

Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Intercomunicació entre dispositiu mòbil Android i el TM5-900

Memòria

Joan Fortuny Conrado

PONENT: Josep Lopez Xarbau

TARDOR/PRIMAVERA 2024

Resum

Aquest projecte tracta de la creació d'un entorn de comunicació entre un robot col·laboratiu i l'usuari. Aquest entorn consta d'una aplicació per mòbil Android, un servidor i un braç robòtic. El robot utilitzat es el TM5-900, aquest reb les ordres des de l'aplicació per executar-les de forma remota, ja sigui moviments concrets o funcions de transport d'objectes. S'utilitzaran plataformes de programació com Android Studio i Python per connectar el dispositiu mòbil Android amb el TM5-900. Aquesta integració de tecnologies obrirà un ventall de possibilitats per a la utilització del TM5-900 en diverses aplicacions i entorns.

Resumen

Este proyecto trata de la creación de un entorno de comunicación entre un robot colaborativo y el usuario. Este entorno consta de una aplicación por móvil Android, un servidor y un brazo robótico. El robot utilizado es el TM5-900, éste recibe las órdenes desde la aplicación para ejecutarlas de forma remota, ya sea movimientos concretos o funciones de transporte de objetos. Se utilizarán plataformas de programación como Android Studio y Python para conectar su dispositivo móvil Android con el TM5-900. Esta integración de tecnologías abrirá un abanico de posibilidades para la utilización del TM5-900 en distintas aplicaciones y entornos.

Abstract

This project deals with the creation of a communication environment between a collaborative robot and the user. This environment consists of an Android mobile application, a server and a robotic arm. The robot used is the TM5-900, it receives commands from the application to execute them remotely, either specific movements or functions of transporting objects. Programming platforms such as Android Studio and Python will be used to interface the Android mobile device with the TM5-900. This integration of technologies will open up a range of possibilities for the use of the TM5-900 in various applications and environments.

Índex.

Índex de figures.	III
Índex de taules.	V
Glossari de termes.	VII
Normatives	IX
1. Introducció.	1
2. Objectius.	3
2.1. Propòsit.	3
2.2. Finalitat	3
2.3. Objecte.	3
2.4. Abast	3
2.5. Context en les línies de recerca i transferència del coneixements del Tecnocampus.	4
3. Antecedents i context del treball a realitzar.	5
3.1. Antecedents.	5
3.2. Context del treball.	5
3.2.1 Indústria 4.0	5
4. Objectius de detall i especificacions tècniques.	13
5. Generació i plantejament de solucions alternatives	15
6. Disseny del programari de reconeixement i transport a partir del TMflow.	17
6.1. Requisits de programari	17
7. Disseny del programari d'enviament de d'ordres des de el mòbil Android.	23
8. Disseny del servidor per la rebuda i enviament de dades a diverses IP	25
9. Desenvolupament de la solució	27

10. Pressupost	37
11. Planificació.	39
11.1. Establiment dels recursos	39
11.2. Desenvolupament del projecte	40
11.3. Pla de contingència	42
12.4 Desenvolupament del projecte planificat	47
12. Impacte mediambiental.	51
13. Perspectiva de gènere.	53
14. Conclusions i perspectiva de futur.	55
15. Referències.	57

Índex de figures.

Fig. 3.1 Logo d'Android Studio	6
Fig. 3.2 Cobot treballant en una assembladora de cotxes en la fàbrica GM	7
Fig. 3.3 Braç robòtic UR5 de l'empresa Universal Robots.....	8
Fig. 3.4 Braç robòtic TM5-900.	9
Fig. 3.5 Consum elèctric del TM5-900.	10
Fig. 3.6 Controlador per moure el TM5-900.....	10
Fig. 3.7 Diagrama de flux en TMflow.....	11
Fig. 3.8 Configuració de seguretat amb persones en el espai de treball	12
Fig. 5.1 Diagrama de flux d'informació entre mòbil a ordinador o portàtil i aquest connectat per cable al PLC i TM5-900.....	15
Fig. 5.2 Diagrama de flux d'informació entre mòbil a ordinador o portàtil i aquest connectat per xarxa al PLC i TM5-900.	16
Fig. 5.2 Diagrama de flux d'informació entre mòbil al PLC i TM5-900.....	16
Fig. 6.1 Reconeixement de peça elaborada per la càmera integrada al TM5-900.	18
Fig. 6.2 Tasca de visió de TMflow	19
Fig. 6.3 Tasca de xarxa de TMflow d'enviament de dades.	20
Fig. 6.4 Tasca de xarxa de TMflow de rebuda de dades.	21
Fig. 7.1 Interfaç del mòbil.....	23
Fig. 8.1 Programa de servidor en Python.....	25
Fig. 9.1 Diagrama de blocs d'execució de la comunicació entre mòbil, portàtil i TM5-900...	27
Fig. 9.2 Diagrama de blocs d'execució de la tasca de reconeixement i desplaçament del TM5-900.	28
Fig. 9.3 Diagrama de blocs d'execució de la tasca de visió en TMflow per el reconeixement de tres peces diferents.	29
Fig. 9.4 TM5-900 operant en la zona de la cinta de transport.....	30

Fig. 9.4 TM5-900 operant en la zona de repositori.	31
Fig. 9.4 Diagrama de blocs de TMflow per la anàlisi de celes ocupades.	33
Fig. 9.5 Diagrama de blocs de TMflow per la anàlisi de celes ocupades.	34
Fig. 9.6 Diagrama de blocs de TMflow executar el moviment a la cel·la desocupada.	35
Fig. 11.1 Diagrama de Gantt	42
Fig. 11.2 Diagrama de flux del pla de contingència	43
Fig. 12.1 Encoder de Techman Robots	48
Fig. 12.2 Motor de la cinta de transport	49

Índex de taules.

Taula 11.1: Recursos i assignació de costos i dies hàbils.....	39
Taula 11.2: Planificació del projecte	41
Taula 11.3: Puntuació de la gravetat i probabilitat de cada risc	44
Taula 11.4: Pla de contingència del grup 1.....	45
Taula 11.5: Pla de contingència del grup 2.....	46
Taula 11.6: Pla de contingència del grup 3.....	47

Glossari de termes.

IDE	Entorn de desenvolupament integrat
IOT	Internet de les coses
IP	Protocol de Internet
QR	Codi de resposta ràpida

Normatives

Directives.

2006/42/CE – Directiva relativa a les màquines amb la finalitat de garantir la seguretat.

Normatives UNE-EN ISO.

UNE-EN ISO/DIS 21260:2018-11 - Seguretat de la maquinaria: dades de seguretat mecànica per contactes físics entre maquinaria en moviment o parts mòbils de maquinaries y persones.

UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 - Requisits generals per la competència dels laboratoris de assajos i calibratge.

UNE-EN ISO 10218-1:2011 - Robots i dispositius robòtics. Requisits de seguretat per robots industrials. Part 1: Robots.

UNE-EN ISO 10218-2:2011 - Robots i dispositius robòtics. Requisits de seguretat per robots industrials. Part 2: Sistema robot i integració.

UNE-EN ISO 9241-9 - Requisits ergonòmics per treballa d'oficines amb pantalles de visualització de dades (PDV). Part 9: Requeriments per a dispositius d'entrada diferents al teclat.

UNE-EN ISO 13482:2014 - Robots i dispositius robòtics. Requeriments de seguretat per a robots no industrials. Robots d'assistència personal no mèdics.

UNE-EN 61508-1:2003 - Seguretat funcional dels sistemes elèctrics/electrònics/electrònics programables relacionats amb la seguretat. Part 1: Requisits generals.

Normatives ISO/TS/TR.

ISO/TS 15066:2016 - Especificació dels requisits de seguretat pels sistemes de robots industrials col·laboratius y el entorn de treball.

ISO/TR 9241-810:2020 - Ergonomics of human-system interaction. Part 810: Robotic, intelligent and autonomous Systems.

X

ISO/TS 150066:2016 - Robots and robòtic devices – Collaborative robots.

ISO/TR 20218-1:2018 - Robotics – Safety design for industrial robots Systems. Part 1: Endeffectors.

ISO/TR 23482-1:2020 - Robotics – Application of ISO 13482. Part 1: Safety-related test methods.

1. Introducció

Actualment, la incorporació de la quarta revolució industrial en el món laboral està canviant la manera com les empreses operen.

Mitjançant tecnologies com la robòtica i l'Internet de les Coses (IoT), les empreses implementen aquestes innovacions per satisfer les seves necessitats i millorar la seva eficiència operativa.

Aquest projecte ofereix un mètode que integra la robòtica amb l'Internet de les Coses per proporcionar un flux d'informació i d'activitats contínues i cícliques entre els mons físic i digital. Aquest treball permet posar en pràctica les noves capacitats que aquestes tecnologies ofereixen, així com observar els seus avantatges i inconvenients.

2. Objectius

2.1. Propòsit

El propòsit d'aquest treball és crear l'entorn de comunicació que permeti l'enviament i la recepció de dades del braç robòtic TM5-900, establint així una comunicació estable per treballar a distància amb el robot.

2.2. Finalitat

La finalitat d'aquest projecte és obrir un ventall de possibilitats per a la utilització del TM5-900 en diverses aplicacions i entorns enfocats a la indústria 4.0.

2.3. Objecte

L'objecte d'aquest projecte és desenvolupar una aplicació mòbil per a l'usuari que permeti l'enviament de text al braç robòtic TM5-900. Aquesta aplicació permetrà que l'usuari controli les accions del robot a distància. Per exemple, en situacions en què el braç robòtic necessita prendre decisions, com quina peça agafar, l'usuari podrà enviar un text específic des del seu dispositiu mòbil per instruir el robot sobre quina acció realitzar.

A través d'aquesta aplicació, es busca que la comunicació amb el robot sigui no només a distància, sinó també intuïtiva i fàcil d'utilitzar, facilitant així el control remot i la interacció eficient amb el braç robòtic.

2.4. Abast

El treball inclou el desenvolupament del programari per a la programació del dispositiu Android i la creació del diagrama de blocs en TMflow per al braç robòtic TM5-900. Això permetrà establir la comunicació entre el dispositiu mòbil i el robot.

2.5. Context en les línies de recerca i transferència del coneixements del Tecnocampus.

Les principals transferències de coneixement implicades en el desenvolupament d'aquest projecte són:

- Gestió de projectes: Desenvolupament del projecte i estructuració i planificació.
- Comunicació i Seguretat de la informació: Tenir fonaments d'arquitectura de sistemes de comunicacions.
- Fonaments d'informàtica: Desenvolupaments de programes seqüencials i condicionals.
- Robòtica: Programació amb Robot Col·laboratiu TM5-900.

3. Antecedents i context del treball a realitzar.

3.1. Antecedents.

A causa de l'operativitat del TM5-900 pel desenvolupament de treballs en la universitat, es disposa de múltiples treballs que s'han utilitzat com a base pel desenvolupament d'aquest projecte. Entre ells estan els següents:

Programació col·laborativa entre turtlebot i TM5-900 [1]

Control d'un autòmat mitjançant l'ús d'un eye tracker [2]

3.2. Context del treball.

3.2.1 Indústria 4.0

Els darrers anys, la implicació de la indústria 4.0 en el món laboral s'ha fet més rellevant a causa de la necessitat d'empreses i organitzacions d'adaptar-se a noves formes de processos de fabricació, operacions de negoci i creixement d'ingressos. També s'ha transformat la manera de tractar el client i de subministrar productes que compleixin les seves necessitats.

Per tal de fer-ho possible la indústria 4.0 fa ús dels següents punts clau:

- Transformació Digital: Integració de tecnologies digitals en la indústria per elaborar canvis significatius en els processos del negoci i la producció de productes.
- Smart Factory: Ús de tecnologies intel·ligents com sistemes ciberfísics i Internet of Things (IoT) per millorar eficiència i flexibilitat.
- Integració Vertical i Horitzontal: Millora de la transparència i col·laboració mitjançant la connectivitat entre els diferents nivells de l'empresa i entre empreses.
- Innovació i models de negoci: Adaptació cap a la indústria 4.0 que condueix a la innovació en els models de negoci i processos interns, així com noves formes d'interactuar amb proveïdors i clients. [3]

3.2.1.1. Internet of Things (IoT).

Internet of Things es basa en la capacitat dels objectes per connectar-se a través de xarxes com Wi-Fi, Bluetooth, 5G o ZigBee, per processar informació i comunicar-se entre ells. Això permet que els dispositius estiguin interconnectats i puguin intercanviar dades, facilitant la creació de sistemes més intel·ligents i eficients.

No obstant això, aquesta eina presenta una capacitat de processament limitada, raó per la qual es requereixen altres tecnologies com el núvol o edge computing.

3.2.1.2. Android Studio

Android Studio és un entorn de desenvolupament integrat (IDE) oficial utilitzat pel desenvolupament d'aplicacions d'Android.

Android Studio està basat en l'editor de codi i les eines per desenvolupadors d'IntelliJ IDEA , però ofereix més funcions per aplicacions dirigides al dispositiu Android per a poder donar ajut a desenvolupar el treball final.

Entre elles estan la capacitat d'unificar tots els dispositius Android i edicions en viu per actualitzar elements componibles en emuladors i dispositius físics en temps real.

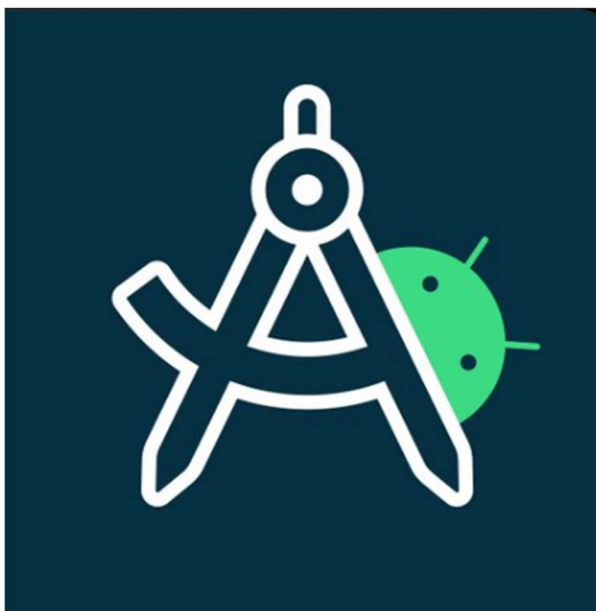


Fig. 3.1 Logo d'Android Studio

Font: [4]

3.2.1.3. Robòtica col·laborativa i el TM5-900

Els robots col·laboratius, coneguts com a Force Limited Robots (FLRs) o cobots, estan dissenyats per treballar conjuntament amb persones sense necessitat de mesures de seguretat com sensors de proximitat o tanques que impedeixen treballar de forma contínua entre el robot i l'operador.

La història dels cobots és remunta als anys 90 quan General Motors, una empresa estatunidenca encarregada de la venda d'automòbils, va identificar que sorgien problemes greus respecte a la salut i seguretat dels treballadors. Encara que existia la cooperació de tasques ja automatitzades, encara hi havia de fer esforços físics com aixecar càrregues pesades per transferir-les al robot.

La generació de lesions i pèrdues de productivitat que comportaven aquestes labors van portar GM a buscar solucions per reduir la càrrega de treball dels operadors sense eliminar-los del seu lloc de treball.

A partir de dos investigadors de la Northwestern University, Michael Peshkin i J. Edward Colgate, van desenvolupar el primer robot col·laboratiu el 1996, dissenyat per treballar en harmonia amb els humans sense posar en risc la seva seguretat.



Fig. 3.2 Cobot treballant en una assembladora de cotxes en la fabrica GM

Font: [5]

Aquests robots tenien sensors de tacte i de força per detectar el comportament dels treballadors i donar-los assistència per l'aixecament de càrregues de forma segura i eficaç.

El 2004 KUKA, una empresa multinacional d'automatització i robòtica industrial amb el seu en Alemanya, va llençar al mercat el model LBR 3 que seria reconegut com el primer cobot dissenyat per la interacció directa amb els treballadors sense barreres de seguretat, augmentant així la seguretat de l'operador i incrementar en la productivitat.[6]

Més endavant es va fundar en Dinamarca al 2005 l'empresa Universal Robots amb l'objectiu de desenvolupar robots col·laboratius assequibles, flexibles i fàcils d'usar. El 2008 van llençar al mercat el model UR5 seguit per models UR10 i UR3 que van elevar la compra d'aquest tipus de robots.

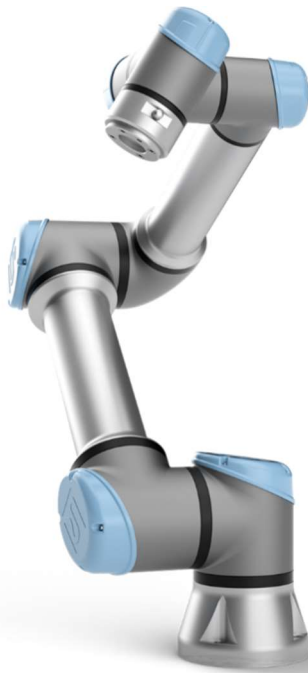


Fig. 3.3 Braç robòtic UR5 de l'empresa Universal Robots

Font: [7]

A diferència d'altres robots industrials que havien d'estar ubicats en una zona separada, aquest robot va ser instal·lat sense mesures de seguretat usuals com ara gàbies, a més que es podia programar mitjançant una pantalla tàctil. Aquesta funció la va utilitzar l'empresa Linatex per programar el robot, que no tenia experiència prèvia en el sector.[8]

Aquestes característiques, juntament amb la seva flexibilitat i preus assequibles, fan que siguin una gran aportació per a petites i mitjanes empreses, millorant la productivitat sense requerir personal especialitzat per al seu manteniment i instal·lació.

Finalment, el 2016 es va publicar l'ISO/TS 15066, que conté les directius de seguretat respecte la interacció del ser humà amb els robots col·laboratius.

El braç robòtic TM5-900 està dissenyat amb aquestes característiques per operar de forma segura, evitant accidents gràcies a mecanismes de regulació de força.



Fig. 3.4 Braç robòtic TM5-900.

Font: [Elaboració pròpia]

El TM5-900 mou de forma electrònica, el seu circuit format de sis eixos de llibertat i una llargada de 900 mm. L'arquitectura del robot permet dur a terme treballs on siguin necessaris per accedir a qualsevol punt d'espai tridimensional, i orientar-se en qualsevol direcció requerida.

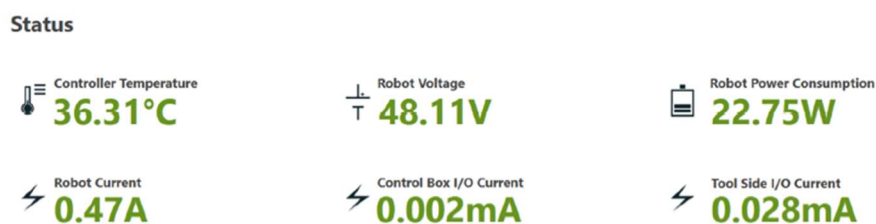


Fig. 3.5 Consum elèctric del TM5-900.

Font: [Elaboració pròpia]

En la figura 3.6 permet l'operari moure tots els eixos en un pla de coordenades fixe.

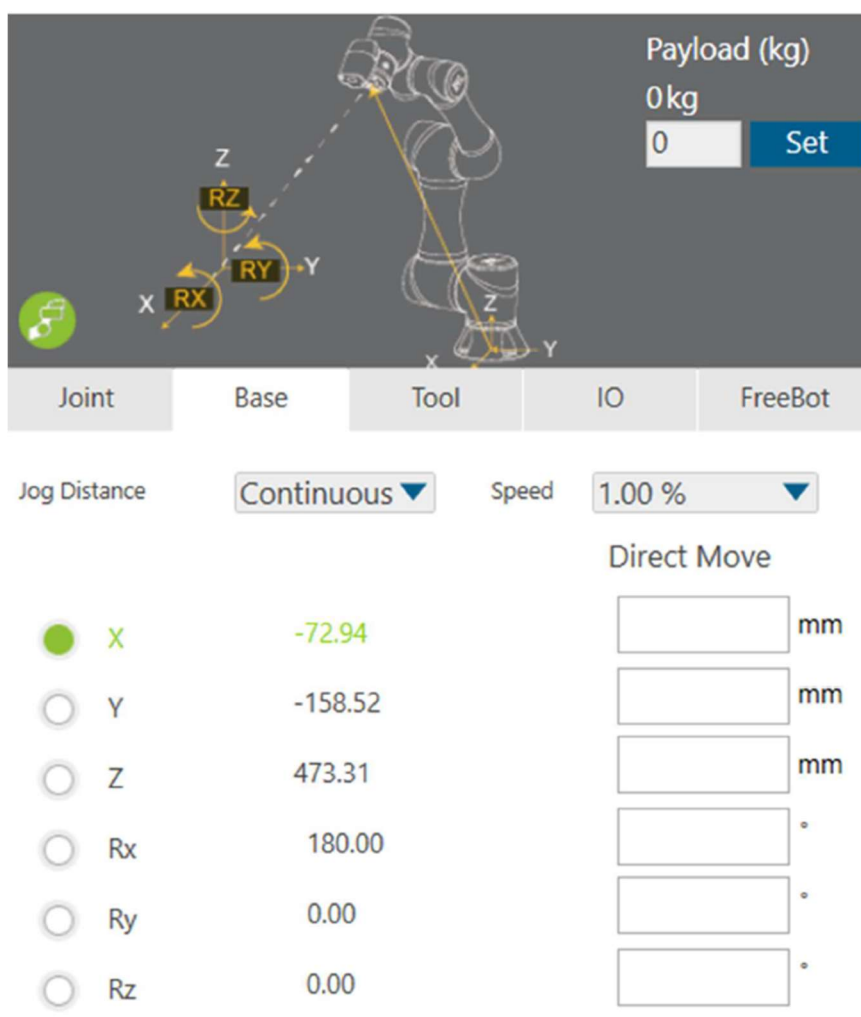


Fig. 3.6 Controlador per moure el TM5-900.

Font: [Elaboració pròpia]

També compta amb un programa propi anomenat TMflow per elaborar esquemes virtuals dels moviments a realitzar del robot. Aquests moviments poden ser elaborats amb assistència d'una persona manualment, programats de forma escrita o utilitzant la càmera afegida al robot pel reconeixement visual d'objectes o imatges com ara codis QR.

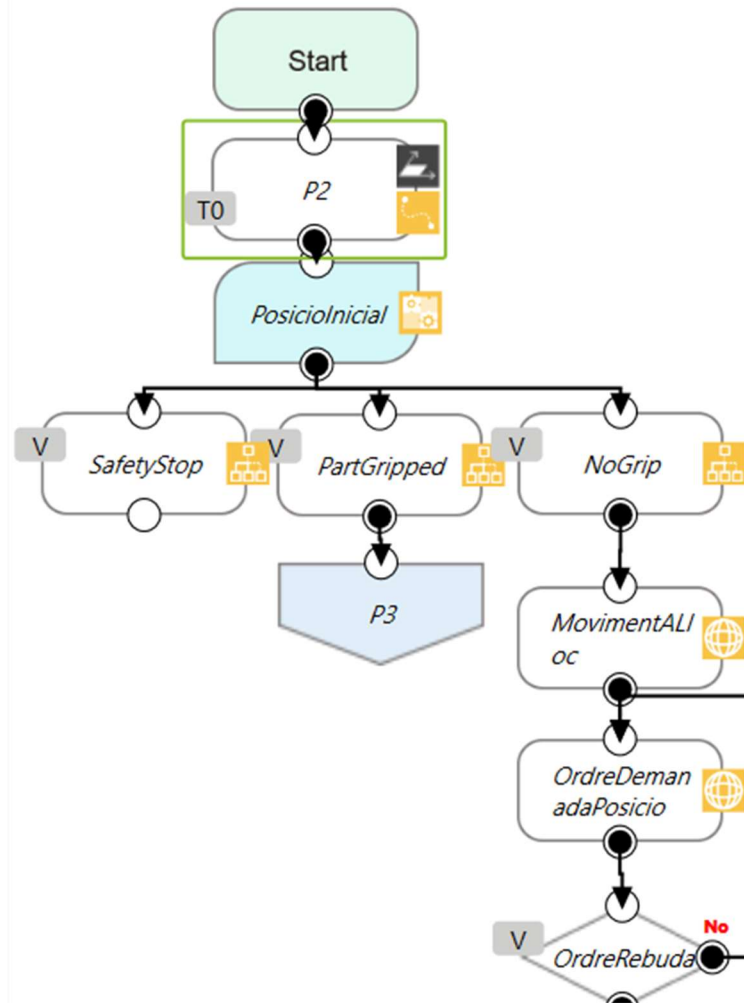


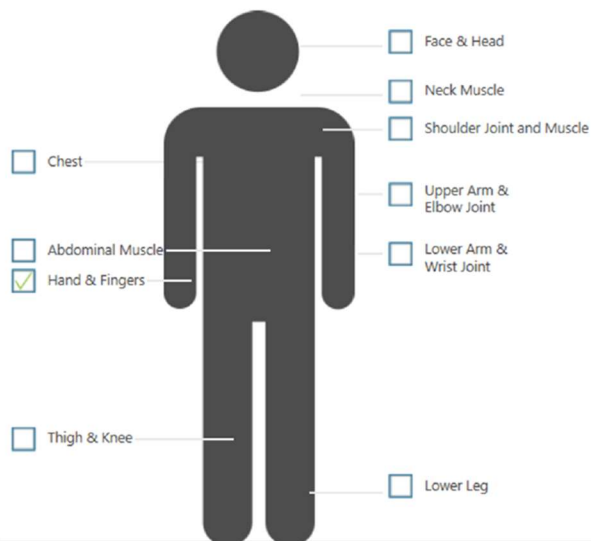
Fig. 3.7 Diagrama de flux en TMflow

Font: [Elaboració pròpia]

També es pot accedir a les mesures de seguretat de la màquina, com ara la velocitat que pot arribar el braç robòtic en l'espai de treball, a més de tindre en compte les zones de risc amb la persona operant conjuntament amb la màquina.

t

1. Please set body regions that could be contacted by the robot in the collaborative workspace



2. Result

When robot enters the collaborative workspace, the path motion set with 100% speed will be automatically changed into

mm/sec

When robot enters the collaborative workspace, the PTP motion set with 100% speed will be automatically changed into

%

When robot enters the collaborative workspace, the speed setting will be achieved within

ms

Enable G-Sensor ?

Input boxes highlighted with blue borders have been modified to be higher than the default values. Minimum possible contact area calculation have been removed. In this case, it's user's responsibility and liability to perform risk assessment and validate safety parameters due to the modification.

This feature is designed for user to quickly have a basic setting

Fig. 3.8 Configuració de seguretat amb persones en el espai de treball

Font: [Elaboració pròpia]

4. Objectius de detall i especificacions tècniques.

Aquest projecte té com a propòsit el desenvolupament d'un entorn de comunicació entre el dispositiu mòbil Android i el braç col·laboratiu TM5-900. Amb aquest entorn que s'executa des de una aplicació, es podrà enviar les ordres per decidir el camí que seguirà el diagrama de blocs elaborat amb TMflow.

A continuació es presenten els objectius i les especificacions tècniques per al desenvolupament d'aquesta aplicació.

- Dissenyar a partir de TMflow un programari de selecció i desplaçament de peces.
 - o Crear un diagrama de blocs per l'elaboració de la tasca de transport i reconeixement de peces.
 - o Intercomunicació entre el programari i el braç robòtic de forma contínua i cíclica.
 - o Fer ús dels components adherits al braç TM5-900 per elaborar la tasca de reconeixement i transport de les peces com la càmera de visió artificial i la pinça per agafar les peces.
- Disseny d'una aplicació mòbil amb una interfície d'usuari intuïtiva:
 - o Incorporació d'un sistema de missatgeria per donar ordres.
 - o Terminals d'accés remot.
 - o Ús de programari que faci ús d'una connexió Ethernet, Wi-Fi o tecnologies mòbils 4G o 5G.
- Disseny d'un servidor per coordinar la comunicació entre els múltiples dispositius
 - o Registre de les diverses IP de cada dispositiu connectat a la xarxa.
 - o Permetre el flux d'informació entre múltiples IP.

5. Generació i plantejament de solucions alternatives

Per complir els objectius i especificacions tècniques es plantegen múltiples solucions a les quals complirien els requisits del projecte. Com el projecte es basa en la comunicació entre un dispositiu mòbil i el TM5-900 s'han de tindre en compte la seva connexió com ara els elements intermedis que puguin haver.

S'han pogut observar tres possibles alternatives per establir la comunicació que seran les següents:

1. Connexió de dispositiu mòbil a servidor, aquest connectat mitjançant un cable Ethernet al PLC i TM5-900:

La següent solució representa l'opció més exempta a l'ús de connexions sense fils a més de tenir solucions ja formades en treballs anteriors amb el TM5-900.

Ara bé, en requerir tenir una connexió física amb el robot i TM5-900, aquesta metodologia limita la forma d'operativitat amb què es tracta la informació.

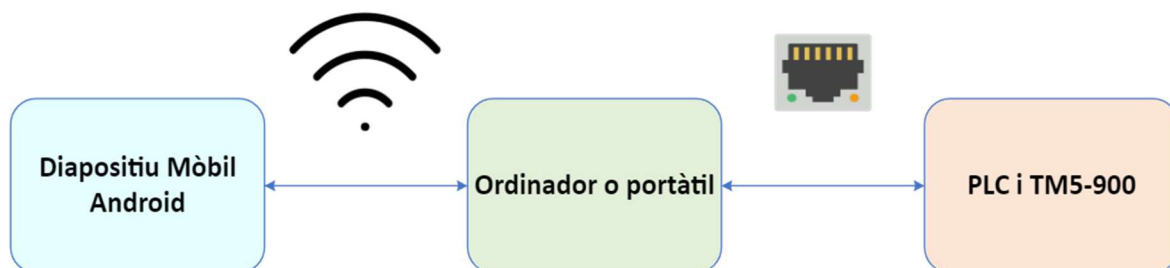


Fig. 5.1 Diagrama de flux d'informació entre mòbil a ordinador o portàtil i aquest connectat per cable al PLC i TM5-900.

Font: [Elaboració pròpia]

2. Connexió de dispositiu mòbil a servidor, aquest connectat de forma sense fils al PLC i TM5-900:

La següent solució elimina la necessitat d'estar connectats mitjançant cable si no utilitzant un rúter per establir les comunicacions. D'aquesta manera la metodologia de comunicacions roman constant entre tots els dispositius, però també presenta múltiples problemes com ara les necessitats que tots els elements tinguin accés al rúter.

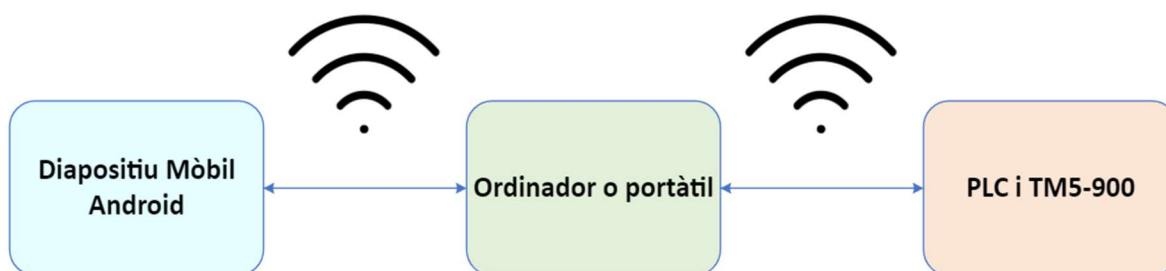


Fig. 5.2 Diagrama de flux d'informació entre mòbil a ordinador o portàtil i aquest connectat per xarxa al PLC i TM5-900.

Font: [Elaboració pròpia]

3. Connexió de dispositiu mòbil directament al PLC i TM5-900.

Finalment, es plantejaria la connexió directa entre els dos elements, essent la més simple d'operar respecte a les anteriors alternatives però representat un major grau de dificultat quant a fer-ho funcionar.

A més que s'hauria d'implementar la capacitat de tindre un servidor amb un dispositiu que pot presentar problemes de capacitat en hardware per poder operar i la creació d'una interfície simple d'utilitzar per part de l'aplicació mòbil, que simultàniament operaria amb el servidor i el sistema de missatges cap a la resta de dispositius.



Fig. 5.2 Diagrama de flux d'informació entre mòbil al PLC i TM5-900.

Font: [Elaboració pròpia]

En conclusió, a les alternatives plantejades es considera que la segona opció és la més realista respecte al mateix temps que consumiria el desenvolupament del treball i l'alternativa que genera més valor al projecte final.

6. Disseny del programari de reconeixement i transport a partir del TMflow.

En aquest apartat, s'abordarà el disseny del programari de reconeixement i transport, on el braç robòtic TM5-900 elaborarà la tasca de reconeixement i transport d'un objecte en moviment en una cinta de transport a partir de les instruccions realitzades del programari de TMflow.

També s'elaborarà un sistema d'enviament de dades corresponent a les accions i comportament que estigui duent a terme el TM5-900 en temps real.

6.1. Requisits de programari

Per tal de dur a terme la tasca de reconeixement i transport d'un objecte, s'utilitza els diferents tipus de blocs proveïts pel TMflow per elaborar pas per pas cada funció, entre elles estan:

La tasca de Visió:

Mitjançant la càmera instal·lada en el TM5-900 es pot identificar la ubicació i el tipus d'objecte que visualitza la càmera. A partir de la tasca de visió podem elaborar decisions segons els resultats obtinguts.

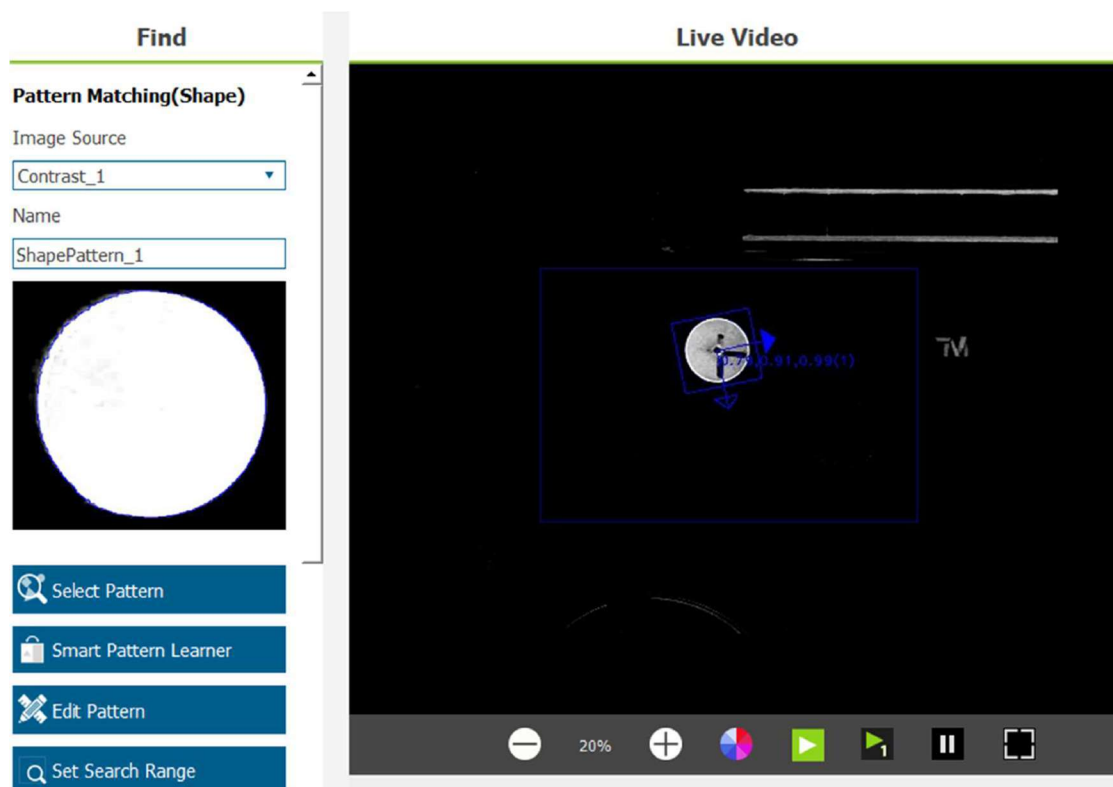


Fig. 6.1 Reconeixement de peça elaborada per la càmera integrada al TM5-900.

Font: [Elaboració pròpia]

En la següent imatge trobem la ubicació de múltiples peces sense cap organització que han pogut ser classificades segons la seva posició de la coordenada x i y conjuntament amb errors del procediment d'identificació del codi QR de cada fitxa.

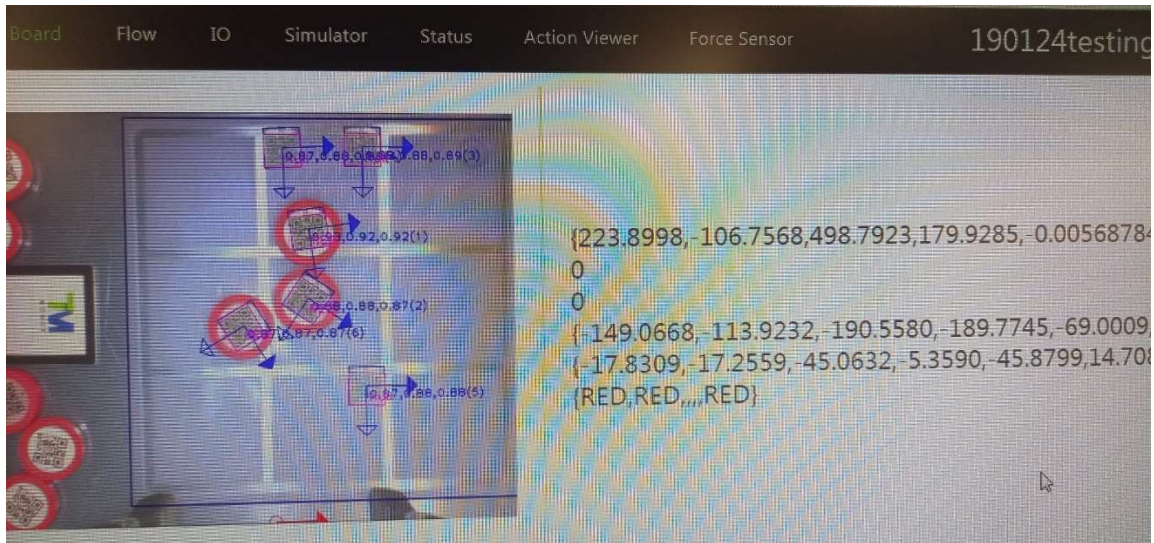


Fig. 6.2 Tasca de visió de TMflow

Font: [Elaboració pròpia]

La tasca de Xarxa:

Amb el TM5-900 connectat a la xarxa podem crear una comunicació de forma sense fils entre el robot i altres dispositius. Per poder elaborar aquesta funció, la tasca de xarxa es divideix en dos apartats:

- Enviament de dades:

El TMflow envia un text a una adreça IP en concret, per exemple tenim la següent captura on s'estableix comunicació amb el servidor per enviar el text de "CONVEYOR_o_REPOSITORI".

The screenshot shows the 'Network' configuration interface in TMflow. At the top, there is a title 'Network' and a close button (X). Below this, the 'Node Name' is set to 'MovimentALloc'. The 'Choose Device' dropdown is set to 'ntd_Servidor'. There are two radio buttons: 'Receive to Variable' (unselected) and 'Send' (selected). Under the 'Send' option, there is a 'Typing' section with a text input field containing 'CONVEYOR_o_REPOSITORI' and a blue edit icon. Below this is a 'Variable' dropdown menu. Further down, there are two more dropdown menus: 'Extra Idle Time' (with a unit of 'ms' and a 'Text' button) and 'Send Status'. At the bottom, there are two buttons: 'OK' (blue) and 'Delete this node' (pink).

Fig. 6.3 Tasca de xarxa de TMflow d'enviament de dades.

Font: [Elaboració pròpia]

- Rebuda de dades:

El TMflow rep un text d'una adreça IP en concret i es registra en una variable creada en el TMflow, per exemple tenim la següent captura on s'estableix comunicació amb el servidor per rebre el text enviat pel servidor i registrar-ho en la variable "var_posició".

Network ✕

Node Name OrdreDemanadaPosicio

Choose Device ntd_Servidor >

Receive to Variable Send

Variable var_Posicio >

Maximum received data time 0 ms **Var**

Extra Idle Time > ms **Text**

Connection Status (bool) >

OK **Delete this node**

Fig. 6.4 Tasca de xarxa de TMflow de rebuda de dades.

Font: [Elaboració pròpia]

Amb l'ús dels dos blocs de xarxa es pot efectuar la funció de comunicació entre el TM5-900 i el servidor al qual estigui connectat.

7. Disseny del programari d'enviament de d'ordres des de el mòbil Android.

El principal objectiu de la interfície de l'usuari es buscar que no es requereixi coneixement o formació especialitzada. L'aplicació ha de permetre la ràpida interpretació de la informació mostrada, així com l'ús per elaborar l'activitat requerida.

La interfície constata d'un quadre de text, el botó d'enviament del text escrit i d'un quadre de text. Aquest quadre de text on es rep la informació enviada des del servidor que estigui connectat el dispositiu mòbil.

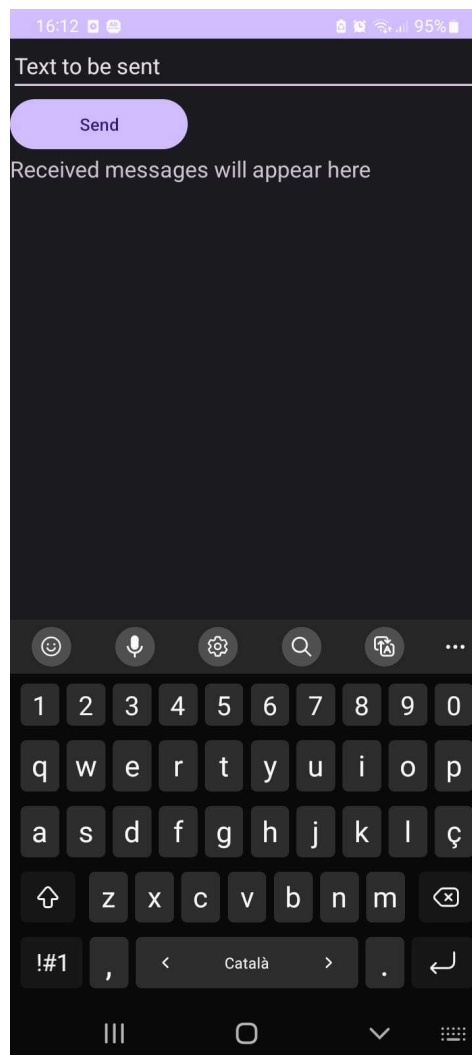


Fig. 7.1 Interfaç del mòbil

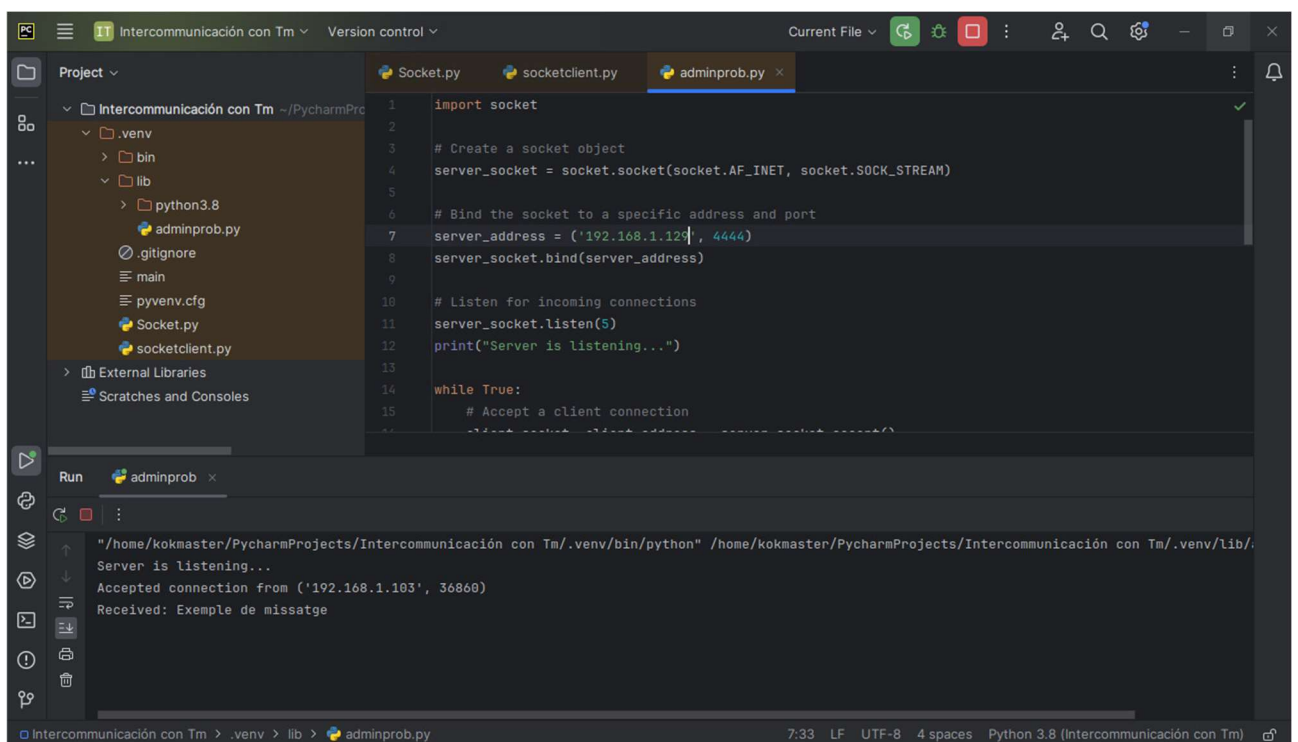
Font: [Elaboració pròpia]

8. Disseny del servidor per la rebuda i enviament de dades a diverses IP

Per poder coordinar múltiples IP de forma sistemàtica, l'ús d'un servidor que gestioni els diversos missatges que es reben des del dispositiu mòbil o el TM5-900 facilita la identificació de possibles errors en la comunicació, a més de generar un historial de les dades enviades.

S'ha elaborat un programa amb Python per crear un servidor que tingui una IP i un port concret que permeti la connexió amb el servidor. Aquest servidor estarà programat per registrar les IP de cada dispositiu i reenviar la informació als dispositius connectats.

Quan un dispositiu envia un missatge, tots els dispositius registrats en el servidor, excepte l'emissor, rebran el missatge. A continuació, es presenta un exemple d'un servidor en espera de rebre un missatge, que rep un missatge de la IP "192.168.1.120" amb el contingut: "Exemple de missatge".



The screenshot shows the PyCharm IDE interface. The main editor window displays the code for a Python server program named 'adminprob.py'. The code is as follows:

```
1 import socket
2
3 # Create a socket object
4 server_socket = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
5
6 # Bind the socket to a specific address and port
7 server_address = ('192.168.1.120', 4444)
8 server_socket.bind(server_address)
9
10 # Listen for incoming connections
11 server_socket.listen(5)
12 print("Server is listening...")
13
14 while True:
15     # Accept a client connection
16     client_socket, client_address = server_socket.accept()
```

The Run console at the bottom shows the output of the program:

```
"/home/kokmaster/PycharmProjects/Intercomunicación con Tm/.venv/bin/python" /home/kokmaster/PycharmProjects/Intercomunicación con Tm/.venv/lib/
Server is listening...
Accepted connection from ('192.168.1.103', 36860)
Received: Exemple de missatge
```

Fig. 8.1 Programa de servidor en Python

Font: [Elaboració pròpia]

En aquest codi, es crea un servidor que escolta a la IP "192.168.1.120" i al port 44444. Cada cop que un client es connecta, es crea un fil separat (ClientHandler) per gestionar la comunicació amb aquest client. Quan un client envia un missatge, el servidor el retransmet a tots els altres clients connectats, excepte a l'emissor original.

Aquest disseny permet gestionar múltiples connexions simultànies de manera eficient, assegurant una comunicació fluida entre tots els dispositius registrats.

Mitjançant el mateix procediment es pot demanar el TM5-900 de forma similar per tal que a partir del TMflow, aquest es desenvolupi bifurcacions segons allò que s'hagi demanat per part del dispositiu Android com ara la funció de seguiment.

Per tal de comunicar-se amb el servidor, el TMflow disposa dels blocs programables d'enviament i rebuda de dades.

9. Desenvolupament de la solució

Per comunicar de forma simultània el dispositiu mòbil i el robot TM5-900 es fa servir el servidor com intermediari entre els dos dispositius, a més del PLC. La cooperació entre els tres elements contribuirà en el reconeixement i transport de diverses peces mitjançant tecnologia de la indústria 4.0.

Per el desenvolupament del treball, (un cop engegat el servidor, el mobil o TM5-900 envien un missatge al servidor per tal que es pugui registrar. Aquests dos usuaris ara connectats al servidor, un cop un d'ells enviï un missatge el que hagi continuat registrat prèviament rebrà el missatge de l'emissor pel fet que el servidor en si reenviarà a totes les altres adreces IP el missatge que hagi rebut.

Seguidament, tenim un diagrama representant el funcionament de com s'executaria.

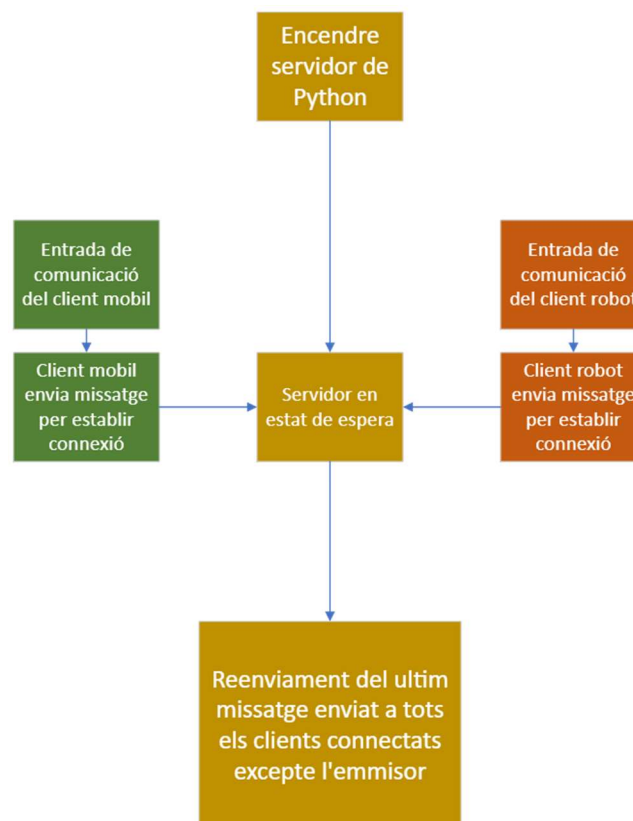


Fig. 9.1 Diagrama de blocs d'execució de la comunicació entre mòbil, portàtil i TM5-900.

Font: [Elaboració pròpia]

Per elaborar aquest treball de reconeixement i transport de peces, el robot TM5-900 seguirà el següent diagrama de blocs que anirà executant cada tasca pas a pas.

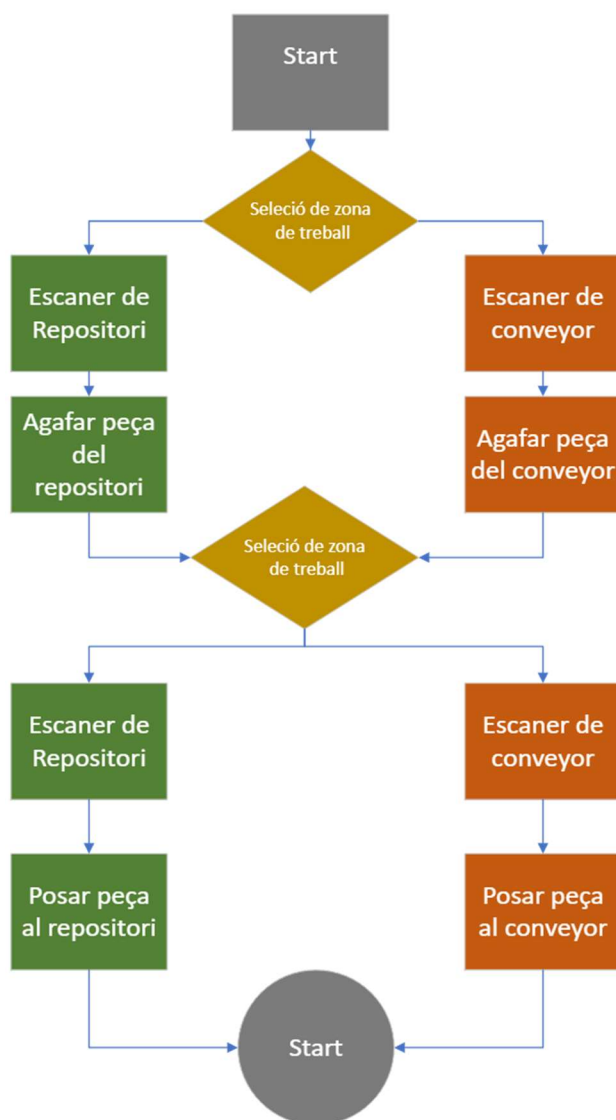


Fig. 9.2 Diagrama de blocs d'execució de la tasca de reconeixement i desplaçament del TM5-900.

Font: [Elaboració pròpia]

El TM5-900 enviarà un missatge al servidor consultant en cas que l'operari, essent el missatge que connecta el TM5-900 amb el servidor, si l'usuari amb el mòbil connectat al servidor, volguí anar a la cinta de transport o repositori per escanejar-ho.

Per elaborar la tasca d'escanejar la posició de treball es fan múltiples tasques de visió per identificar diferents tipus d'objectes. Cadascuna de les tasques de visió posa les coordenades de

les peces que hi ha hagut reconegudes, conjuntament el nombre de les que s'han identificat més un valor numèric que categoritza la similitud que la peça escanejada compleix la categorització d'un color com ara el negre, vermell o plata.

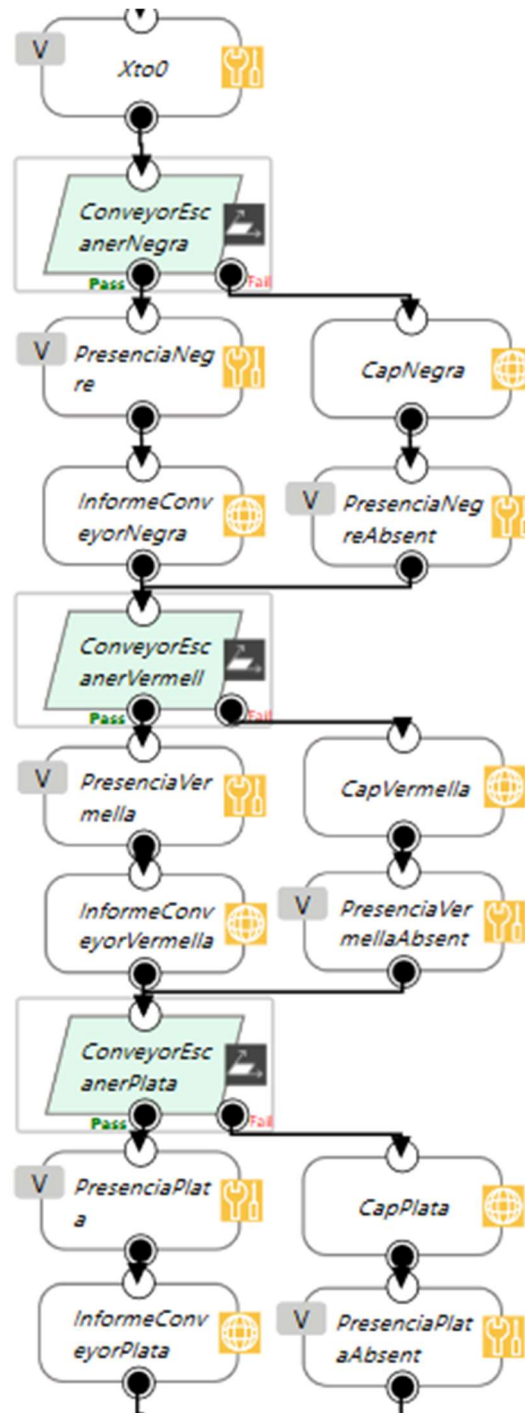


Fig. 9.3 Diagrama de blocs d'execució de la tasca de visió en TMflow per el reconeixement de tres peces diferents.

Font: [Elaboració pròpia]

En la realització de la labor d'escanejar i transportar peces, s'ha treballat amb tres peces diferents segons el seu color. Depenen de la seva presència o absència quan s'elabori la tasca de visió, les peces serviran com a criteri de com es desenvolupa el diagrama de blocs en el TMflow.

En el cas que l'operari esculli cinta de transport un cop iniciat el programa de TMflow, el robot es mourà en la posició del palet que s'ubica en la cinta de transport. Ara es poden donar múltiples opcions, entre elles estarien:

- Reconeixement de dues peces similars del mateix color: El TM5-900 en aquesta situació enviaria un missatge de si escollir la peça situada de l'esquerra o dreta d'acord amb la posició de la càmera.

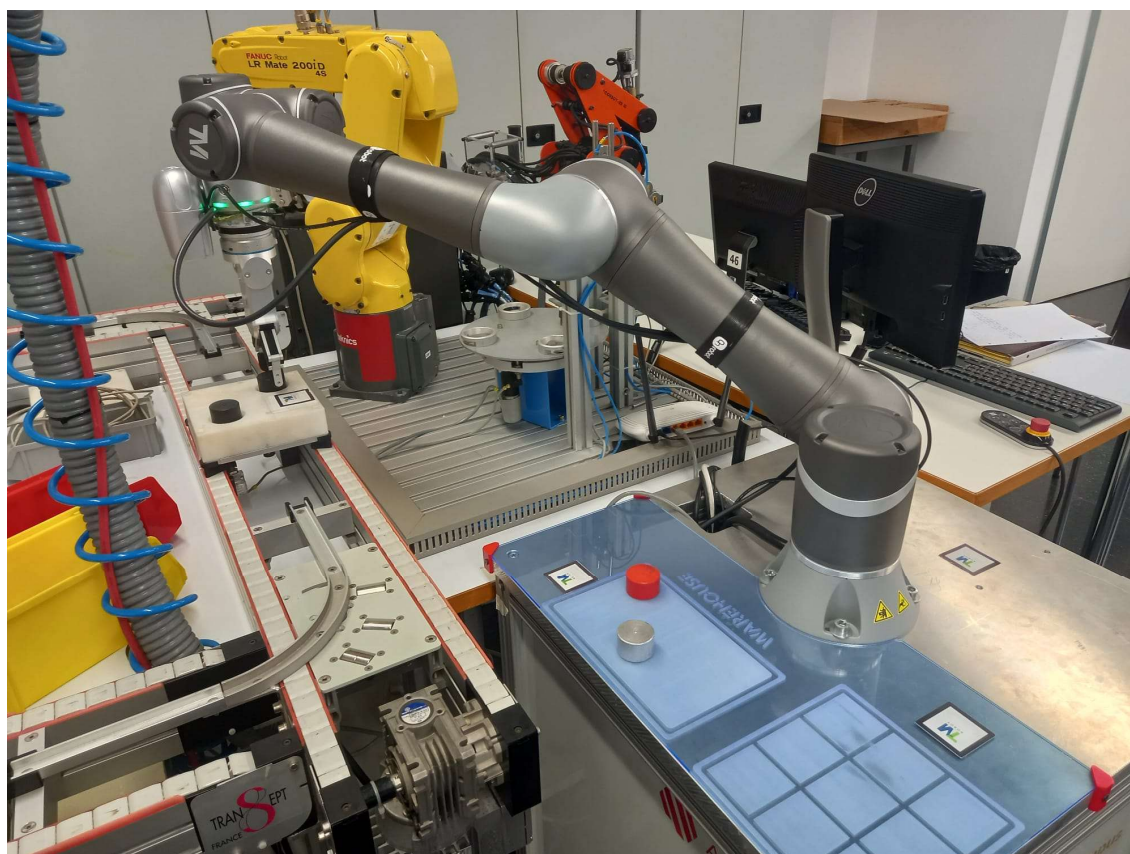


Fig. 9.4 TM5-900 operant en la zona de la cinta de transport.

Font: [Elaboració pròpia]

- Reconeixement de dues peces diferents: En aquest cas el TM5-900 consulta a l'operari quin color escollir entre les dues peces, en el cas que l'operari esculli un color que no estigui present,

el robot informarà que tal color no és present. Si el color escollit és present, el robot es mou en la posició de la fitxa i la porta a la posició d'inici.

- Reconeixement de carència de peces: En el cas que el robot no identifiqui cap peça en la cinta de transport, el robot enviarà un missatge que cap peça ha sigut trobada i si es desitja tornar a escanejar en el cas que hagi fallat o bé tornar a la posició inicial.

Si es desitja anar al repositori en comptes d'anar a la cinta de transport, succeeix un procediment similar on el TM5-900 escaneja la superfície del repositori i identifica les peces que es troben dintre del rectangle anomenat "WAREHOUSE". Es poden trobar les següents situacions:

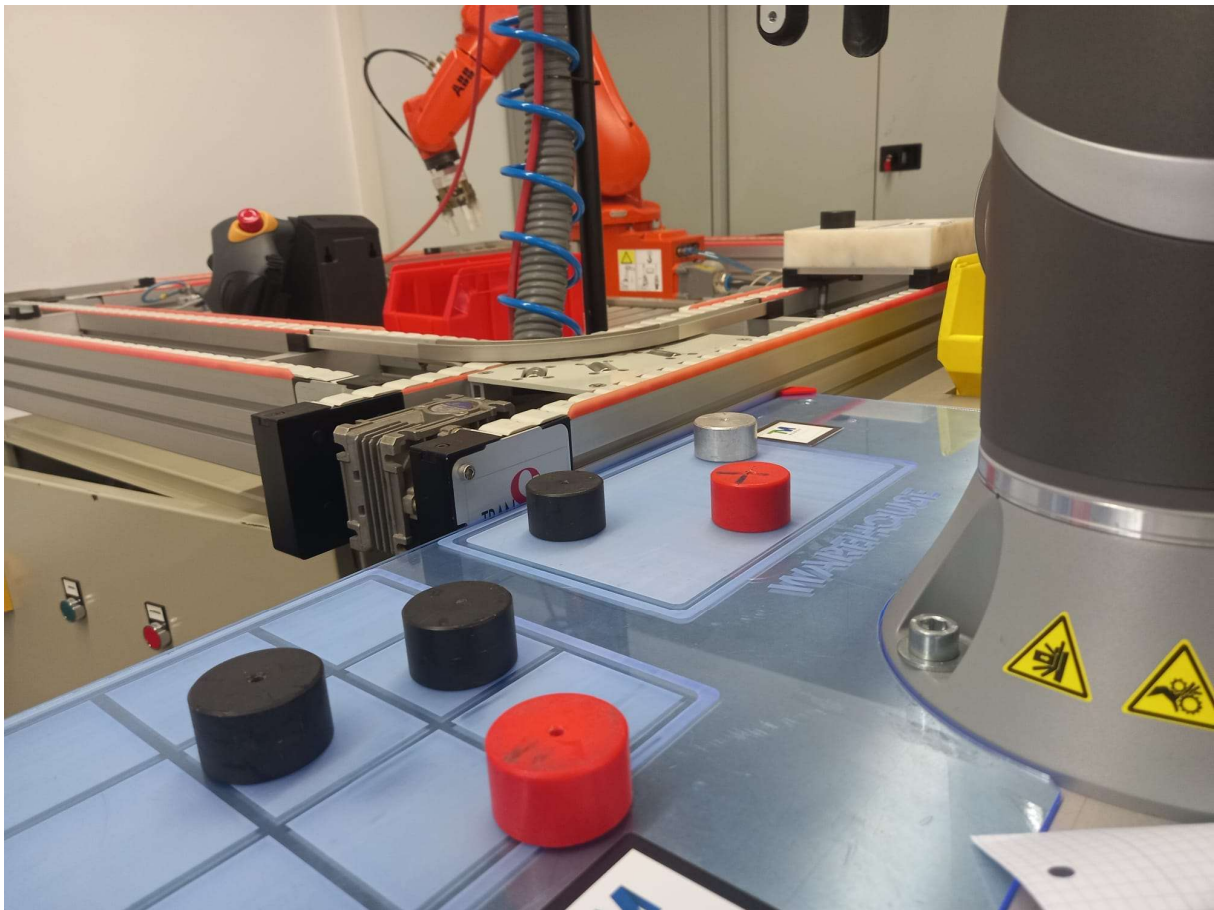


Fig. 9.4 TM5-900 operant en la zona de repositori.

Font: [Elaboració pròpia]

- Identificació de múltiples peces de diferents colors: El robot TM5-900 identifica múltiples peces de diferents colors i pregunta a l'operador quin color agafar. Si es desitja un color que no

és present s'informa amb un missatge i es torna a preguntar, en el cas d'escollir un color el robot es mourà a la peça que millor compleix la característica de ser del color escollit.

- Identificació de falta de peces: Similar al cas de la cinta de transport, en el cas que el robot no identifiqui cap peça en el repositori, el robot enviarà un missatge que cap peça ha sigut trobada i si es desitja tornar a escanejar en el cas que hagi fallat o bé tornar a la posició inicial.

Un cop agafada la peça i transportada cap a la posició inicial, el robot pregunta un cop més en el cas de si es vol transportar la peça a la cinta de transport o repositori. Si es donés la possibilitat que la peça sigui enviada a un dels dos casos però trobi mitjançant l'escanejat que no hi ha espai el TM5-900 (en la cinta de transport hi hagin dos peces ja posades o en el repositori 3 d'elles). El TM5-900 diposita la peça a un contenidor adjacent per fer lloc.

Si es demana que es vagui a dipositar la peça en la cinta de transport i aquesta no estigui plena, el TM5-900 dipositarà directament la peça en el lloc absent del palet de la cinta de transport. On el lloc absent es determina depenent de si la peça que està en la cinta de transport està a l'esquerra o dreta del centre de la càmera i aquesta col·loca la peça a l'altre lloc de forma preprogramada.

Si es desitja dipositar la peça al repositori, el TM5-900 registra la posició que ocupen les peces que hi haguin i mitjançant una matriu de tres columnes i 2 files, es poden identificar quines posicions són possibles posar una peça.

Per aconseguir determinar els espais buits a partir de les 3 tasques de visió, en el TMflow es crea una array on guarda la cel·la que resideix cada cella on cada cel·la representa un marge de distància en la zona que s'opera en el repositori.

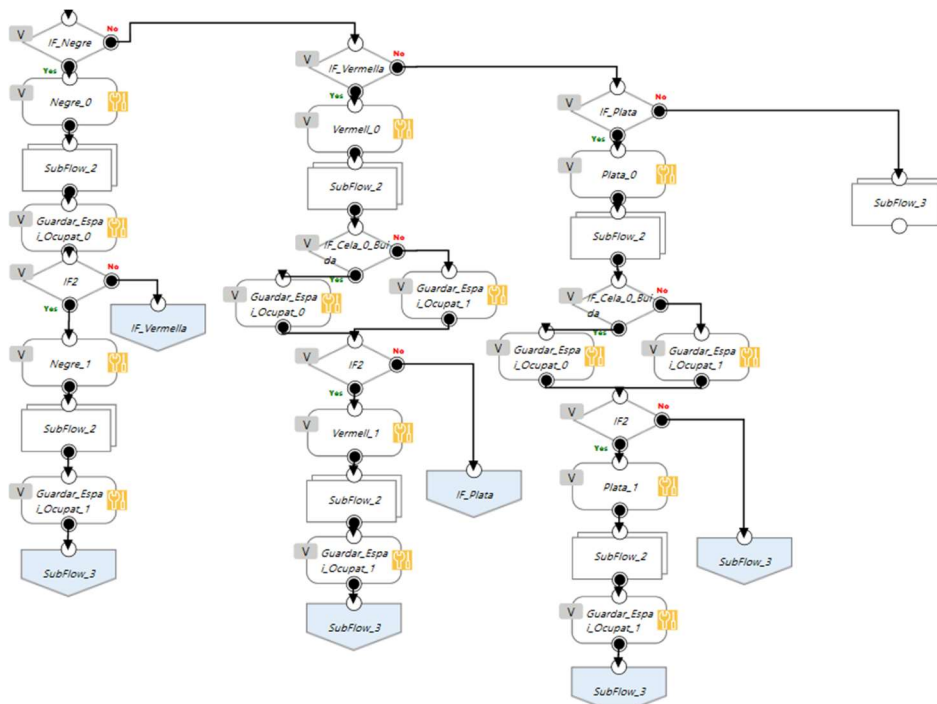


Fig. 9.4 Diagrama de blocs de TMflow per la anàlisi de celes ocupades.

Font: [Elaboració pròpia]

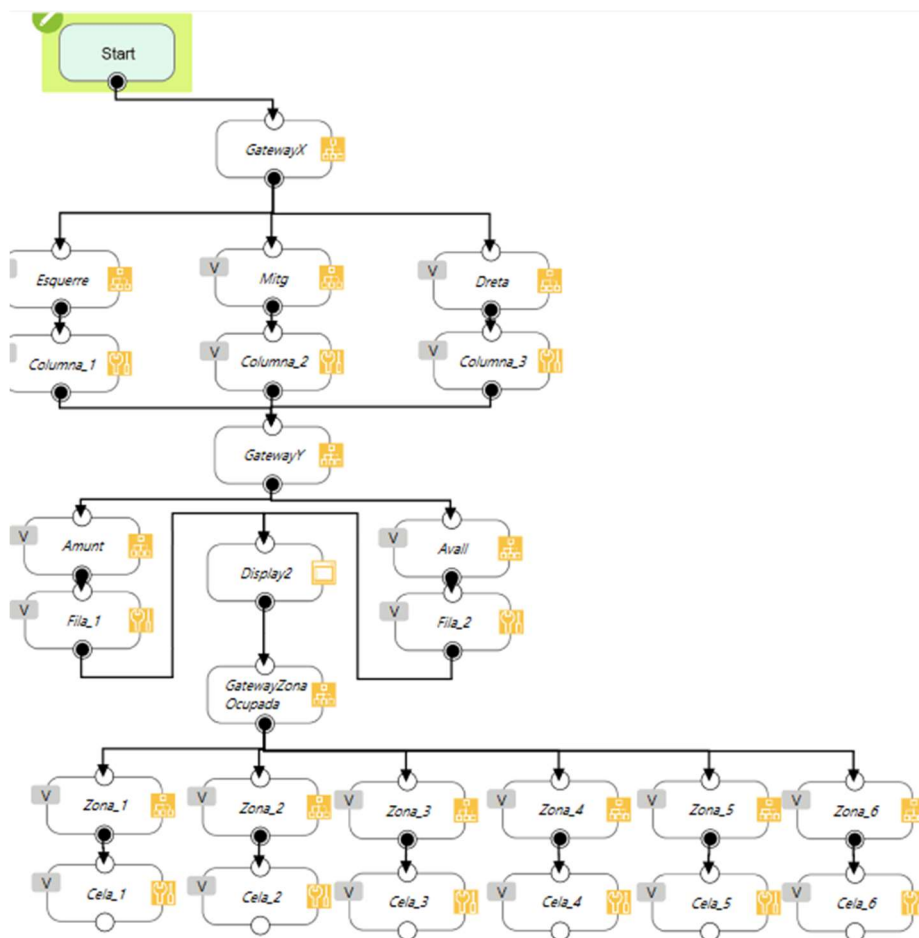


Fig. 9.5 Diagrama de blocs de TMflow per la anàlisi de celes ocupades.

Font: [Elaboració pròpia]

Un cop es tenen guardades les cel·les ocupades, el TM5-900 buscaria entre tres posicions i aniria a aquella que no estigui ocupada per cap peça.

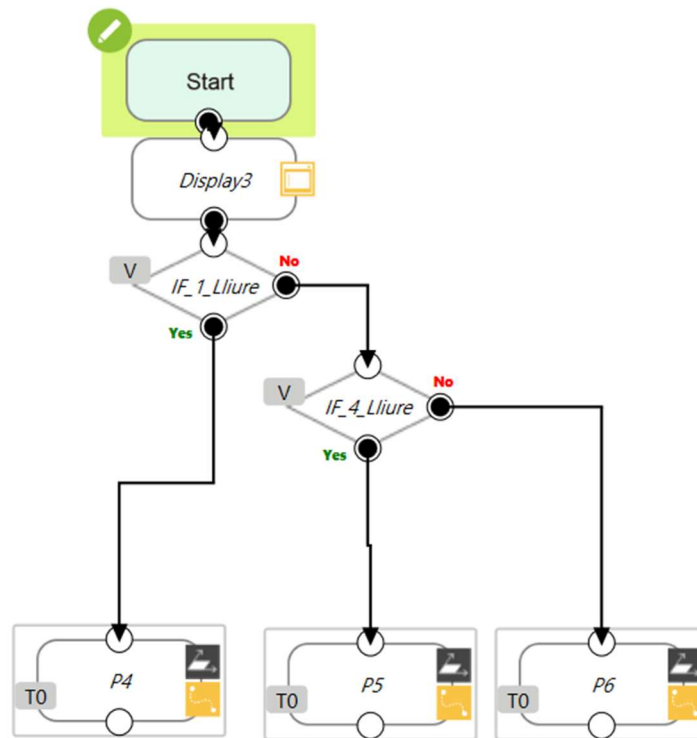


Fig. 9.6 Diagrama de blocs de TMflow executar el moviment a la cel·la desocupada.

Font: [Elaboració pròpia]

Finalment, un cop la peça hagi estat posada en el seu lloc, el robot torna a la posició inicial per tornar a buscar una peça per recollir.

10. Pressupost

Per elaborar un pressupost pel projecte s'ha tingut en compte les hores desenvolupades en el treball d'acord amb el recurs utilitzat, més el material utilitzat en la realització d'aquest.

Primerament, el cost del robot no serà requerit atès a què romana la disposició del centre universitari del Tecnocampus per l'ús de treballs i pràctiques de robòtica.

Per part del dispositiu mòbil Android, aquest no requereix ser un específic atès a què el programa intencionadament s'ha fet per poder ser compatible amb la majoria dels dispositius Android.

En aquest cas pel camp pràctic es farà ús del mòbil Samsung A12, però pot ser qualsevol dispositiu mòbil que operi amb Android.

Pel que fa a amb les hores consumides per part dels apartats del programador i Project manager a cadascú se li ha afegit una remuneració basant-se en la importància del seu departament.

En aquest cas els costos han sigut assignats de la següent forma:

Equip del projecte	Cost HN (€)	Assignació
Project manager	20	100%
Programador	18	100%

Taula 10. 1 Taula de costos de departament.

Font: [Elaboració pròpia]

El pressupost es redacta en més detall en la proposta econòmica.

11. Planificació.

En aquest punt, s'exposa de manera exhaustiva la planificació de les activitats necessàries per a la supervisió i el seguiment estructurat del projecte. Aquesta planificació detalla les activitats dutes a terme des de l'inici del projecte, datat el 18 de Gener de 2024, fins al final d'aquest, datat el 25 de Juny del 2024. A més, es presenten els recursos requerits i s'indica la durada estimada de cada activitat.

A continuació, s'ha dut a terme l'estructuració de l'establiment de recursos necessaris per a la realització del programa, seguit de la planificació corresponent al desenvolupament del projecte i el pla de contingència del mateix.

11.1. Establiment dels recursos

Amb l'objectiu de garantir la màxima fidelitat a la realitat del projecte, s'han establert jornades laborals de 8 hores amb la possibilitat d'incorporar hores extra en cas que sigui necessari.

La totalitat del projecte ha estat elaborada per un total de dos professionals. En la Taula 8.1 es poden observar tant el cos de cadascú com els dies hàbils de la dedicació del projecte.

Professional	Cost	Dies hàbils
Project Manager	41.140,73€/any brut	47
Programador	36.307,43€/any brut	119

Taula 11.1: Recursos i assignació de costos i dies hàbils.

Font: [Elaboració pròpia]

11.2. Desenvolupament del projecte

Seguidament, s'ha realitzat la planificació del desenvolupament del projecte on es desglossa en profunditat cada activitat acomplerta per assolir la solució proposada.

Codi de l'activitat	Nom de la tasca	Duració (dies)	Predecessora	Recurs
A	Desenvolupament del avantprojecte i recerca d'informació	10	-	Project manager
B	Desenvolupament de la intercomunicació entre un mòbil Android i un ordinador	10	-	Programador
C	Entrega del document Avantprojecte	-	A	Project manager
D	Desenvolupament de la memòria Intermitga, correcció del Avantprojecte.	8	A	Project Manager
E	Executar l'ordre de tracking del robot a partir de TMflow	10	B	Programador
F	Desenvolupament de la intercomunicació entre el ordinador i el robot	15	B	Programador
G	Executar l'ordre de escaneig i transport del robot a partir de ordinador	20	F	Programador
H	Entrega del document Intermitg	-	D	Project manager

I	Desenvolupament de la memòria final, correcció del Intermitg.	8	D	Project manager
J	Desenvolupament de la intercomunicació entre el mòbil a ordinador a robot	20	F	Programador
K	Desenvolupament de la intercomunicació entre el mòbil a robot	20	J	Programador
L	Executar l'ordre escaneig i transport del robot a partir de mòbil	24	K	Programador
M	Entrega del document final	-	I	Project manager
N	Realització de la presentació al jurat	21	M	Project Manager
O	Període per a la defensa del TFG	-	N	Project manager

Taula 11.2: Planificació del projecte

Font: [Elaboració pròpia]

Una vegada que les tasques s'han definit, s'ha procedit a elaborar la planificació utilitzant l'eina Microsoft Project. Aquesta planificació parteix de l'establiment de rols fins al tancament del projecte.

Les Figures següents presenten de manera clara i concisa les dates d'inici i finalització de cadascuna de les activitats, així com el corresponent diagrama de Gantt.

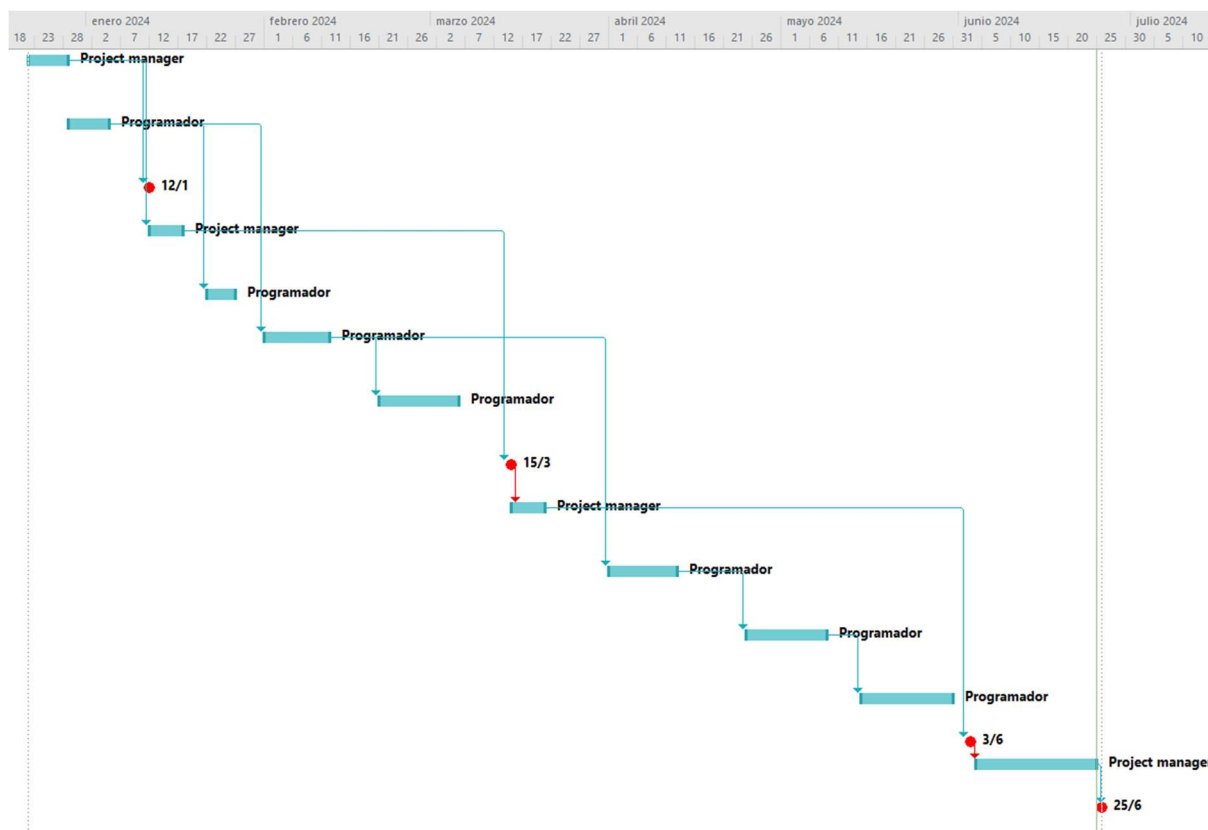


Fig. 11.1 Diagrama de Gantt

11.3. Pla de contingència

Un cop realitzada la planificació del projecte, s'ha elaborat un pla de contingència amb l'objectiu de garantir la seva finalització dins dels terminis establerts i aconseguir tots els objectius proposats.

A més, aborda una àmplia gamma de situacions, incloent-hi riscos relacionats amb l'operació i l'abast del projecte. Per tant, és imperatiu desenvolupar aquest pla amb una anàlisi minuciosa, prevenint tots els possibles escenaris que podrien afectar el nostre objectiu.

Per executar adequadament el pla de contingència, s'ha seguit els següents passos:

1. Identificació de tots els tipus de riscos.
2. Avaluació dels riscos segons la seva gravetat i la seva probabilitat.
3. Mitigació de riscos.
4. Proposta d'un pla de contingència per a cada risc identificat anteriorment.

Així doncs, el primer pas consisteix en la identificació de tots els possibles riscos que poden manifestar-se durant el desenvolupament del projecte. Els riscos plantejats han sigut organitzats en diversos grups segons com afecten el projecte.

Grup 1 Limitacions del projecte.

- Risc 1.1: Límit en temps.
- Risc 1.2: Límit en recursos.

Grup 2 Desenvolupament de l'apartament de programació.

- Risc 2.1: Complexitat en el codi a elaborar.
- Risc 2.2: Falta de temps per elaborar una funció.

Grup 3 Desenvolupament de l'apartament de Project Manager.

- Risc: 3.1 Falta de temps per elaborar la redacció o presentació del treball.

El diagrama de flux és el següent:

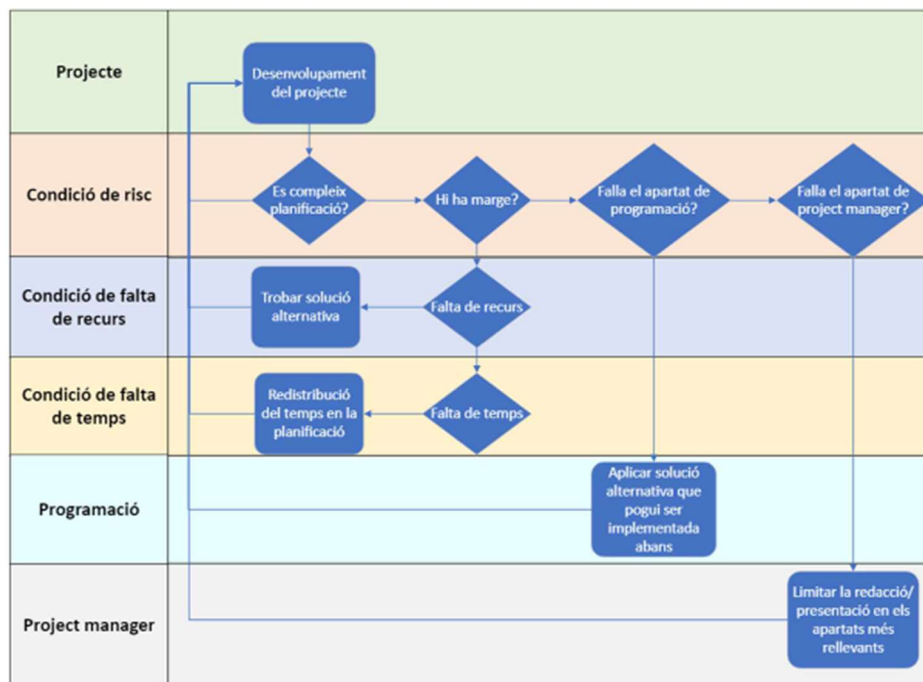


Fig. 11.2 Diagrama de flux del pla de contingència

Font: [Elaboració pròpia]

Després d'haver analitzat els possibles riscos que poden aparèixer en el projecte, s'analitza la rellevància de cada risc del projecte d'acord amb la gravetat i la freqüència en la qual puguin ocórrer.

Per la seva qualificació, els riscos s'han posat en una taula conjuntament amb un valor numerari del zero al cinc per il·lustrar la gravetat i probabilitat de cada risc.

Risc	Gravetat	Probabilitat
Risc 1.1	3	3
Risc 1.2	3	3
Risc 2.1	2	2
Risc 2.2	2	4
Risc 3.1	4	3

Taula 11.3: Puntuació de la gravetat i probabilitat de cada risc

Font: [Elaboració pròpia]

Un cop haver qualificat cada risc amb la seva gravetat i probabilitat, s'ha establert un procediment per mitigar o evitar els diversos riscos abans que passin. Aquests procediments seran redactats en un pla de contingència per saber com actuar en cada cas.

Risc 1.1 Límit en temps	
Prevenió	Delimitar els objectius base per tal de poder elaborar una meta plausible.
Pla de contingència	En la tasca del projecte desenvolupament de l'avantprojecte i recerca d'informació, proposar múltiples opcions per desenvolupar el projecte i adherir-se a l'opció possible amb més valor pel projecte final.
Risc 1.2 Límit en recursos	
Prevenió	Elaborar un llistat dels components necessaris pel desenvolupament del projecte i revisar que es compleixi o elaborar solució alternativa en el cas de faltar un component específic.
Pla de contingència	Modificar l'elaboració del projecte en l'apartat "Desenvolupament de la memòria Intermitga, correcció de l'Avantprojecte" segons sigui necessari a més d'afegir més o menys recursos segons en cas de ser necessari.

Taula 11.4: Pla de contingència del grup 1

Font: [Elaboració pròpia]

Risc 2.1 Complexitat en el codi que elaborar.	
Prevenció	Desconstruir les necessitats i elaborar una recerca en detall per possibles models similars al que es vol elaborar per tal que serveixin de guia
Pla de contingència	En les tasques de desenvolupament del Programador elaborar una recerca de projectes similars que serveixin de guia.
Risc 2.2 Falta de temps per elaborar una nova funció.	
Prevenció	Recórrer a versions més simples per evitar faltar en el compliment dels objectius principals.
Pla de contingència	En les tasques de desenvolupament del Programador elaborar una planificació de com es desenvoluparia el codi de la nova funció.

Taula 11.5: Pla de contingència del grup 2

Font: [Elaboració pròpia]

Risc 3.1 Falta de temps per elaborar la redacció o presentació del treball.	
Prevenció	Reduir redacció o presentació per esmentar els punts més rellevants del treball
Pla de contingència	Després de l'entrega dels documents d'Avantprojecte, Memòria intermitga i final. Identificar els punts del treball que més rellevància han tingut i reestructurar la planificació en el cas que requereixin d'aprofundir en la matèria.

Taula 11.6: Pla de contingència del grup 3

Font: [Elaboració pròpia]

Mitjançant l'elaboració del pla de contingència i els riscos presentats, ha permès l'elaboració dels objectius de forma eficient a més de reduir imprevistos no desitjats.

12.4 Desenvolupament del projecte planificat

El treball consisteix primàriament en la capacitat de poder intercomunicar el mòbil amb el TM5-900. Ara bé, prèviament a desenvolupar la tasca d'escaneig i transport, la funció inicialment prevista era la de seguir un objecte en moviment. [9]

Aquesta funció es basava en la capacitat d'identificació d'objectes que té instaurada la càmera del TM5-900. A partir del constant monitoreig de la cinta de transport per identificar un objecte, el robot col·laboratiu podia agafar la posició de la peça i d'aquesta forma agafar la peça en moviment sense la necessitat de components com ara sensors o pistons.

Ara bé, per aconseguir elaborar la tasca de visió es requereix d'un encoder per mesurar la velocitat de la cinta. L'encoder realitza la funció de convertir el moviment de la cinta en un senyal elèctric que pot ser llegida posteriorment pel TMflow en aquest cas, i poder sotmetre un sistema de control sobre el moviment de la cinta.



Fig. 12.1 Encoder .de Techman Robots

Font: [9]

Per resoldre la mancança d'aquest component, es va sol·licitar una unitat d'encoder proveït de la pròpia empresa de Techman Robot, però no es va realitzar la comanda per culpa de la falta de comunicació davant de l'empresa que no va respondre davant a la petició de compra del encoder.

Es van observar altres tipus d'encoders, però no podien fer-se servir a causa de com la cinta de transport estava estructurada, els motors en si no deixaven espai per instaurar més elements entremig el motor i la plataforma de treball.



Fig. 12.2 Motor de la cinta de transport

Font: [Elaboració pròpia]

Finalment, es va prosseguir amb el projecte seguint les pautes elaborades en la gestió de riscos, canviant la tasca de seguiment per l'actual d'escaneig i transport de peces.

12. Impacte mediambiental.

Al ser el projecte el desenvolupament d'un programari, el projecte en si no influeix directament en el medi ambient més enllà de lo redactat en la viabilitat mediambiental, explicada en els annexes. Els components més influenciables en aquest àmbit serien les eines utilitzades, ja sigui el cicle de vida dels dispositius electrònics com les emissions de sorolls i consum energètic.

Pel que fa una vista més globalitzada del projecte, la indústria actual està evolucionant a grans passos cap al món de les tecnologies de l'indústria 4.0, donant peu a amplitud de nova maquinària amb infinitat de prestacions. Es tracta d'un procés de canvi inevitable el qual oferirà als seus usuaris coneixements útils i amplis marges de millora.

Ara bé, tot i l'existència d'aquest moviment, no tothom s'hi poden adaptar. Mentre que les grans empreses disposen de recursos per a realitzar aquesta transició, la majoria de les petites i mitjanes empreses no poden. Aquest fet es tradueix en despeses i funcionaments qüestionables de la maquinària que no poden canviar per falta econòmica o d'interès.

Encara que el projecte no esmenta cap ús directament associat a la venda del seu ús, el projecte pot permetre superar la falta econòmica o d'interès de les petites i mitjanes empreses mitjançant l'introducció múltiples avantatges, entre elles poden ser:

- Monitoratge de la màquina: Permetrà a l'usuari un ús eficient de la màquina. Així, aquest pot seguir el transcurs de les activitats del robot a distància des d'un dispositiu flexible com el mòbil.
- Predicció d'avaries: Per a poder donar ordres a distància i rebre informació, en el cas de poder causar algun accident, l'usuari pot parar la màquina sense haver d'estar físicament amb un panell de control per aturar la màquina.

Conjuntament amb l'augment de la producció que aportarien les noves tecnologies, es pot crear un ambient de treball més sostenible en el món laboral de forma independent a la capacitat adquisitiva d'una empresa.

13. Perspectiva de gènere.

La consideració de la perspectiva de gènere emergeix com un element fonamental en tots els àmbits de la societat, incloent-hi el sector industrial. Al llarg de la realització del projecte, s'ha prestat una atenció especial a la perspectiva de gènere en totes les seves fases, tant en les d'enginyeria bàsica com en les de detall, per tant, el programa s'ha elaborat de manera indiferent segons el gènere de l'usuari que pugui utilitzar-lo.

Pel que fa a les operacions i accions executades al llarg de tot el projecte, s'han dut a terme de manera objectiva per a tots dos gèneres, evitant qualsevol mena de discriminació.

14. Conclusions i perspectiva de futur.

La realització d'aquest treball ha posat en pràctica els múltiples conceptes adquirits durant els estudis universitaris, des de conceptes de robòtica fins als fonaments de la programació, així com l'establiment de comunicacions entre diversos dispositius.

Des d'un nivell personal, desenvolupar aquest projecte ha permès aprofundir en el procés de desenvolupament de projectes, més enllà de l'instruït en assignatures de gestió tutelades a el centre universitari. A més, s'ha pogut observar els avantatges i inconvenients del projecte en què s'ha treballat i la forma en què s'ha fet.

Al llarg del desenvolupament del projecte, s'ha identificat múltiples formes d'expandir el treball realitzat, tot i haver hagut de retallar algunes per tal de complir amb la planificació inicial. Les alternatives que es consideren més realistes per al desenvolupament futur són:

Moure el robot TM5-900 a distància:

Mitjançant plataformes com el ROS (Robot Operating System), que permeten, a través d'una biblioteca creada per l'organització Techman Robot, accedir a múltiples elements dels robots, com ara el TM5-900, per a la manipulació dels seus eixos i la seva càmera. Això permetria elaborar tasques més avançades, no limitades per la programació estàndard del TMflow.

Aplicació domòtica de braços robòtics:

Dissenyant un braç robòtic adaptat a l'ús domèstic, es podrien automatitzar tasques quotidianes i monòtones, com ara la classificació de la brossa o preparar una tassa de cafè. Això podria constituir la base per a una idea de negoci innovadora, ampliant l'ús de tecnologies de la Indústria 4.0 a l'àmbit domèstic.

Aquestes perspectives de futur no només reflecteixen les possibilitats d'expansió del projecte actual, sinó que també obren la porta a la innovació en altres camps, destacant el potencial d'aplicació de les tecnologies estudiades en àmbits diversos.

15. Referències.

- [1] Aleix Moral Viñals, Control d'un Automat mitjançant l'ús d'un eye tracker (2020-2021).
- [2] Pol Caballero Estebanell, Programació col·laborativa entre TurtleBot i TM5-900 (2021-2022).
- [3] Fundamentos tecnológicos para la Gestión Industrial, Julián Horrillo Tello (1995-2021).
- [4] Android Developers Blog, Redesigning the Android Studio Logo, 2023, [En línia]. Available: <https://android-developers.googleblog.com/2023/05/redesigning-android-studio-logo.html>.
- [5] Amanda Norris, Northwestern University, 20 Years later: Cobots Co-opt Assembly Lines, [En línia], Available: <https://www.mccormick.northwestern.edu/news/articles/2016/08/twenty-years-later-cobots-co-opt-assembly-lines.html>.
- [6] Robots Done Right, KUKA Robotics History, [En línia], Available: <https://robotsoneright.com/Articles/kuka-robotic-history.html>.
- [7] Alessio Cocchi, Universal Robots, UR5, UN ROBOT COMPATTO DALLE APPLICAZIONI INFINITE, [En línia], Available: [UR5 è versatilità, grande flessibilità e facilità di programmazione \(universal-robots.com\)](https://www.universal-robots.com/it/ur5-versatilita-grande-flessibilita-e-facilita-di-programmazione).
- [8] Universal Robots, History of the Cobots-The Cobots from Universal Robot, [En línia], Available: [History of the Cobots - The Cobots from Universal Robot \(universal-robots.com\)](https://www.universal-robots.com/en/history-of-the-cobots).
- [9] OMRON, TM Conveyor Tracking https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v2/i853_tm_conveyor_tracking_users_manual_en.pdf.

