



tourings

training for collaborative  
robotics integration

TOURINGS

Joint Curriculum

Aperçu

Version finale



Erasmus+

## Le projet

### 1 À propos de TOURNÉES

TOURINGS repose sur un partenariat stratégique transdisciplinaire composé d'un organisme national de normalisation, d'établissements d'enseignement supérieur, d'établissements de formation professionnelle et de centres de recherche pour la fabrication intelligente, la production haute performance et l'innovation en ingénierie. Chacun des partenaires apporte ses connaissances et son expertise dans les domaines de la robotique collaborative, de la fabrication, de la gestion de projet, de l'évaluation ergonomique, de l'équilibre des lignes d'assemblage et de la simulation numérique, alignés sur la norme ISO-TS 15066 et prenant en compte des problématiques telles que les troubles musculo-squelettiques liés au travail.

### 2 Contexte

L'utilisation de la robotique dans l'industrie européenne continue de croître. Selon le dernier rapport de la Fédération Internationale de Robotique, l'offre de robots industriels en Europe a augmenté de 7 % ces dernières années, passant de 67 000 à 71 000 unités. D'ici 2020, plus de 1,7 million de nouveaux robots seront installés dans le monde [1]. Un robot collaboratif est conçu pour une interaction humaine directe dans un espace collaboratif défini. Leur intégration dans l'industrie permet l'automatisation de tâches non ergonomiques ou répétitives. Il réduit les temps d'assemblage, rend l'automatisation flexible pour s'adapter aux environnements changeants et automatise le travail dans des zones restreintes - un certain nombre d'avantages qui le rendent très utile pour les secteurs manufacturiers. Seule l'ISO-TS 15066 régleme les cobots [2] et complète ainsi deux normes existantes de type C pour les robots industriels (UNE 10218-A et 10218-2). Cette norme est cruciale pour l'évaluation des risques et la conception des fonctions de sécurité, en prenant en compte les situations de contact et diverses méthodes de coopération telles que l'arrêt surveillé évalué en sécurité, le guidage manuel, la surveillance de la vitesse et de la distance ou la limitation de la force et de la force.

La main-d'œuvre européenne est vieillissante et les tâches répétitives et non ergonomiques sont l'une des principales préoccupations des soins de santé européens en raison des TMS. Les cobots augmentent le bien-être des travailleurs et améliorent les conditions d'emploi et l'efficacité de certaines tâches. Il s'agit d'un point important compte tenu de la concurrence à laquelle le secteur manufacturier européen est confronté de la part de pays plus automatisés comme la Chine ou le Japon et d'autres économies émergentes dont la main-d'œuvre est plus jeune et moins chère. Dans ce contexte, différents sujets de formation sont abordés: installation des cobots et conception du poste de travail, conception matérielle, logicielle et cellulaire, conception des fonctionnalités, équilibre des chaînes d'assemblage et évaluation ergonomique de l'interaction homme-robot.



### 3 Objectif principal

La volonté de TOURINGS est de développer des outils de formation innovants adressés aux secteurs manufacturiers dans les domaines de la robotique collaborative et ainsi faciliter son implantation et améliorer les compétences et connaissances sur cette technologie clé pour les années à venir.

TOURINGS dispensera une formation abordant les aspects clés des secteurs manufacturiers européens:

- a) les exigences de sécurité pour l'interaction homme-robot,
- b) mesure ergonomique dans l'interaction homme-robot,
- c) intégration des cobots dans le bilan de la chaîne d'assemblage et
- d) conception de différents modules et comportements du robot pour répondre aux besoins de production.

TOURINGS vise à favoriser l'installation de cobots alignés sur la norme ISO-TS 15066 dans toute l'UE pour améliorer le bien-être des travailleurs en évitant les troubles musculo-squelettiques liés au travail (TMS), améliorer la conception du comportement des cobots grâce à sa modularité et améliorer les connaissances sur les principes de la chaîne d'assemblage.

La formation doit comprendre les modules suivants:

- 1 **Bases de la robotique collaborative:** il comprendra tous les aspects pertinents liés à la mécanique, à l'électronique, à l'informatique, à l'intelligence artificielle, à l'ingénierie de contrôle et à la physique, entre autres.
- 2 **Conception et comportement modulaires de la robotique collaborative:** il montrera les possibilités de modularité et de reprogrammabilité des fonctionnalités de la robotique collaborative et des différentes cellules robotiques
- 3 **Exigences de sécurité pour la robotique collaborative:** il couvrira tous les aspects relatifs liés à une interaction physique homme-robot sûre, alignée sur les exigences de la norme ISO 15066.
- 4 **Installation de robotique collaborative sur la chaîne d'assemblage:** il présentera aux apprenants quelques principes de chaîne d'assemblage et de fabrication à prendre en compte avant d'installer la robotique collaborative pour en tirer le meilleur parti.
- 5 **Interactions robotiques collaboratives. Modèle humain numérique, simulation humaine numérique et méthode RULA:** ce module montrera comment un modèle humain numérique peut être créé pour mesurer l'interaction physique homme-robot à l'aide de différentes méthodes.

Le cours s'adressera aux entreprises manufacturières de l'UE avec une attention particulière aux secteurs où les travailleurs ont des tâches plus répétitives, avec de lourdes charges dans des postes non ergonomiques. Il s'adresse également aux gestionnaires des ressources humaines, aux décideurs politiques, aux prestataires d'EFP, aux organismes de formation et aux formateurs et aux établissements d'enseignement supérieur spécialisés en robotique, aux cabinets de conseil offrant un soutien spécialisé pour les installations robotiques et l'équilibre



des lignes d'assemblage et aux étudiants et chômeurs intéressés par la robotique collaborative.

## JOINT CURRICULUM

### Module 1

<b>Bases de la robotique collaborative</b>	<b>1 Histoire</b>	
	1.1 Révolutions industrielles	
	1.2 La robotique du début à aujourd'hui	
	1.3 Impact de la robotique dans le processus de production	
	<b>2 Structure des robots collaboratifs</b>	<b>3 Caractéristiques des robots collaboratifs</b>
	2.1 Haches	3.1 Poids et charge utile
	2.2 Systèmes de coordonnées	3.2 Portée
	2.3 Entrées et sorties numériques	3.3 Précision et répétabilité
	2.4 Entrées et sorties analogiques	3.4 Vitesse et accélération
	<b>4 Configuration initiale du cobot</b>	<b>5 techniques de programmation de base</b>
	4.1 Fichiers d'installation	5.1 Structure du programme
	4.2 TCP (point central total)	5.2 Instructions d'E/S
	4.3 Centre de masse	5.3 Instructions de mouvement
	4.4 Limites	5.4 Instructions de contrôle

### Module 2

<b>Conception et comportement modulaires de la robotique collaborative</b>	<b>1 Matériel pour cobots</b>
	1.1 Châssis, liaisons et articulations du robot
	1.2 Capacités techniques du Cobot / Robot. Système d'entraînement
	1.3 Principes de sélection des Cobots / Robots
	<b>2 systèmes de préhension Cobot</b>
	2.1 Construction et classification des outils d'extrémité de bras
	2.2 Utilisation d'effecteurs finaux dans différentes applications
	2.3 Sélection et utilisation de l'EOAT dans l'entreprise
	<b>3 Application des capteurs et IA en robotique</b>
	3.1 Classification et applications des capteurs
	3.2 Nécessités d'utiliser des capteurs
	3.3 Intégration des informations des capteurs dans le cycle de travail du cobot
	3.4 Technologies d'IA pour l'amélioration des processus



**4 applications typiques des cobots**

- 4.1 Assemblage
- 4.2 Contrôle qualité
- 4.3 Entretien des machines CNC
- 4.4 usinage
- 4.5 Palettisation

**5 Évaluation des risques et analyse coûts-avantages**

- 5.1 Évaluation des risques
- 5.2 Analyse coûts-avantages

**Module 3****Exigences de sécurité pour la robotique collaborative****1 Normes**

- 1.1 Normes DIN EN ISO 12100
- 1.2 Normes ISO/TS 15066
- 1.3 Leurs limites dans leur application
- 1.4 Points d'attention lors de la mise en œuvre de cobots dans les lignes de production

**2 Limites biomécaniques**

- 2.1 Définition des limites biomécaniques
- 2.2 Types de mesures des limites biomécaniques

**3 Conformité CE et évaluation des risques**

- 3.1 Définition de l'évaluation des risques
- 3.2 Méthodes d'évaluation des risques

**4 Planifier une cellule sûre**

- 4.1 Principes d'une cellule sécuritaire
- 4.2 Bases de conception
- 4.3 Bases de la gestion de projet
- 4.4 Modèles CAO
- 4.5 Nécessité de mettre en place une cellule sécurisée
- 4.6 Conception de doigts de préhension sûrs

**5 technologies de sécurité**

- 5.1 Types de capteurs de sécurité et leur mode de fonctionnement
  - 5.1.1 Barrières lumineuses
  - 5.1.2 Barrières lumineuses
  - 5.1.3 Systèmes optiques
  - 5.1.4 Autres



## Module 4

### Installation de robotique collaborative dans la chaîne de montage

#### **1 Bases du projet d'intégration**

- 1.1 Compréhension générale de l'intégration
- 1.2 Principes d'intégration des cobots
- 1.3 Avantages de l'intégration du cobot
- 1.4 Principales erreurs dans le processus d'intégration

#### **2 Principes de mise en œuvre et aménagement du lieu de travail**

- 2.1 Principes généraux de mise en œuvre du robot
- 2.2 Principales étapes du projet de mise en œuvre
- 2.3 Principes de conception du poste de travail robotisé
- 2.4 Aménagement du lieu de travail
- 2.5 L'impact des tâches de travail sur la conception du lieu de travail
- 2.6 Principes de gestion de projet

#### **3 Intégration du cobot dans la chaîne de montage et équilibrage de la chaîne de montage**

- 3.1 Système d'assemblage
- 3.2 Principales étapes pour une intégration réussie du cobot
- 3.3 Outils et méthodes d'intégration
- 3.4 Signification de l'équilibrage de la chaîne de montage
  - 3.4.1. Calcul du temps de contact
  - 3.4.2. Définitions prises en compte avec l'équilibrage des lignes
- 3.5. Principes et modèles d'équilibrage des chaînes de montage

#### **4 Configuration et reconfiguration de la chaîne d'assemblage**

- 4.1. Collaboration humain – robot
  - 4.1.1. Collaboration homme-robot basique
  - 4.1.2. Possibilités entre humains et cobots de travailler ensemble sur un lieu de travail
- 4.2. Robots collaboratifs sur une ligne de production
- 4.3. Principes de configuration et de reconfiguration
  - 4.3.1 Configuration du système
  - 4.3.2 Configuration matérielle et logicielle

#### **5 La production en chaîne d'assemblage et ses performances**

- 5.1. Processus de production dans une chaîne de montage
- 5.2 Performances sur le lieu de travail et sur la chaîne de montage



## Module 5

**Interactions  
robotiques  
collaboratives.  
Modèle humain  
numérique,  
simulation  
humaine  
numérique et  
méthode RULA**

### **1 Interactions robotiques collaboratives**

- 1.1 Définition des interactions robotiques collaboratives
- 1.2 Risques liés aux armes de destruction massive
- 1.3 Risques de troubles psychologiques liés au recours à la robotique collaborative

### **2 Simulation Humaine Numérique et méthode RULA**

- 2.1 Définitions du modèle humain numérique, de la simulation humaine numérique et de la méthode RULA
- 2.2 Raisons d'utiliser ces méthodes
  - 2.2.1 plus de productivité
  - 2.2.2 Meilleur bien-être des salariés
  - 2.2.3 Une meilleure marque employeur
- 2.3 Façons de mesurer ces méthodes

### **3 Analyse des résultats de simulation humaine numérique et méthode RULA**

- 3.1 Évaluation du risque
- 3.2 Calculer la manière la plus efficace d'appliquer les solutions
- 3.3 Mesure des avantages induits par le recours à la robotique collaborative
- 3.4 Moyens d'améliorer les situations actuelles

