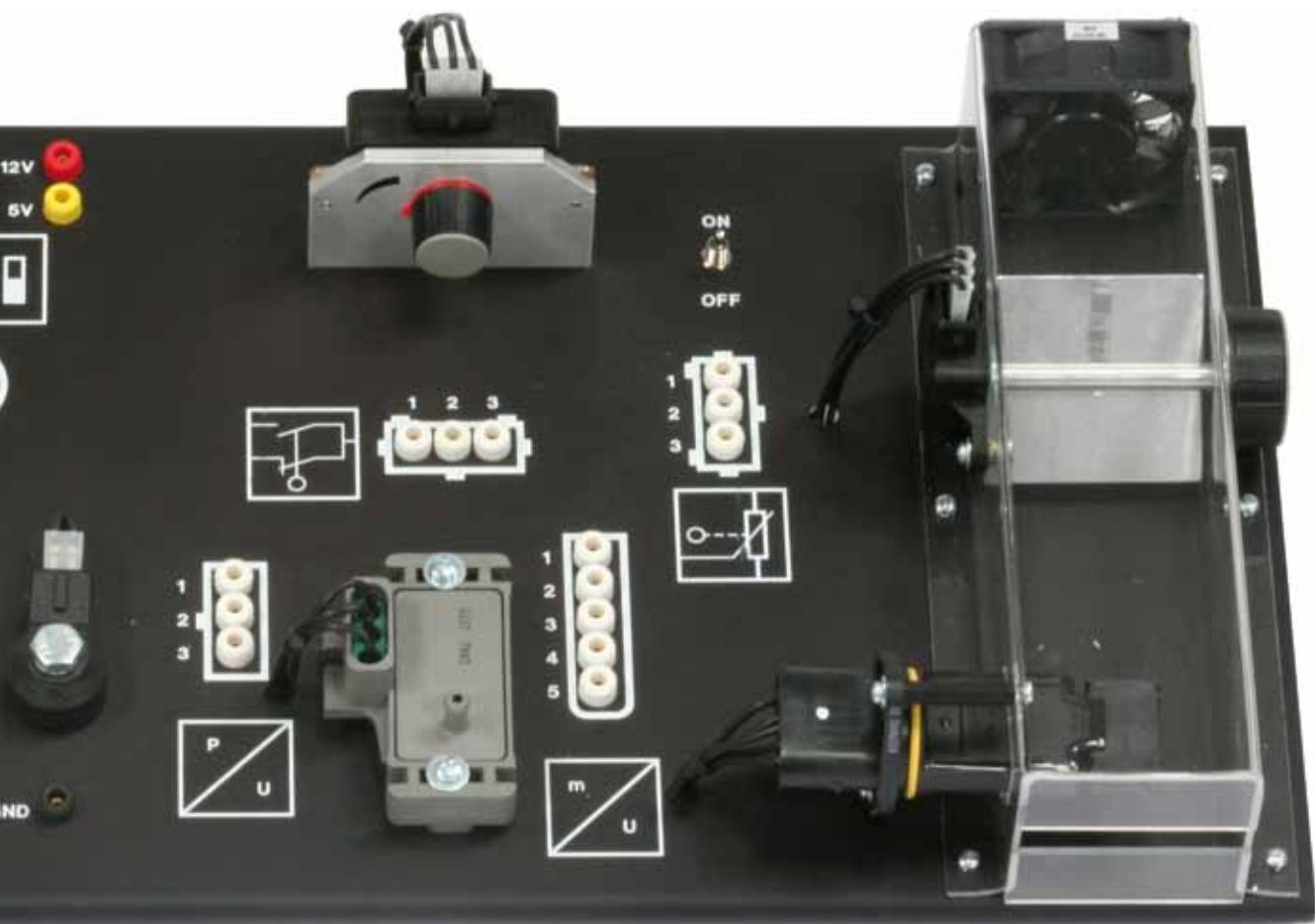
Le flux massique mesuré de l'air est proportionnel à la quantité d'origine constante et peut être utilisée pour réguler des processus de combustion, notamment dans les moteurs à combustion.

Les débitmètres massiques d'air sont montés entre le filtre d'air et la turbine d'aspiration du moteur.

Cet appareil par le moyen faire le débitmètre massique d'air. L'unité de commande du moteur nécessite l'information sur le flux massique pour réguler la puissance moteur. À ce titre, il existe deux types de moteurs sans débitmètre massique d'air, qui utilisent un capteur MassAir ou un capteur de pression (CP).

Photo : emplacement du débitmètre massique d'air

En règle générale, les véhicules utilisent des débitmètres massiques d'air à fil thermique. Une surface de mesure (en fil thermique) est rattachée par un fil à la partie supérieure du débitmètre massique d'air à une température mesurée (CTP). Lorsque ce fil passe au travers du flux d'air, sa température diminue. À la fin du fil, la température (dans une mesure mesurée de température) est mesurée. La température de la partie supérieure du fil thermique est transformée par



Référence article : SO4204-7F, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Capteurs dans les automobiles »  
1 unité d'expérimentation « Capteurs de voiture »

Option :

Référence article : SO4203-2V

Valise de rangement pour une unité d'expérimentation



# Alternateur triphasé

Champ électrique  
Induction  
Redressement  
Générateur de tension  
Régulation de tension

La majorité des véhicules modernes est équipée d'un alternateur triphasé utilisé pour la génération de l'énergie électrique nécessaire.

## Contenus didactiques

- Principe de l'alternateur
- Courant triphasé
- Diodes et redressement
- Fonctionnement d'un alternateur triphasé non réglé
- Régulateur de tension discret
- Régulateur de tension intégré
- Alternateur triphasé réglé
- Recherche d'erreurs



## Référence article : SO4204-7D, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Alternateur triphasé »
- 1 carte d'essai « Redresseur Automobile »
- 1 carte d'essai « Alternateur triphasé Automobile »
- 1 carte d'essai « Régulateur de tension Automobile »



# Signaux à modulation de largeur d'impulsions

## Principe des signaux MLI (PWM)

### Réduction de puissance

### Diagnostic

Dans de nombreux domaines utilisant des actionneurs dans l'automobile, la puissance des appareils activés peut être variable. Les actionneurs qui doivent prendre des valeurs intermédiaires entre les limites MARCHE et ARRÊT sont activés par des signaux à largeur d'impulsion modulée.

#### Contenus didactiques

- Le principe de la MLI
- Domaines d'application de la MLI dans l'automobile
- Puissance des consommateurs électriques avec la MLI
- Mesure des grandeurs caractéristiques d'un signal MLI : fréquence, amplitude, taux
- Largeur, formes de flanc et de signal
- Circuit de commande et de travail
- Mesure des signaux MLI
- Diagnostic de composants commandés par MLI



#### Référence article : SO4204-7J, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Signaux à modulation de largeur d'impulsions »
- 1 carte d'essai « Palier final FET »

Pour réaliser le cours, nous recommandons une alimentation externe 12-15 V (par ex. LN SO3216-1C).



# Bus CAN

## Niveau de bus

## Protocole CAN

## Programmation

## Diagnostic

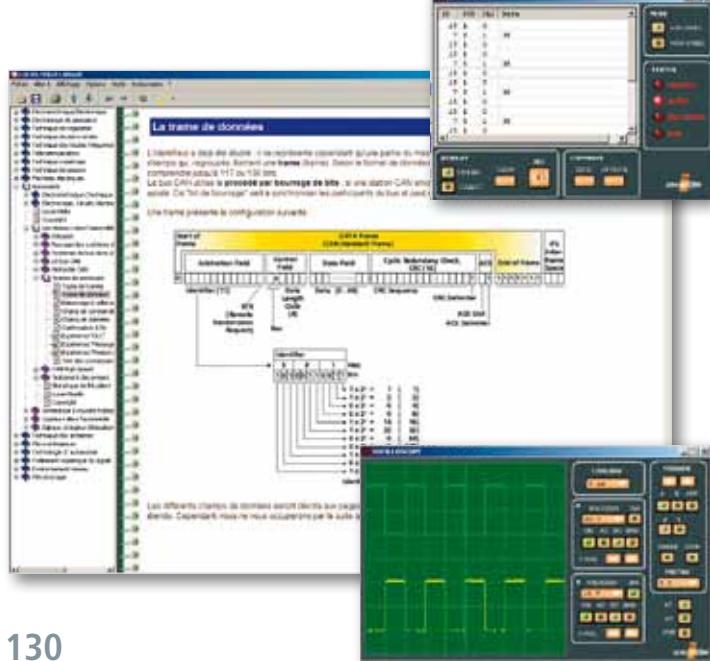
Les véhicules automobiles modernes sont équipés d'un grand nombre d'appareils de commande électroniques qui communiquent constamment entre eux par le biais de systèmes de bus numériques.

### Contenus didactiques

- Raisons pour l'utilisation croissante des systèmes de bus dans l'automobile
- Topologie et composants d'un système de bus CAN dans l'automobile
- Différences entre le CAN Low Speed et le CAN High Speed
- Propriétés électriques du bus CAN
- Flux de données, identifiant, adressage et arbitrage (CAN Low speed et CAN High speed)
- Structure de la trame d'un message CAN
- Analyse des messages CAN avec le moniteur CAN et l'oscilloscope
- Édition et émission de messages CAN via PC
- Recherche d'erreurs



**Référence article : SO4204-7K**, constitué de  
 1 CD-ROM sur le cours « Bus CAN »  
 1 carte d'essai « Avant du véhicule »  
 1 carte d'essai « Arrière du véhicule »



# Projets de formation sur le bus CAN

## Technique d'éclairage CAN

### Programmation

### Diagnostic

Le projet de formation « Technique d'éclairage » complète le bus CAN d'une unité de commande CAN supplémentaire (interface d'éclairage) et permet la commande d'installations d'éclairage conventionnelles quelconques. Celles-ci peuvent être activées par le biais des interrupteurs et touches qui se trouvent sur les cartes UniTrain-I du cours « Bus CAN ».

## Technique de confort CAN

### Programmation

### Diagnostic

Le projet de formation « Porte passager avant » relie une porte de véhicule réel avec le système d'expérimentation. Les principales fonctions de la porte (telles, par exemple, le lève-vitre électrique ou le rétroviseur extérieur réglable) peuvent ainsi être commandées avec les messages CAN d'origine de Volkswagen. La circulation des données générée sur le bus CAN peut être analysée à l'aide du logiciel LabSoft.

Complément à SO4204-7K

**Référence article : SO3216-2Z**, constitué de

1 interface « Technique d'éclairage »

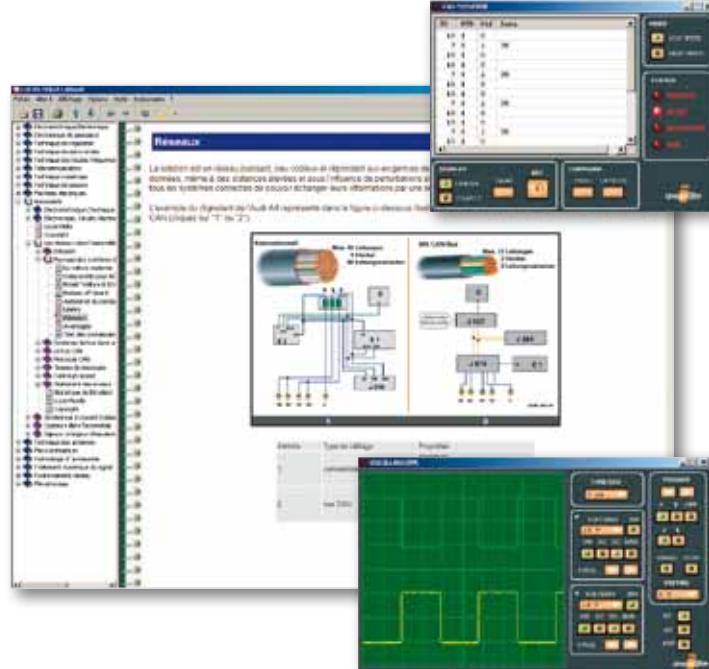
(la technique d'éclairage ALC1 n'est pas fournie)



Complément à SO4204-7K

**Référence article : SO3216-2Y**, constitué de

1 porte passager avant « VW Golf V »



Lucas-Nülle



# Bus LIN

## Protocole LIN

### Format des messages

### Composants du bus

Outre le bus CAN, on utilise également le bus LIN plus simple. Il est employé essentiellement pour les systèmes de confort qui ne sont pas liés à la sécurité.

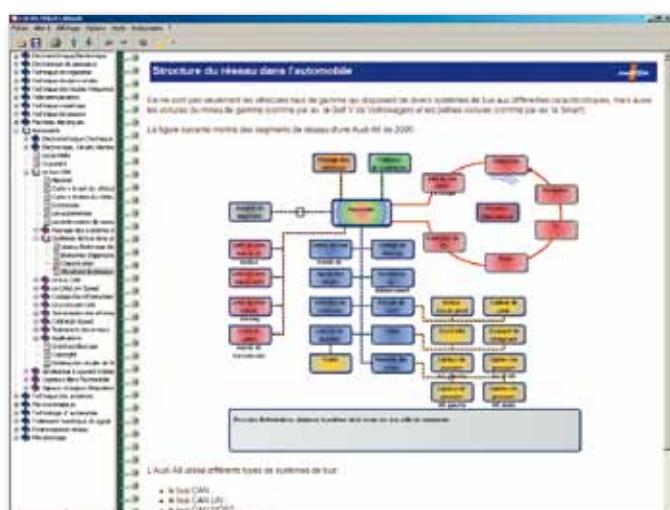
#### Contenus didactiques

- Evolution des systèmes de bus dans l'automobile
- Topologie et composants d'un système de bus LIN
- Propriétés électriques du bus LIN
- Adressage du bus LIN
- Principe maître-esclave
- Etude par la mesure des champs de données
- Structure de la trame de message
- Analyse de messages LIN
- Édition et émission des messages LIN
- Recherche d'erreurs



#### Référence article : SO4204-7E, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Bus LIN »
- 1 carte d'essai « Eléments de commande lève-vitres et rétroviseurs »
- 1 carte d'essai « Moteur pour lève-vitres »
- 1 « Rétroviseur extérieur de voiture »



# Bus de données optiques en automobile

Transmission optique des signaux

Fibres optiques

Systèmes de bus

De nos jours, les systèmes de bus optiques sont employés essentiellement dans les systèmes d'infotainment des voitures haut de gamme. En raison de la quantité croissante des données à traiter dans les automobiles, ils revêtiront bientôt une importance capitale.

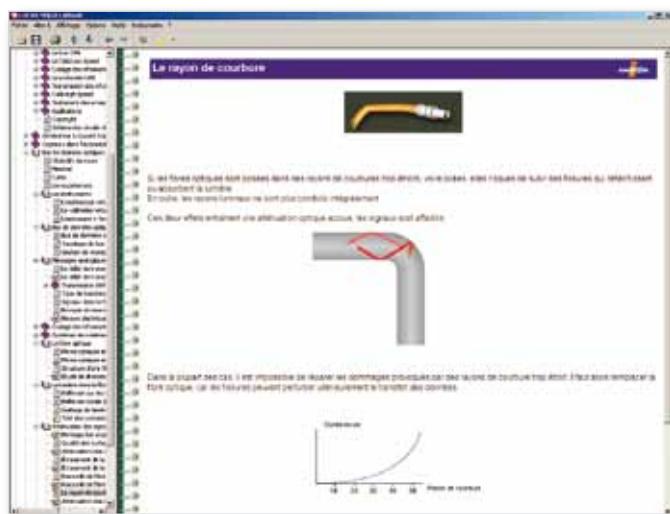
## Contenus didactiques

- Réseaux de données dans l'automobile
- Avantages des fibres optiques dans l'automobile
- Principes du bus MOST
- Protocole MOST et unités de commande
- Diagnostic de faille annulaire
- Structure des fibres optiques dans l'automobile
- Systèmes de bus optiques dans l'automobile
- Principes de l'optique de rayonnement (réfraction, réflexion)
- Amortissement d'une fibre optique
- Mesures électriques et optiques sur une fibre optique



Référence article : SO4204-7H, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Bus de données optiques en automobile »
- 1 carte d'essai « Systèmes de transmission à fibre optique dans l'automobile »
- 1 jauge optique
- 2 fibres optiques



# Airbag, prétensionneurs, comportement au crash

## Airbag

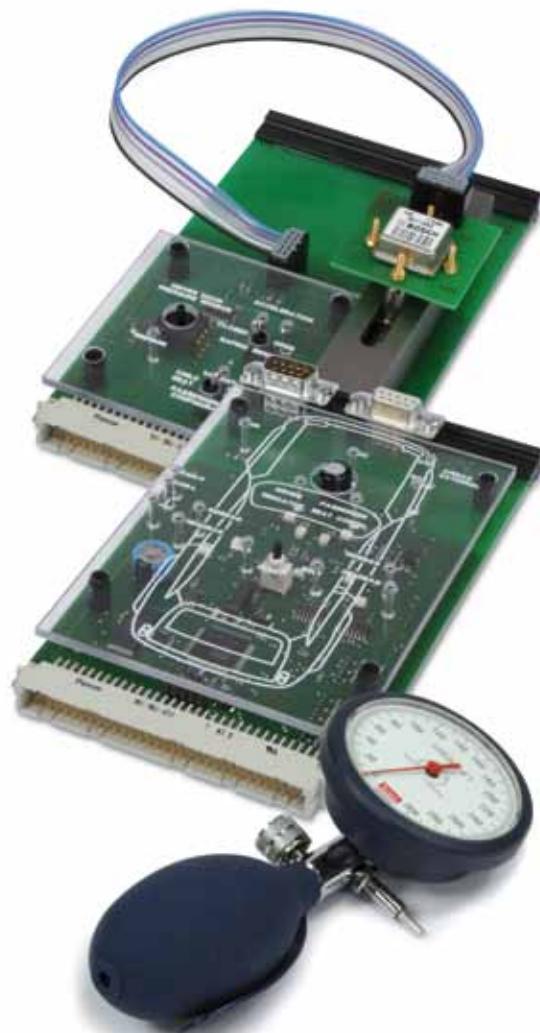
## Prétensionneur

## Comportement au crash

Depuis des années, les systèmes de sécurité actifs, tels les airbags et les pré-tensionneurs, font partie des équipements série des automobiles de toutes les classes. Un contrôle régulier est indispensable pour garantir leur bon fonctionnement.

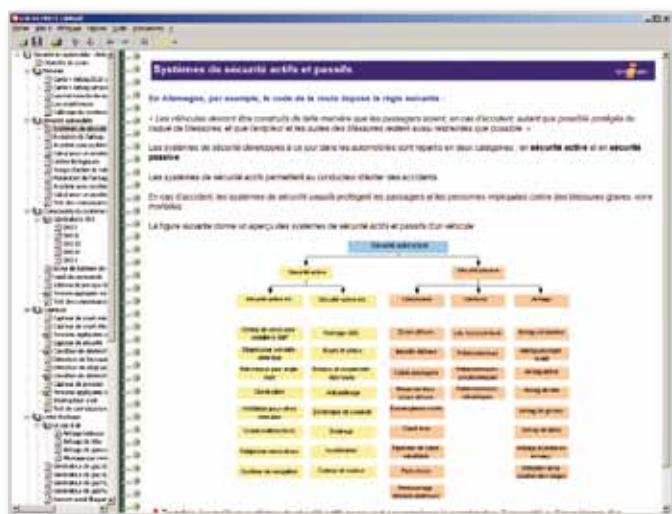
### Contenus didactiques

- Sécurité active et passive dans les voitures
- Fonctionnement des airbags et des tendeurs de ceinture
- Interrupteur de sécurité et capsule d'allumage
- Fonctionnement des capteurs de pression et d'accélération
- Mesure d'accélération
- Situations de crash typiques
- Temps et séquences de déclenchement
- Gestion des erreurs sur les systèmes à airbags
- Recherche d'erreurs



Référence article : SO4204-6Z, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Airbag, pré-tensionneurs, comportement au crash »
- 1 carte d'essai « Reproduction de voiture avec airbag et pré-tensionneur »
- 1 carte d'essai « Capteurs pour airbag »



# Entraînements hybrides dans l'automobile

## Configurations des entraînements

## Modes de fonctionnement

## Entraînements électriques

Dans nos réflexions sur l'avenir de notre planète, le développement et la production de véhicules hybrides sont une étape logique et indispensable. La réduction des émissions et de la consommation de carburant est un critère essentiel pour les prochaines générations d'automobiles modernes.

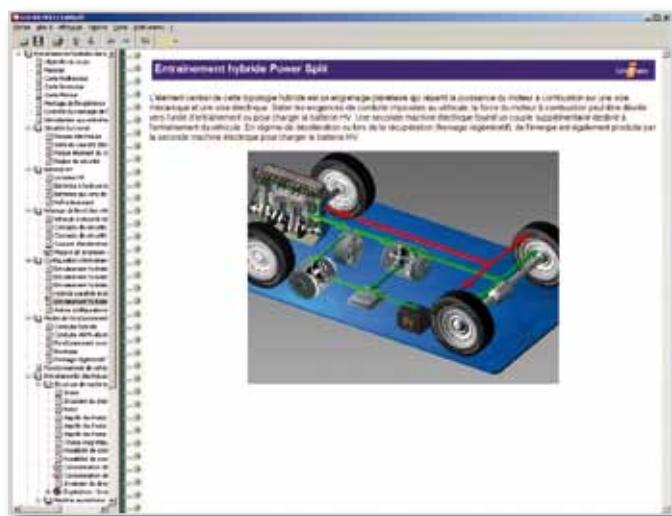
### Contenus didactiques

- Règles de sécurité du travail pour les véhicules hybrides
- Différences entre les différents types de configurations d'entraînements (système hybride série / parallèle, hybrides mixtes)
- Différents modes de fonctionnement des entraînements hybrides
- Structure et fonctionnement des entraînements électriques pour les véhicules hybrides
- Rôles de l'inverseur et du circuit intermédiaire
- Structure et fonctionnement des machines triphasées
- Étude expérimentale de la tenue en service des machines triphasées
- Composants des réseaux de bord pour véhicules hybrides
- Mesure des tensions sur le convertisseur de fréquence
- Étude des flux d'énergie et de force



Référence article : SO4204-6V, constitué de

- 1 CD sur le cours « Entraînements hybrides dans l'automobile »
- 1 carte d'essai « Machine triphasée »
- 1 carte d'essai « Convertisseurs statiques à commutation forcée »
- 1 carte d'essai « Convertisseur de fréquence »
- 1 masse d'inertie
- 3 rotors différents



# Génération d'impulsions et systèmes d'allumage

## Allumages à contacts

## Allumages transistorisés

## Commandes de moteur

Les moteurs à allumage par étincelle fonctionnant à l'essence nécessitent un dispositif d'allumage du mélange d'essence et d'air. Tandis que les anciens modèles utilisaient des allumages à contacts ou transistorisés, ce sont les commandes du moteur qui se chargent de nos jours de cette fonction.

### Contenus didactiques

- Courant, tension
- Installation d'allumage à contact
- Allumage transistorisé avec capteur inductif (TZ-I)
- Allumage transistorisé avec capteur Hall (TZ-H)
- Installation d'allumage sans distributeur (DIS)
- Grandeur de mesure physiques
- Induction
- Effet Hall
- Régulation de la détonation
- Angle d'allumage



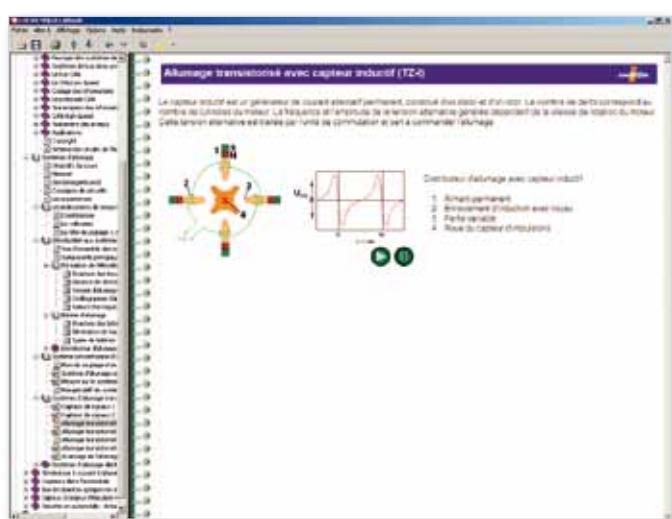
**Référence article : SO4204-7C**, constitué de

- 1 CD-ROM sur le cours « Génération d'impulsion et systèmes d'allumage »
- 1 unité d'expérimentation avec modèle mécanique du vilebrequin et du cylindre

Option :

**Référence article : SO4203-2V**

Valise de rangement pour une unité d'expérimentation



# Système d'injection diesel Common-Rail

## Capteurs et actionneurs

## Pompes à haute pression

## Injecteurs piézo

Grâce à l'introduction de l'injection à haute pression, les gaz d'échappement des moteurs diesel atteignent des valeurs sans cesse améliorées. De nos jours, le moteur diesel occupe environ la moitié du marché européen. Les derniers systèmes Common-Rail ont permis de perfectionner les rendements et les gaz d'échappement.

### Contenus didactiques

- Exigences imposées aux systèmes à injection diesel
- Les différents modèles
- Structure et fonction du système Common-Rail
- Recherche d'erreurs sur les systèmes Common-Rail
- Comparaison entre l'injection avec Common-Rail et les systèmes conventionnels
- Formation du mélange et combustion
- Étude du système de carburant
- Injection du carburant
- Transport à basse et à haute pression
- Contrôle électrique des injecteurs
- Apprentissage et contrôle de l'installation hydraulique dans le système Common-Rail



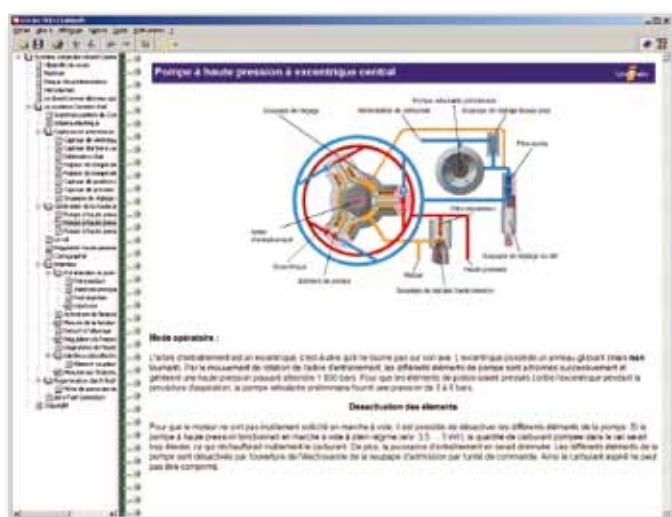
**Référence article : SO4204-6X**, constitué de

1 CD sur le cours « Système d'injection diesel Common-Rail »  
1 unité d'expérimentation avec modèle mécanique du vilebrequin et du cylindre ainsi qu'affichage numérique de la vitesse.

Option :

**Référence article : SO4203-2V**

Valise de rangement en aluminium pour une unité d'expérimentation



# Energie solaire dans l'automobile

## Fonction des cellules solaires

### Transformation de l'énergie

### Possibilités d'application dans l'automobile

L'énergie solaire permet également de réduire la consommation des énergies fossiles et ainsi les émissions de CO<sub>2</sub> dans les automobiles. Mais en raison de la surface limitée disponible, seuls les petits consommateurs peuvent être alimentés en électricité produite par les cellules solaires embarquées.

#### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement des cellules solaires
- Terminologie de base du rayonnement solaire
- Mesure de la tension à vide et du courant de court-circuit
- Rendement d'une cellule solaire
- Possibilités d'emploi de l'énergie solaire dans l'automobile
- Emplacements de montage possibles des cellules solaires dans l'automobile
- Limites d'utilisation de l'énergie solaire dans l'automobile
- Installations solaires en mode direct et à accumulateur

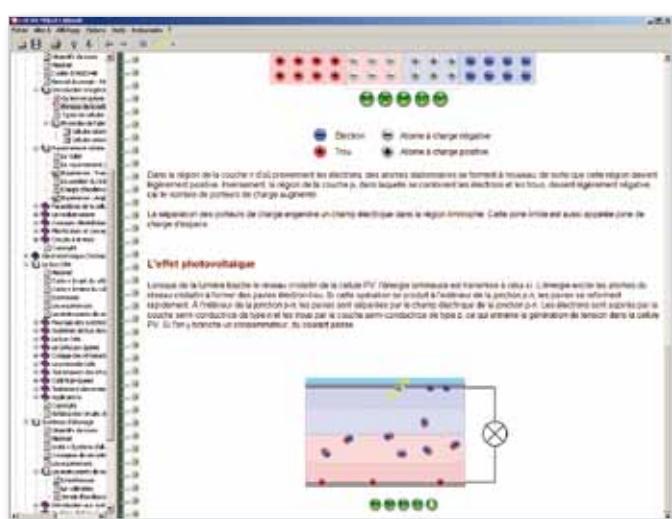


**Référence article : SO4204-6N**, constitué de  
1 CD sur le cours « Energie solaire dans l'automobile »  
1 unité d'expérimentation « Photovoltaïque »

Option :

**Référence article : SO4203-2V**

Valise de rangement en aluminium pour une unité d'expérimentation



# Pile à combustible dans l'automobile

## Génération d'électricité

## Composants

## Concepts d'entraînement

Comme source d'énergie pour les entraînements électriques dans les automobiles, les piles à combustible en sont encore au stade des essais, mais offrent déjà des avantages par rapport aux accumulateurs.

Une portée supérieure, un encombrement réduit, une production directe de l'énergie selon les besoins, tels sont les avantages auxquels s'oppose néanmoins le problème du ravitaillement en hydrogène qui requiert une infrastructure très développée.

### Contenus didactiques

- Montage et fonctionnement des piles à combustible
- Composants d'un entraînement avec une pile à combustible
- Relevé de caractéristiques
- Avantages et inconvénients des piles à combustible dans les automobiles
- Processus chimiques de l'électrolyse
- Rendement d'une pile à combustible
- Montage en série et en parallèle de piles à combustible
- Relevé de la caractéristique U/I de l'électrolyseur



**Référence article : SO4204-6M**, constitué de

- 1 CD sur le cours « Pile à combustible dans l'automobile »
- 1 unité d'expérimentation avec pile à combustible, électrolyseur et charges

Option :

**Référence article : SO4203-2V**

Valise de rangement en aluminium pour une unité d'expérimentation



# Systèmes de freinage

## Installations de freinage

ABS, ESP, ASR

Assistant de freinage

Les installations de freinage dans les automobiles modernes deviennent toujours plus complexes. Les aides électroniques, telles ABS, ASR et ESP, sont devenues des standards. Actuellement en phase d'essai, les freins électromécaniques (break by wire) seront bientôt commercialisés.

### Contenus didactiques

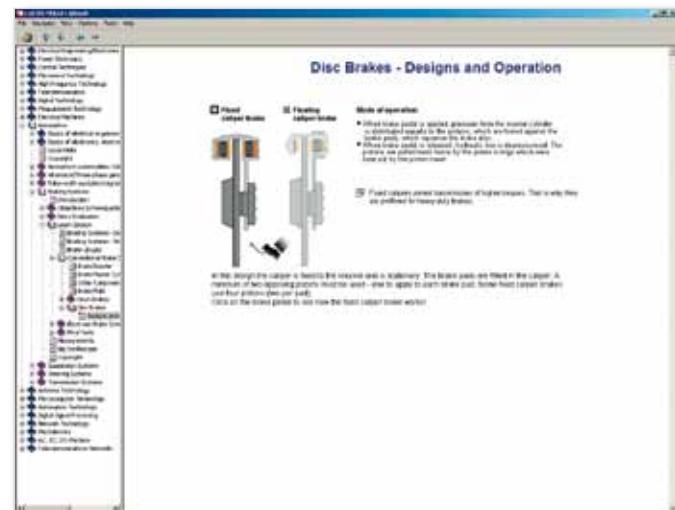
- Structure d'une installation de freinage
- Maître-cylindre de freinage
- Amplificateur de force de freinage
- Freins à tambour
- Frein à disques
- ABS
- Contrôle de traction (ASR)
- Contrôle électronique de stabilité (ESP)
- Assistant de freinage
- Frein électrohydraulique
- Frein électromécanique

### Particularités

- Langues : allemand, anglais

**Référence article : SO4204-6R**, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Systèmes de freinage »



# Technique des châssis

## Suspension

### Ressorts

### Amortisseurs

Le châssis et les systèmes de suspension doivent accomplir des tâches multiples. Pour permettre un parcours sûr et confortable, ils doivent permettre une bonne adhérence au sol et en même temps absorber les inégalités de la chaussée.

#### Contenus didactiques

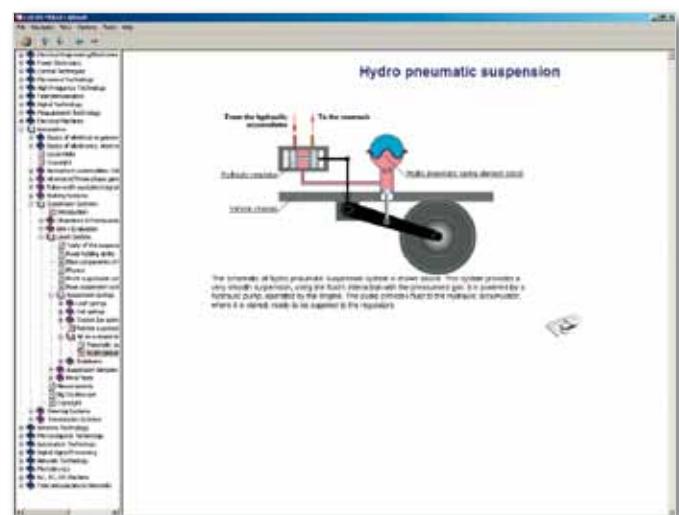
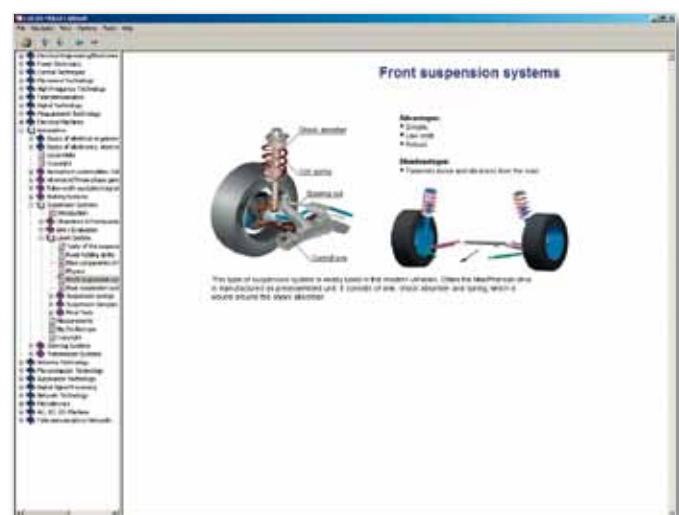
- Rôle du châssis
- Structure et composants de la suspension du châssis
- Systèmes de suspension des essieux avant
- Systèmes de suspension des essieux arrière
- Ressorts à lames
- Ressorts spirales
- Ressorts de torsion
- Suspension pneumatique
- Stabilisateurs
- Amortisseurs hydrauliques
- Amortisseurs télescopiques

#### Particularités

- Langues : allemand, anglais

**Référence article : SO4204-6S**, , constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Technique des châssis »



# Direction et transmission

## Contenus didactiques

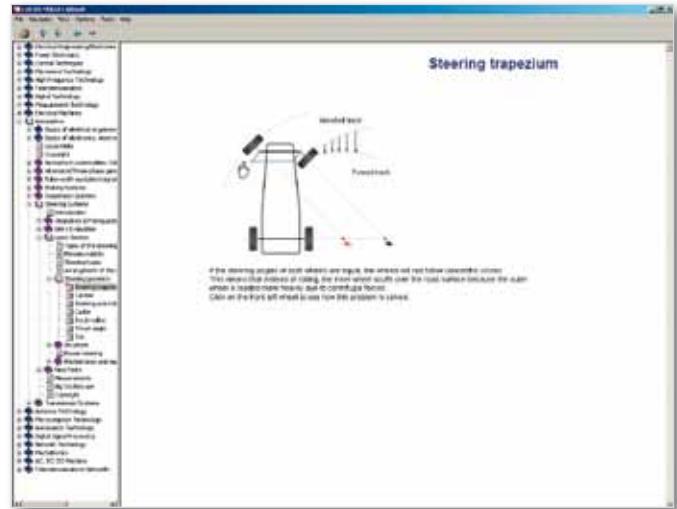
- Structure et composants de la direction
- Géométrie de direction : voie, carrossage, chasse
- Écartement
- Boîtier et tringlerie de direction
- Mesure et réglage de la direction
- Diagnostic

## Particularités

- Langues : allemand, anglais

Référence article : SO4204-6T, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Systèmes de direction »



## Contenus didactiques

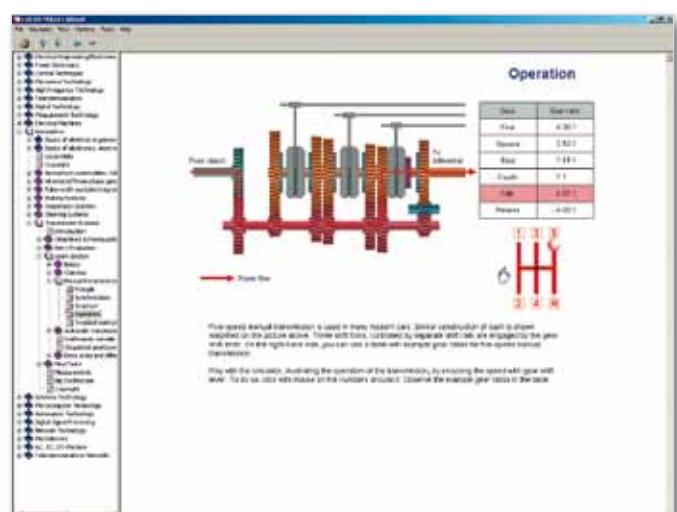
- Structure et composants de la chaîne cinématique
- Embrayages
- Boîtes de vitesse manuelles et automatiques
- Engrenage planétaire et convertisseur de couple
- Engrenage continu
- Engrenage séquentiel
- Engrenage différentiel
- Arbres d'entraînement
- Traction avant, arrière, toutes roues motrices

## Particularités

- Langues : allemand, anglais

Référence article : SO4204-6U, constitué de

1 CD-ROM sur le cours « Boîte de vitesses et système d'entraînement »



# Le tout est plus que la somme de ses parties

## Le conseil personnalisé chez Lucas-Nülle

**Vous souhaitez obtenir des conseils détaillés ou une offre concrète, adaptée à vos besoins ?**

**Vous pouvez nous contacter par**

Téléphone : +49 2273 567-0

Fax : +49 2273 567-39

**Lucas-Nülle est synonyme de systèmes d'apprentissage taillés sur mesure pour la formation professionnelle dans les domaines suivants :**



Technique d'installation électrique



Électropneumatique, hydraulique



Technique d'énergie électrique



Technique de mesure



Électronique de puissance,  
machines électriques, technique  
d'entraînement



Micro-ordinateurs



Notions de base de l'électrotechnique et de  
l'électronique



Automatisme



Technique de communication



Technique automobile



Technique de régulation



Systèmes de laboratoire

**Demandez des informations détaillées en vous servant des contacts susnommés.**

**Nos collaborateurs vous aideront volontiers !**

**Vous trouverez également des informations complémentaires sur nos produits sur :**

[www.lucas-nuelle.fr](http://www.lucas-nuelle.fr)

## **Lucas-Nülle** **Lehr- und Meßgeräte GmbH**

Siemensstraße 2 · D-50170 Kerpen-Sindorf  
Téléphone : +49 2273 567-0 · Fax : +49 2273 567-39  
[www.lucas-nuelle.fr](http://www.lucas-nuelle.fr)

