

Nouvelle approche de l'enseignement technique

# GUNT DigiSkills 5



## Robotique et automatisation – processus automatisé avec un cobot

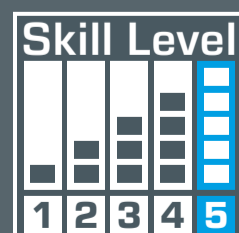


Table des matières

1		Processus automatisé avec un cobot IA 500	04
2		Procédure à suivre pour l'automatisation d'un processus	06
		Analyse du processus	06
		Élaboration du concept	07
		Implémentation du concept	10
		Contrôle et optimisation	11
3		GUNT Skills Media Center	12
4		Didactique	13
4.1		Typologie didactique	13
4.2		Contenus d'apprentissage	13
5		Vue d'ensemble des appareils DigiSkills 5	14
5.1		Processus automatisé avec un cobot	14
5.2		WP300 Essai des matériaux, 20kN	14
5.3		IA501 Programmation d'un servo-entraînement	15

Avant-propos

Sans doute plus que toute autre profession, les métiers de la métallurgie et de l'électricité industrielles sont sous les feux de la rampe en ce qui concerne la **numérisation** et l'**industrie 4.0**. La numérisation du travail, nouvel élément incontournable du profil professionnel, exige la mise en œuvre concrète des domaines de compétence et contenus de formation pertinents pour l'industrie 4.0. Les techniques conventionnelles et innovantes coexistent et doivent être toutes deux maîtrisées. **S'intégrant de manière verticale aux contenus d'apprentissage**, le nouveau profil professionnel: numérisation du travail, est enseigné pendant toute la durée de l'apprentissage dans l'entreprise d'accueil ainsi qu'à l'école professionnelle.

Le projet d'apprentissage DigiSkills 5 est également parfaitement adapté aux cours magistraux de l'enseignement supérieur dans le domaine de la robotique et de l'automatisation.

GUNT peut vous aider dans ces tâches complexes de la formation professionnelle. Nos projets d'apprentissage pratiques axés sur les processus de travail sont parfaitement adaptés au développement des compétences numériques. Vous les trouverez au sein de notre gamme de produits **GUNT DigiSkills**.

Avec le projet d'apprentissage **GUNT DigiSkills 5** développer des compétences pour le monde du travail 4.0



interdisciplinaire – numérique



Accès au site web DigiSkills

Le projet d'apprentissage GUNT DigiSkills 5

Ce projet d'apprentissage est consacré à l'**automatisation** et à la **robotique**. Tous deux sont des éléments importants dans les domaines de la **mécatronique**, de la **mécanique**, de l'**électrotechnique** ou de l'**informatique**. Ainsi, les sujets suivants sont abordés: commande, API, programmation, intégration de systèmes, intégration de processus, hydraulique et pneumatique. L'élément central de ce projet d'apprentissage est un robot collaboratif, un cobot.

Les cobots sont notamment utilisés pour charger des machines et contrôler la qualité. L'automatisation de procédés est à l'origine de l'utilisation des cobots. Dans le projet d'apprentissage **DigiSkills 5**, les processus pour une méthode d'essai mécanique sont automatisés. L'automatisation expliquée étape par étape est accompagnée d'exercices pratiques, des manuels et d'informations.

Le processus est analysé à l'aide de l'appareil d'essai de matériaux à commande manuelle, **WP 300**, et le système est divisé en unités plus petites, comme en modules et fonctions, comprenant les outils appropriés. L'analyse servira à élaborer le potentiel d'automatisation du système **IA 500**. Les solutions ainsi développées doivent ensuite être implémentées, contrôlées et optimisées. De façon complémentaire et indépendamment du système IA500, des tâches de programmation très intéressantes peuvent être réalisées avec l'appareil **IA 501**, Programmation d'un servo-entraînement, développé à cet effet.

Le **GUNT Skills Media Center** offre un environnement d'apprentissage numérique pour toutes les étapes du processus d'automatisation.

Projets d'apprentissage GUNT DigiSkills



- 1 Dessin industriel – Communication technique
- 2 Métrologie dimensionnelle
- 3 Maintenance préventive
- 4 Efficacité énergétique des systèmes d'air comprimé
- 5 Robotique et automatisation

Comment automatiser un processus ?

Analyse du processus

Identification et analyse du processus: à l'aide de l'appareil d'essai des matériaux à commande manuelle, **WP300**, les étapes de travail sont identifiées.

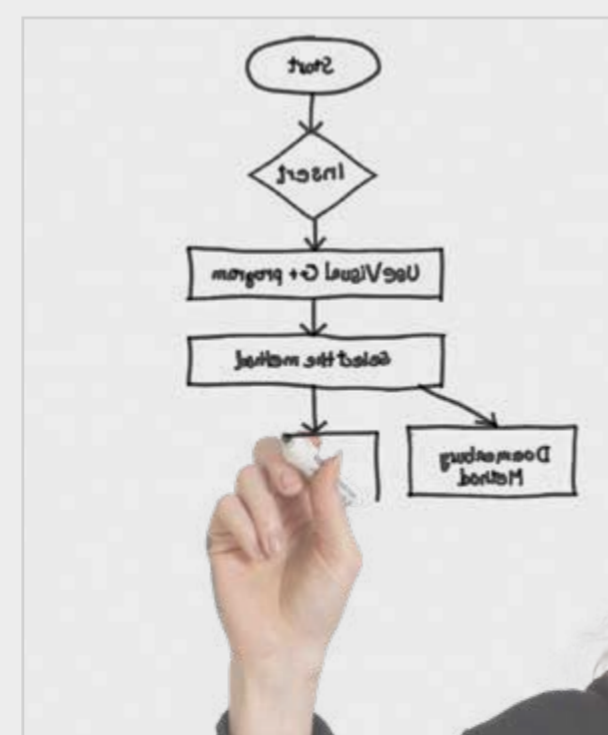
- description du système
- identification du potentiel d'automatisation
- élaboration des solutions en matière de mouvements et de communication



Élaboration du concept

Développement d'un concept qui définit les étapes de travail, les outils nécessaires ainsi que l'objectif de l'automatisation.

- élaboration d'un plan opérationnel
- mise en œuvre dans un diagramme de flux



Implémentation

Mise en œuvre du concept d'automatisation

- programmation du déroulement du processus à partir du diagramme de flux à l'aide du contrôleur
- outils: conception, définition des interfaces et leur concours, comme
  - ▶ chargeur pour les éprouvettes des matériaux,
  - ▶ entraînement du vérin à vis par servomoteur,
  - ▶ hydraulique pour la transmission de force



Contrôle et optimisation

Mise en service et vérification du processus

- vérification du fonctionnement et des résultats de l'automatisation
- réalisation d'ajustements correspondants, si besoin



# 1 | Processus automatisé avec un cobot IA 500

## Fonctions du processus automatisé

- détermination continue des données de matériaux à partir d'un essai de traction conforme aux normes
- mise en place des éprouvettes de traction et élimination des fragments par des robots
- génération hydraulique de la force d'essai

## Cobot – robot collaboratif de qualité

- commande industrielle pour 6 axes
- faibles exigences en matière de sécurité du travail
- limitation de la puissance et de la force selon ISO TS 15066

## Chargeur d'éprouvettes

- 4 matériaux différents
- reconnaissance automatique du nombre de pièces et sélection du matériau des éprouvettes

## Système hydraulique

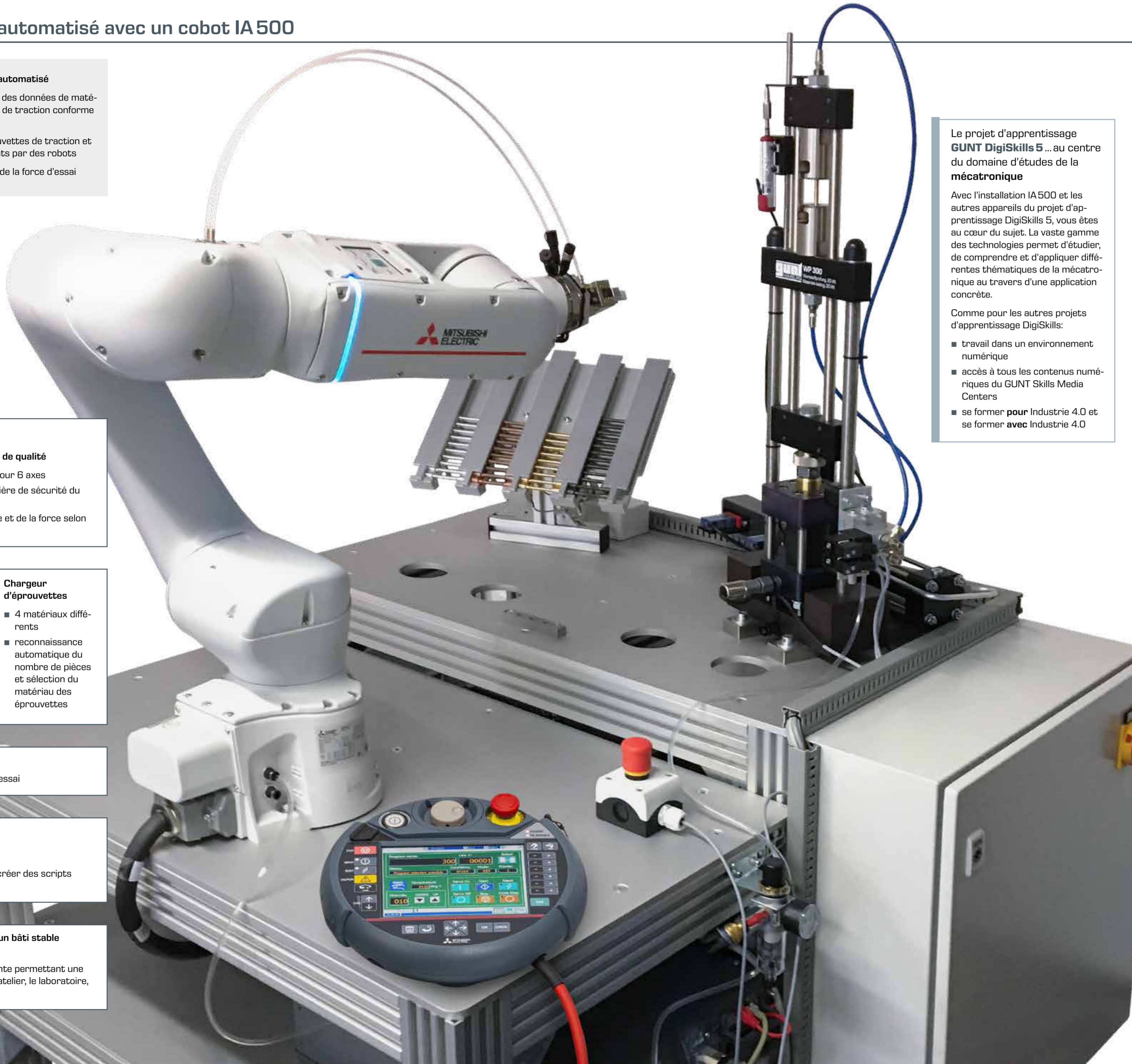
- génération de la force d'essai

## Contrôleur

Fonctions Low-Code pour créer des scripts d'automatisation

## Construction globale sur un bâti stable en aluminium

- installation d'essai roulante permettant une utilisation flexible dans l'atelier, le laboratoire, le cours magistral...



## Le projet d'apprentissage GUNT DigiSkills 5... au centre du domaine d'études de la mécatronique

Avec l'installation IA 500 et les autres appareils du projet d'apprentissage DigiSkills 5, vous êtes au cœur du sujet. La vaste gamme des technologies permet d'étudier, de comprendre et d'appliquer différentes thématiques de la mécatronique au travers d'une application concrète.

Comme pour les autres projets d'apprentissage DigiSkills:

- travail dans un environnement numérique
- accès à tous les contenus numériques du GUNT Skills Media Centers
- se former pour Industrie 4.0 et se former avec Industrie 4.0



## Une éprouvette de traction métallique conforme à la norme est "déchiré" dans des conditions standard

- des données polyvalentes sur le résultat du contrôle sont automatiquement disponibles

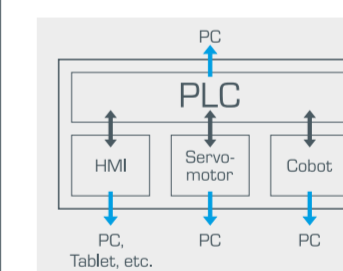


## Élément de commande se déplaçant librement (HMI) dans un boîtier séparé avec écran tactile

- menus polyvalents permettant l'utilisation, l'observation et l'affichage des données
- de nombreux éléments didactiques accompagnent le processus d'apprentissage
- "screen mirroring" disponible

## Déroulement du processus automatisé

## Programmation



## Communication intelligente des actionneurs



## Armoire de commande avec tous les éléments de commande

L'équipement, le câblage et la fonctionnalité peuvent constituer un objet d'apprentissage.



Accéder à la vidéo

## 2 | Procédure à suivre pour l'automatisation d'un processus

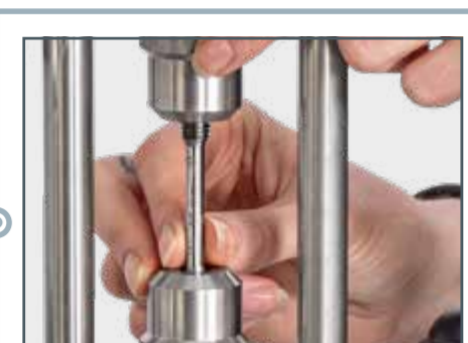


Toute automatisation de procédés doit être précédée d'une analyse minutieuse du procédé. Comprendre le processus actuel permet de connaître le potentiel d'automatisation:

- identification des déroulements des mouvements
- action des forces
- saisie des données de mesure



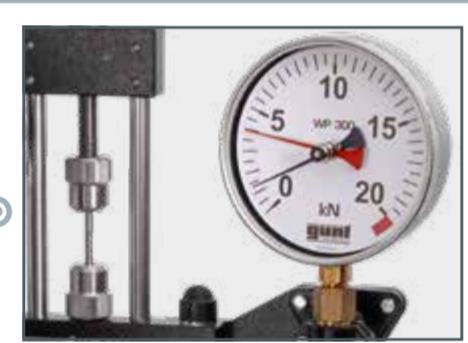
Retirer l'éprouvette de traction du chargeur



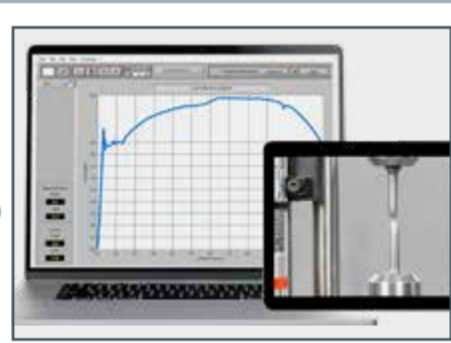
Fixer l'éprouvette de traction dans l'appareil d'essai des matériaux



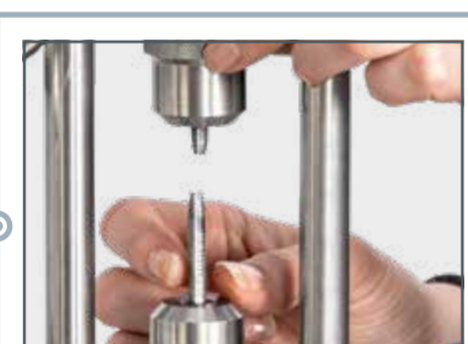
Appliquer une force avec un volant à main



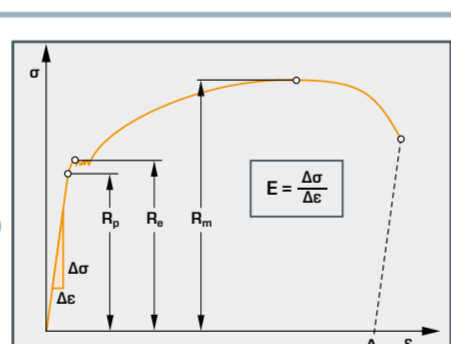
Relever la force sur le manomètre



Acquisition des données: force, longueur sont saisies



Retirer l'éprouvette de traction et l'éliminer



Évaluation des données dans un diagramme contrainte-déformation, calcul de la résistance

### Idée d'exercices

- Élaborez une stratégie: commencez par décrire le processus et terminez par choisir une solution. Pour trouver de nombreuses bonnes réponses aux questions posées, il est utile d'être créatif. La méthode 635, la carte mentale ou l'analyse morphologique en sont des exemples.
- Choisissez la meilleure solution parmi les nombreuses proposées. Pour ce faire, comparez et évaluez les réponses, par exemple à l'aide de la procédure: score pondéré.

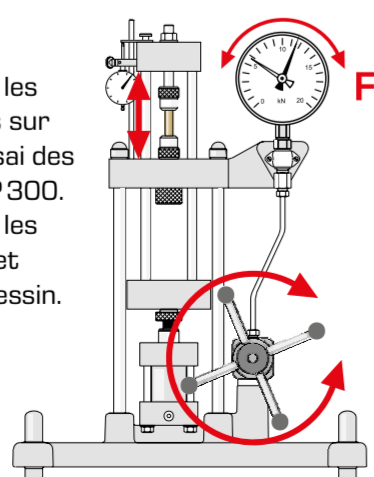


Accéder à la vidéo

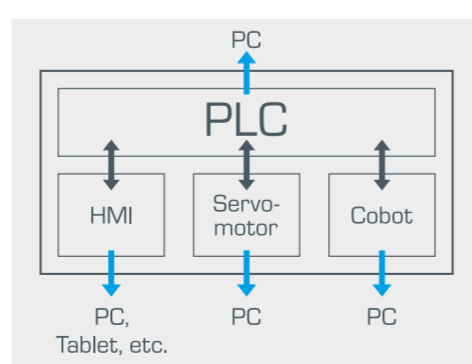
### Exemples d'exercices du GUNT Skills Media Center



- Nommez tous les éléments fixés sur l'appareil d'essai des matériaux WP 300. Identifiez tous les mouvements et faites-en un dessin.



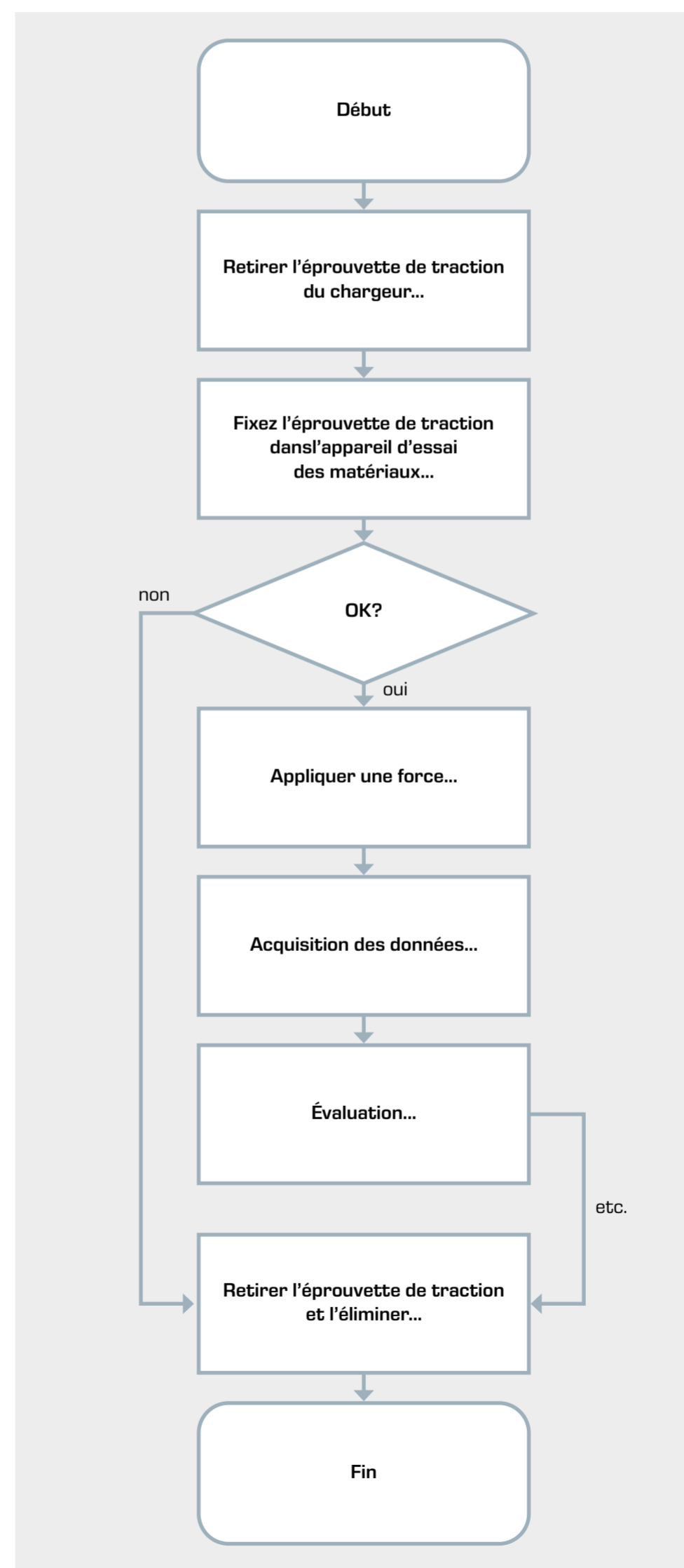
- Réalisez une topologie des chemins de communication.



Développement d'un concept qui définit les étapes de travail, les outils nécessaires ainsi que l'objectif de l'automatisation:

- élaboration d'un plan opérationnel
- mise en œuvre dans un diagramme de flux

### Exemple de conception d'un diagramme de flux

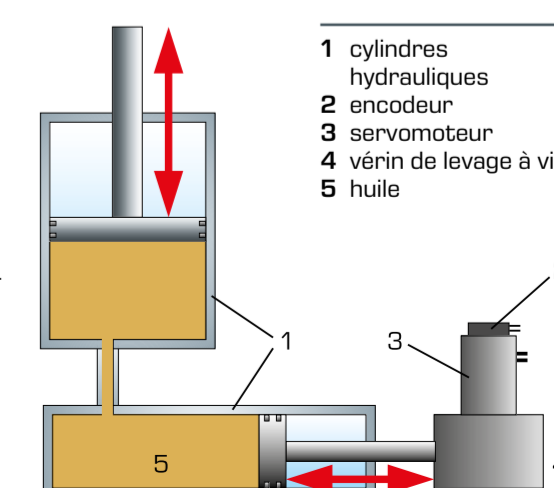


### Outils nécessaires

- Transport:** Cobot, par ex. Mitsubishi
- Commande et communication:** Logiciels, API, systèmes de bus...
- Prise:** Pince parallèle, pince angulaire, pince magnétique, par ex. SCHUNK
- Logement:** Chargeur de matériaux
- Entraînement:** Moteur, engrenage, par ex. ZIMM
- Transfert d'énergie:** Pneumatique, hydraulique, par ex. FESTO, SMC
- Mesure:** Capteurs, par ex. OPCON, Huba Control

### Idée d'exercices

- Réalisez un dessin du système hydraulique permettant d'appliquer une force de traction à l'éprouvette.
- Quels sont les outils nécessaires pour la conversion de ces mouvements?



## 2 | Procédure à suivre pour l'automatisation d'un processus

Analyse du processus

Élaboration du concept

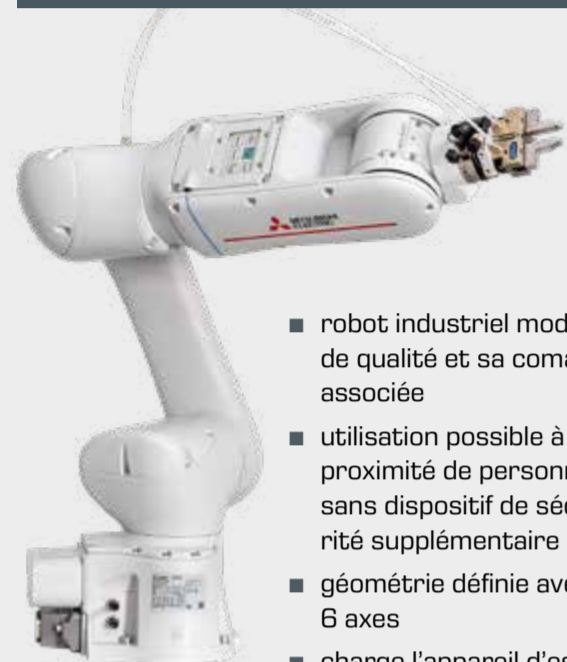
Implémentation

Contrôle et optimisation



Outils pour la mise en œuvre du concept d'automatisation

### Robot collaboratif (cobot)



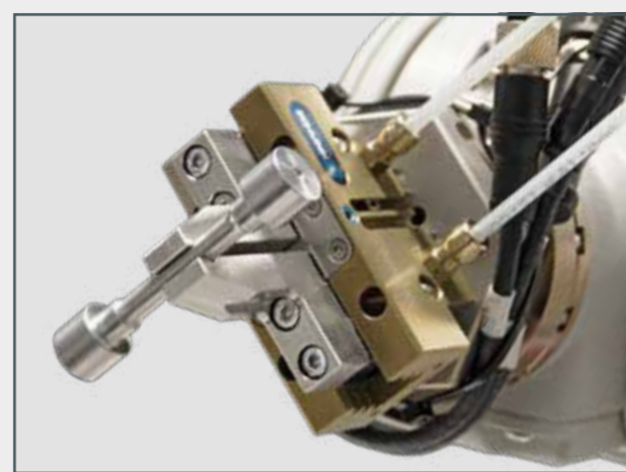
- robot industriel moderne de qualité et sa comande associée
- utilisation possible à proximité de personnes, sans dispositif de sécurité supplémentaire
- géométrie définie avec 6 axes
- charge l'appareil d'essai des matériaux avec les éprouvettes de traction et élimine les fragments

### Contrôleur



- définition des zones de travail
- création des programmes de robot

### Pince



- les doigts de la pince prélèvent des éprouvettes de traction à des positions définies dans le chargeur d'éprouvettes
- les éprouvettes de traction sont posées dans les pinces de serrage de l'appareil d'essai des matériaux
- la prise a lieu avec des forces générées de façon pneumatique
- les éléments de commande pneumatiques sont situés dans le bras du robot

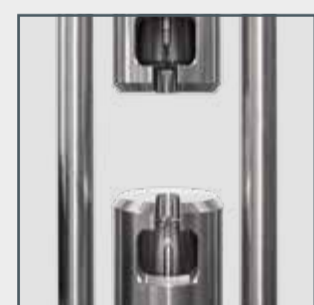
### Chargeur d'éprouvettes, réservoir de fragments

- espace pour 20 éprouvettes de traction par matériau
- matériaux: aluminium, cuivre, laiton, acier
- des capteurs détectent si une éprouvette de traction se trouve en position de prélèvement ainsi que le nombre d'éprouvettes présentes
- les fragments sont triés par matériau et collectés dans des réservoirs correspondants

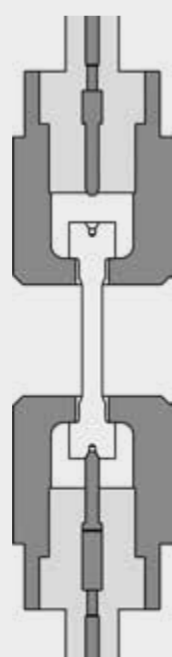


Chargeur d'éprouvettes avec contrôle du remplissage

### Pinces de serrage avec pointes de centrage intégrées



- fonction primaire: transfert de la force de traction sur l'éprouvette de traction
- fonction secondaire: centrage et serrage de l'éprouvette de traction, maintien des fragments après l'essai de traction
- les pointes de centrage utilisées pour la fixation sont commandés de façon pneumatique par des distributeurs 3/2



### Servomoteur avec vérin à vis

- génération de la force de traction avec 2 cylindres hydrauliques
  - entraînement du vérin à vis par servomoteur avec encodeur
  - le contrôleur du servomoteur communique avec l'API central
- Des exercices de programmation très intéressants peuvent être effectués avec l'appareil développé à cet effet, IA 501 Entraînement par servomoteur, indépendamment du système IA 500.



### Capteurs

- données de mesure de l'essai: déplacement et force
- potentiomètre linéaire pour mesurer le déplacement
- détecteurs de proximité inductifs pour surveiller le chargeur



Potentiomètre linéaire



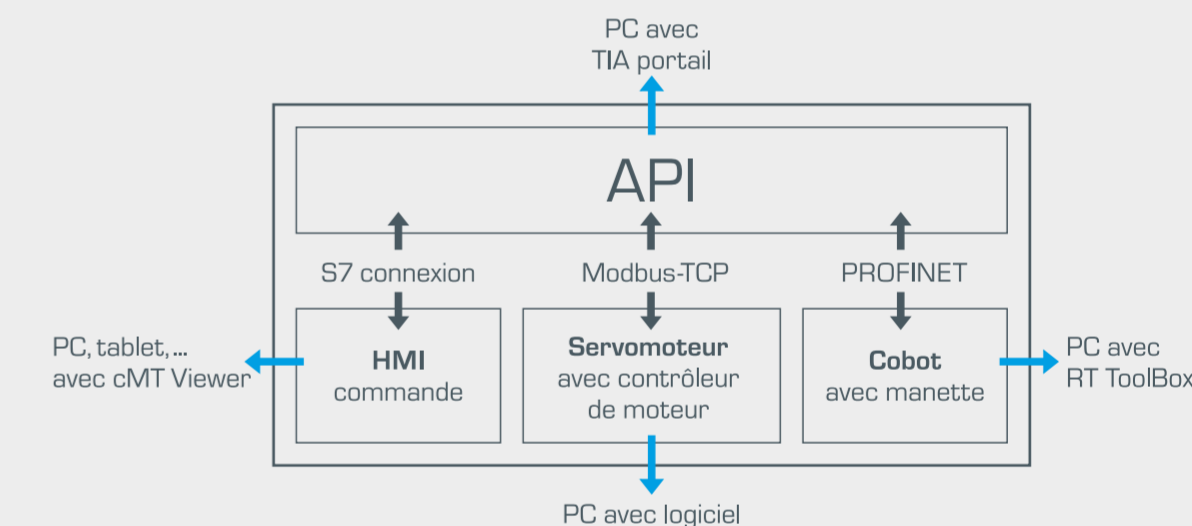
Capteur de pression



Détecteurs de proximité inductifs

### Topologie de communication

- la topologie de communication offre une grande profondeur pour le processus d'apprentissage
- communication de l'installation dans un réseau IP
- API comme unité centrale dans le processus



### API

- commande de toutes les opérations de l'installation: communication avec le contrôleur du cobot ainsi qu'avec le contrôleur du servomoteur (génération de force)
- sauvegarde et traitement des valeurs de mesure enregistrées
- environnement de programmation propre
- comme support didactique, la chaîne complète des étapes de travail pour l'essai de traction est représentée graphiquement, avec affichage dynamique de l'état

### HMI

- Human-Machine Interface (HMI) avec écran tactile et interface utilisateur intuitive
- boîtier portable séparé
- utilisation du cobot pour charger l'appareil d'essai des matériaux et éliminer les éprouvettes de traction
- utilisation du servomoteur pour générer de la force
- commande de l'essai et enregistrements des valeurs de mesure
- représentation du diagramme force-trajectoire/diagramme contrainte-déformation
- connexion possible à un PC, une tablette, mise en miroir de l'écran de l'interface utilisateur



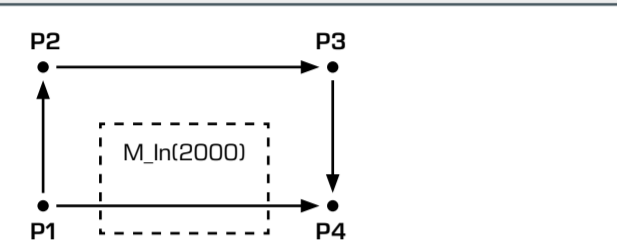
Accéder à la vidéo

## 2 | Procédure à suivre pour l'automatisation d'un processus

Analyse du processus    Élaboration du concept    **Implémentation**    Contrôle et optimisation

### Programmation du cobot avec le contrôleur dans IA 500

- enseignement au cobot et définition des coordonnées de travail en enregistrant des points dans l'espace
- détermination des points de prélèvement et de distribution dans la zone de travail



Programme	Commentaire
...	
Mvs P1	Mouvement linéaire P1
Dly 0,5	Temps d'attente 0,5 sec.
HClose 1	Fermeture à main
Dly 0,5	Temps d'attente 0,5 sec.
IF M_In(2000)=1 Then	Jonction vers l'objet
Mvs P2	Mouvement linéaire P2
Mvs P3	Mouvement linéaire P3
EndIF	Finalisation boucle If
Mvs P4	Mouvement linéaire P4
Dly 0,5	Temps d'attente 0,5 sec.
HOpen 1	Ouverture à main
Dly 0,5	Temps d'attente 0,5 sec.
Mvs P3	Mouvement linéaire P2

#### Idée d'exercices

Ecrivez une courte section de programme dans le but de déplacer un objet du point 1 au point 4. Utilisez le langage de programmation MELFAbasic. Commentez votre programme.



Accéder à la vidéo

Interface de programmation

### Programmation du servo-entraînement avec IA 501

Un petit appareil d'exercice avec un grand effet d'apprentissage: construction, fonction et programmation d'un servo-entraînement. Une formation ciblée, de façon tout à fait indépendante du grand système IA 500.

L'appareil d'essai est un système didactique autonome permettant d'analyser, d'implémenter et de tester une étape de travail du processus d'automatisation de l'IA 500. Avec cet appareil, les programmes peuvent être développés et testés sans risque. Le logiciel du fabricant Plug & Drive-Studio de Nanotec est fourni.

Le langage de programmation utilisé est NanoJ, proche du C/C++.



Contrôleur du servomoteur



Analyse du processus    Élaboration du concept    Implémentation    **Contrôle et optimisation**

### Processus automatisé avec un cobot , IA 500

- exécution du processus automatisé au cours duquel l'essai de traction complet est effectué
- adaptation des trajectoires et des vitesses de déplacement
- vérification des systèmes hydrauliques pour fixer l'éprouvette de traction et appliquer la force de traction sur l'éprouvette
- vérification de la communication de tous les systèmes impliqués

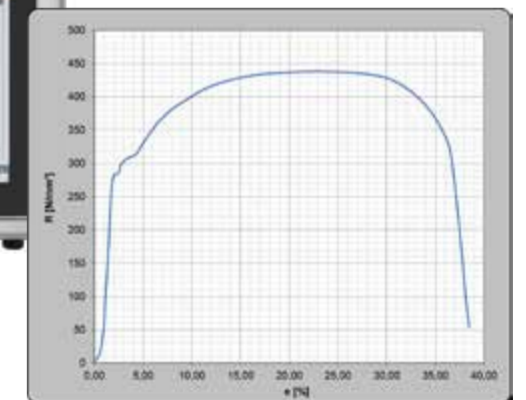


#### Idée d'exercices

Réalisez un essai de traction. Sauvegardez vos résultats. Téléchargez le fichier généré de l'IA 500 et enregistrez-le dans l'ordinateur.

Ouvrez le fichier avec un tableur (MSExcel, OpenOffice) et interprétez le résultat.

Créez un diagramme contrainte-déformation. Consignez les caractéristiques du matériau dans le tableau.



Accéder à la vidéo

### 3 | GUNT Skills Media Center



Le **GUNT Media Center** offre comme plateforme numérique une énorme valeur ajoutée et étend l'utilisation des systèmes d'exercices.

SKILLS Media Center

IA 500 Automatisierter Prozess mit Cobot

IA 501 Programmieren eines Servoantriebs

WP 300 Werkstoffprüfung

Matériels numériques pour les appareils IA 500, IA 501 et WP 300

- schémas électriques
- vidéos d'utilisation
- feuilles de travail et solutions
- documents d'origine des fabricants d'éléments

IA 500 Automatisierter Prozess mit Cobot

Technische Informationen der Hersteller

Komponenten für die Steuerung

IA 500 Automatisierter Prozess mit Cobot

Technische Informationen des Herstellers Mitsubishi

Vous avez accès à des supports didactiques numériques complets concernant l'ensemble du projet d'apprentissage DigiSkills 5. Et ce, grâce à une navigation rapide et transparente, accessible à tout moment et pour tous.

### 4 | Didactique

#### 4.1 | Typologie didactique

Niveau dictatique	Caractéristiques
1 Résolution de problème: Analyse du processus	Techniques créatives, design thinking
2 Analyse du système: Élaboration du concept	Analyse, compréhension et description du système global et des sous-systèmes. Élaboration et évaluation des solutions.
3 Exercice technique concret: Implémentation	Étude des domaines d'apprentissage concrets – réalisation d'objectifs d'apprentissage concrets
4 Compétences: Contrôle et optimisation	Mise en service, recherche de pannes et dépannage, optimisation du déroulement du processus

#### 4.2 | Contenus d'apprentissage

Contenus techniques généraux	Formation professionnelle	Études supérieures
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ application des connaissances existantes en mécanique, hydraulique, pneumatique et électricité pour procéder à l'analyse des processus techniques, la définition des états souhaités et la conception des composants</li> <li>■ élaboration, évaluation et coordination des solutions possibles pour intégrer le système</li> <li>■ identification des interfaces et élaboration des solutions pour permettre la communication des interfaces</li> <li>■ collaboration pluridisciplinaire: construction de machines, électricité, mécatronique, robotique, automatisation</li> <li>■ utilisation de techniques et d'outils de travail numériques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ développement des compétences numériques en formation professionnelle</li> <li>■ analyse et évaluation de l'état actuel des systèmes partiels</li> <li>■ analyse des processus techniques et définition de l'état souhaité</li> <li>■ mise en réseau de systèmes avec des logiciels pour former un système cyberphysique</li> <li>■ analyse des dysfonctionnements, recherche de pannes, documentation</li> <li>■ connaissances des machines et des systèmes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ projet d'apprentissage pour un stage associé dans le domaine de l'informatique technique, la robotique et l'automatisation</li> <li>■ familiarisation avec la structure de base et le mode de fonctionnement d'un robot industriel ainsi qu'avec son utilisation</li> <li>■ programmation de robots autonomes simples basée sur le comportement, planification de trajectoires des robots</li> <li>■ communication entre le robot et l'API</li> <li>■ application de ses connaissances dans les commandes séquentielles, la technique de régulation, les capteurs et actionneurs</li> </ul>

## 5 | Vue d'ensemble des appareils DigiSkills 5

Chaque appareil peut être utilisé individuellement. Mais seule l'interaction entre IA 500, IA 501 et WP 300 – toujours en association avec le GUNT Media Center – rend le concept didactique efficace.

... pas forcément tout en même temps

Chacun de nos produits permet de réaliser individuellement des tâches intéressantes et utiles

### 5.1 | IA 500 Processus automatisé avec un cobot

L'installation IA 500 montre comment un processus manuel – dans le cas présent, un essai de traction classique – peut être automatisé. Les étapes de travail comme le prélèvement d'éprouvette, l'insertion de l'éprouvette de traction, le prélèvement et l'élimination des fragments sont effectuées par un robot collaboratif (cobot).

Toutes ces étapes sont déclenchées par l'API, puis contrôlées et surveillées à l'aide de paramètres définis au préalable.

L'appareil est commandé par un écran tactile. L'interface utilisateur peut également être affichée sur des terminaux ("screen mirroring").



Sur le produit

#### Contenus didactiques

- analyse des processus et identification du potentiel d'automatisation
- élaboration de solutions à l'aide de techniques créatives (par ex. méthode 635, carte mentale ou analyse morphologique)
- conception de systèmes hydrauliques
- enseignement au cobot
- programmation du cobot, recherche de pannes, optimisation du programme

### 5.2 | WP 300 Essai des matériaux, 20 kN

L'appareil manuel classique d'essai des matériaux est le point de départ du projet d'apprentissage GUNT DigiSkills 5. Un essai de traction complet est réalisé avec cet appareil d'essai des matériaux. Les résultats sont également affichés manuellement.

Le défi et le travail de réflexion sont d'automatiser le déroulement manuel de l'essai toutes ses étapes de travail.



Éprouvettes de traction à coupe transversale circulaire selon DIN 50125, matériau: Al, Cu, acier, CuZn



Sur le produit

### 5.3 | IA 501 Programmation d'un servo-entraînement

Indépendant du système IA 500, l'appareil d'essai est un système didactique autonome conçu pour expliquer la technologie d'un servo-entraînement. Il permet de développer et de tester des programmes en toute sécurité. L'appareil est livré avec un logiciel fabricant pour le moteur. Le logiciel fabricant Plug&Drive-Studio de Nanotec, utilise le langage de programmation NanoJ proche du C/C++.

#### Contenus didactiques

- programmation du contrôleur du moteur
- ajustement des paramètres de régulateur
- test du logiciel



Sur le produit

#### Fonctionnalités

- en complément de l'IA 500
- développement et test des programmes
- programme fonctionnel fourni comme modèle



#### Idée d'exercices

- Mettez le servomoteur en service avec le logiciel Plug&Drive Studio. Définissez les paramètres, utilisez les informations du fabricant. Puis, testez les réglages en faisant un petit trajet d'essai.
- Paramétrez les régulateurs du contrôleur du servomoteur.
- Programmez un trajet d'essai. Vérifiez à l'aide du logiciel GUNT si les valeurs choisies comme la vitesse, l'accélération et la précision de positionnement sont obtenues de manière suffisamment précise.



## Aperçu des autres projets d'apprentissage DigiSkills

N° du projet DigiSkills	Domaine technique	Objectifs d'apprentissage/Caractéristiques	Prédominance
1	Dessin industriel – Communication technique	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ principes de base du dessin industriel</li> <li>■ modèles géométriques, modèles fonctionnels</li> <li>■ spécifications géométriques des produits (GPS)</li> <li>■ pensée constructive, éléments de machine, matériaux</li> </ul>	Métiers de la métallurgie
2	Méetrologie dimensionnelle	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ principes de base de la technique de contrôle: contrôle, mesure, gabariage</li> <li>■ familiarisation avec les instruments de mesure</li> <li>■ spécifications géométriques des produits (gps)</li> <li>■ identification des interfaces, systèmes d'ajustement</li> </ul>	Métiers de la métallurgie
3	Maintenance préventive	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ construction et fonctionnement d'une installation de tri</li> <li>■ maintenance préventive (Predictive maintenance), surveillance de l'état (Condition monitoring)</li> <li>■ montage et démontage, test fonctionnel, mise en service</li> <li>■ éléments de machine, matériaux</li> </ul>	Mécatronique, métiers de la métallurgie et de l'électricité
4	Efficacité énergétique des systèmes d'air comprimé	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ construction et fonctionnement d'une installation d'air comprimé</li> <li>■ montage et test fonctionnel des générateurs d'air comprimé</li> <li>■ optimisation systématique des installations d'air comprimé modernes</li> <li>■ représentation des flux d'énergie</li> </ul>	Mécatronique, métiers de la métallurgie et de l'électricité
5	Robotique et automatisation	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ programmation du robot, automatisation de procédés</li> <li>■ systèmes mécaniques, hydrauliques, pneumatiques, électriques</li> <li>■ commande, api</li> <li>■ capteurs et actionneurs</li> <li>■ intégration de systèmes</li> <li>■ intégration des processus</li> </ul>	Mécatronique, métiers de la métallurgie et de l'électricité



**G. Systemes Didactiques E.** s.a.r.l.  
 Equipement pour l'enseignement expérimental, scientifique et technique  
[www.systemes-didactiques.fr](http://www.systemes-didactiques.fr)

GSDE 181 rue Franz Liszt  
 F 73000 CHAMBERY  
 Tél : 04 56 42 80 70 Fax : 04 56 42 80 71  
[xavier.granjon@systemes-didactiques.fr](mailto:xavier.granjon@systemes-didactiques.fr)

Génie Mécanique, Génie Thermique, Génie des Procédés, Mécaniques des fluides, Physique, Chimie, Modèles anatomiques et végétaux, Microscopes, SVT, Génie électrique, Automatismes, Régulation, Télécommunications, Energies renouvelables, Solaire, Piles à Hydrogène, Mobilier



Consultez notre page d'accueil  
[www.gunt.de](http://www.gunt.de)