

Què fem amb el fem?

IES Lluís Vives (Valencia)

1.- Datos del proyecto y centro

Título del proyecto: Què fem amb el fem?

Centro y curso: IES Lluís Vives (Valencia), 2º Bach.

Nombres de los estudiantes: Paloma Giménez Verdeguer,
 Nami Gradolí Giner,
 Belén Martí Pérez,
 David Marín Montaner

Nombre del tutor o tutora: Sira Muñoz Tortosa, Julio Olmo Escribano

2.-Objetivos y Resumen del proyecto

La proposta inicial va sorgir amb el següent plantejament:

Dissenyar i construir un sistema per a separar i classificar residus metàl·lics.

Es va completar amb el disseny i construcció d'una planta sectorial de recuperació i valorització de residus sòlids urbans formada per cinc estacions de treball (selecció, classificació i tractament dels diversos residus provinents del contenidor gris de RSU).

Línies de treball a desenvolupar:

- Recopilació i anàlisi de la informació
- Descripció d'una planta sectorial formada per cinc estacions de classificació i tractament de residus
- Disseny i construcció d'una planta sectorial
- Elaboració de la documentació necessària

3.- Montaje de la experiencia o dispositivo

El projecte està format per els següents **elements**

Estació 1: Recollida i buidat del fem. Accionament pneumàtic. Control manual.

Estació 2: Trommel. Accionament elèctric. Control electrònic programable.

Estació 3: Classificació de metalls fèrrics i metalls i altres materials lleugers. Accionament elèctric, electromagnètic i pneumàtic. Control manual.

Estació 4: Separació de metalls fèrric i no fèrrics. Accionament elèctric i electromagnètic. Control electrònic no programable.

Estació 5: Sistema compactador. Accionament pneumàtic i elèctric. Control amb autòmat programable.

Materials utilitzats: Fusta contraxapada, llistons de fusta, plàstics diversos (polipropilè, PVC, metacrilat, etc), metalls diversos.

Components i operadors utilitzats: pneumàtics, elèctrics, electrònics, mecànics, ...

Sistemes de control utilitzats: manuals (elèctrics i pneumàtics) i automàtics (elèctrics, electrònics programables i no programables, ...)

A la documentació que s'adjunta s'inclouen els treballs de recerca i anàlisi, criteris de disseny, plànols, mesures realitzades, programes per aconseguir automatitzar els processos, taules de dimensions i característiques i explicació del funcionament de cadascuna de les estacions de treball.

4.-Funcionamiento del dispositivo (demostración, experimento o aplicación tecnológica)

Estació 1: Contenedor. Els ciutadans i les ciutadanes aboquen els seus residus domèstics de forma separada en diferents tipus de contenidors com aquest, un per a els residus orgànics (gris), un altre per llaunes, plàstic i envasos (groc), un altre pel cartró i paper (blau) i altres com el del vidre (verd).

Estació 2: Trommel. En aquesta estació, es processen i classifiquen el residus procedents del contenidor gris, quan arriben a la planta de tractament.

S'aboquen per la rampa per introduir-los al cilindre perforat o garbell de doble cos (Trommel) i, en aquest, els residus van sortint per cadascuna de les tres seccions, classificant-se segons la seua mida en les tres fonts de sortida.

El residus que es tracten posteriorment a la resta d'estacions del projecte són els que surten per la línia a mitjana del Trommel ($10 \text{ mm} < \Phi < 20 \text{ mm}$).

Estació 3: Electromagnetisme i aspiració. La funció d'aquesta estació és separar els metalls fèrrics de la resta dels residus (altres metalls, plàstics, paper, vidre, ...) provinents de la línia mitjana del Trommel. Per realitzar aquesta separació, l'estació compta amb un electroimant i un sistema d'aspiració.

Estació 4: Corrents de Foucault. Ací es separen el metalls fèrrics dels no fèrrics mitjançant el principi d'inducció electromagnètica que té lloc en els materials conductors elèctrics quan estan sotmesos a un camp magnètic giratori.

Estació 5: Compactadora. Aquesta estació de treball pot compactar de forma automàtica i repetitiva tot els tipus de materials (metalls fèrrics i no fèrrics, tèxtils, paper, cartró, plàstics, etc.) que provenen de les estacions precedents. Es tracta de l'última estació de la cadena, on arriben tot tipus de residus per ser premsats en petits blocs.

S'adjunta un dossier amb tots els documents utilitzats al llarg del disseny i construcció d'aquest projecte.
 Veure document final

5.- Análisis de las observaciones cualitativas y /o de las medidas experimentales

- Principis de l'electromagnetisme. Inducció electromagnètica.
- Llei d'Ohm.
- Anàlisi de sistemes pneumàtics i electropneumàtics.
- Anàlisi i disseny de diversos sistemes automàtics.
- Principi de Pascal, efecte Venturi, Llei de continuïtat, ...

A la documentació adjunta (dossier final) s'inclouen documents tècnics que permeten identificar tant els criteris de disseny com la ponderació de resultats obtinguts en cadascuna de les estacions.

6.- Conclusiones

La realització d'aquest treball estava orientada a aconseguir els següents objectius:

Objectiu social:

Reduir al mínim els efectes negatius sobre la salut humana i el medi ambient de la gestió i tractament de residus.

Objectiu científic i tècnic:

- Fomentar l'interès pel treball de recerca.
- Comprendre el paper que juga la ciència i la tecnologia per resoldre necessitats humanes.
- Dissenyar un sistema innovador per tal de separar residus metàl·lics.

Objectiu didàctic:

- Analitzar el processos de tractament del R.S.U. i industrials.
- Conèixer els elements que integren un sistema automàtic.

La metodologia emprada es fonamenta en l'aprenentatge significatiu i s'utilitza com a eix que vertebrava els continguts el mètode de projecte o de resolució de problemes tècnics.

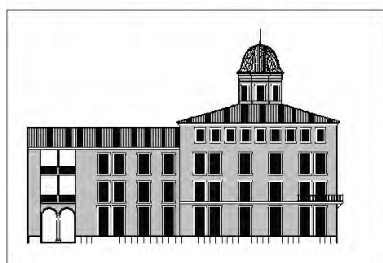
7.- Bibliografía y agradecimientos

Manuales de programación de Festo, Siemens i Picaxe.
Electricitat i electrònica. Oxford University Press.
Tecnologia Industrial del Batxillerat. McGrawHill.

Agraïments : IES Lluís Vives.
Lluís Piqueras i Quiles.

QUÈ FEM?

AMB EL FEM?



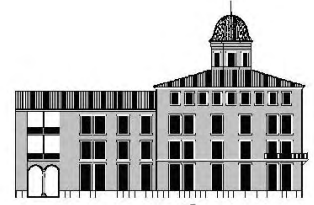
I.E.S. Lluís Vives
C. Sant Pau, 4. València
luisvives.edu.gva.es

Alumnes:
Paloma Gimenez Verdeguer
Nami Gradolí Giner
David Marín Montaner
Belén Martí Pérez

Tutors:
Julio Olmo Escribano
Sira Muñoz Tortosa

QUÈ FEM?

AMB EL



IES LLUÍS VIVES
València



Índex

1. Proposta de treball. Problema a resoldre.

1.1 Planta integral de valorització de residus.

1.2 Proposta de planta sectorial de valorització de residus.

2. Solució aportada al problema plantejat.

2.1 Esquema del projecte. Proposta de valorització de residus.

2.2 Estació 1: Recollida i buidat de residus

2.3 Estació 2: Planta classificadora de residus (Trommel)

2.4 Estació 3: Separació de metalls fèrrics i de materials lleugers

2.5 Estació 4: Separació de metalls (corrents de Foucault)

2.6 Estació 5: Sistema automàtic per compactar residus

3. Benefici que s'obté amb la solució aportada

1. Problema a resoldre

Dissenyar i construir un sistema automàtic de separació i classificació de residus metàl·lics.



El present treball va sorgir de la proposta d'utilització de les propietats magnètiques dels materials per al disseny i construcció d'una estació de separació d'alumini inclosa en una planta de recuperació i valorització de residus sòlids urbans formada per cinc estacions de treball.

El projecte es va iniciar, amb el disseny i construcció de les dos primeres estacions de tractament de residus (recollida i classificació) quan els alumnes participants cursaven primer curs de Batxillerat i s'ha conclòs durant aquest curs escolar quan ja estan en segon curs de batxillerat.

Es van analitzar les necessitats d'informació i es va arribar a la conclusió que era necessari realitzar una recopilació de documents al voltant dels següents temes:

- Legislació europea, estatal i autonòmica de residus sòlids urbans.
- Disseny de plantes i maquinària de separació de residus sòlids urbans.
- Separadors de metalls per corrents de Foucault. Fonaments teòrics i realització pràctica.
- Propietats magnètiques dels metalls.

El primer pas va ser la utilització de les pàgines Web de l'INE, Eurostat, Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç, Diari Oficial de la Unió Europea, BOE, IDAE i el cercador d'internet Google.

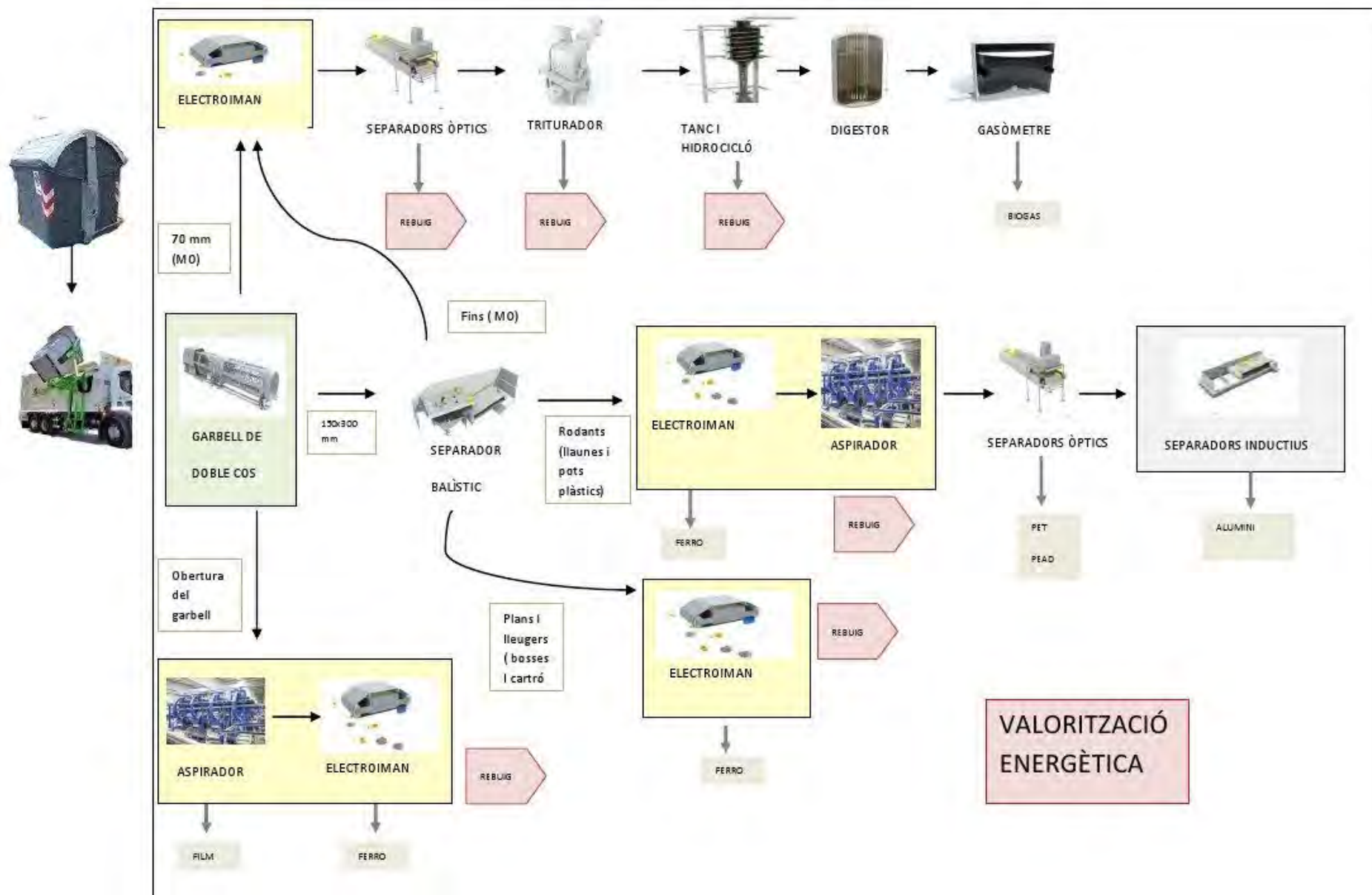
Després del treball de recerca i de l'anàlisi dels documents recopilats es van seguir les següents línies de treball:

1. Realització d'una memòria de la recerca amb el marc legislatiu, la situació actual de la generació i reciclatge de residus a Espanya i la seva comparació amb la Unió Europea.
2. Descripció d'una planta ideal de reciclatge de residus sòlids urbans (annexes adjunts).
3. Disseny i construcció dels següents sistemes de selecció i classificació de residus:
 - Estació 1: Recollida i buidatge de residus sòlids.
 - Estació 2: Classificació i separació de residus per mida: Trommel (sedàs circular).
 - Estació 3: Separació de residus atenent al seu pes i a les seues propietats ferromagnètiques.
 - Estació 4: Separació i classificació de metalls emprant corrents de Foucault.
 - Estació 5: Compactadora de residus.
4. Realització de fitxes descriptives de cadascuna de les estacions de treball incloent els esquemes elèctrics, electrònics i pneumàtics, la programació del microcontrolador i l'autòmat programable i els plànols en AutoCad de cadascuna de les maquetes. Aquesta documentació es pot consultar en el dossier que s'adjunta a les maquetes presentades.

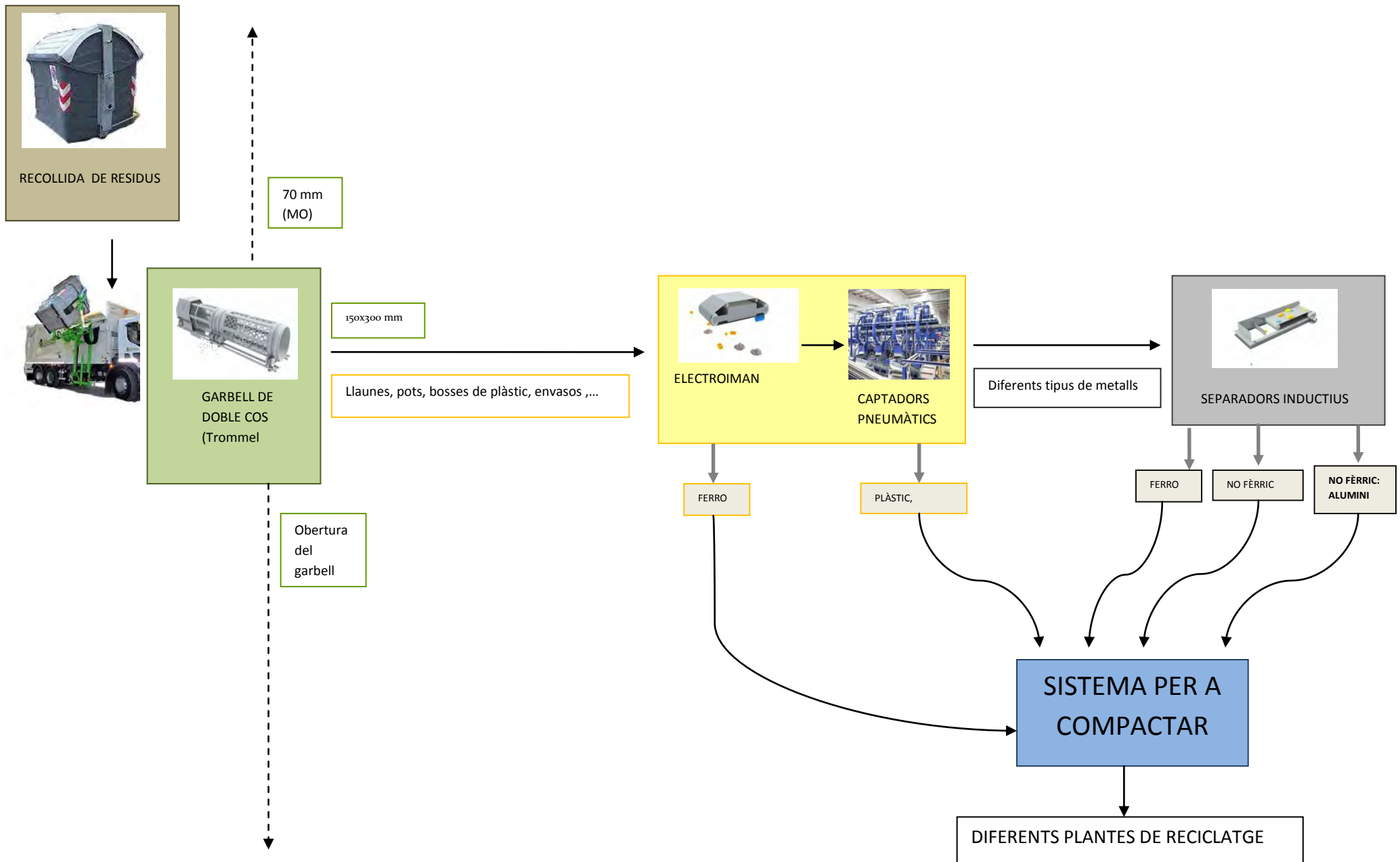
Antecedents: Per què reciclar?

- Al 2012, el 72% dels ciutadans participaren en el reciclatge dels seus envasos.
- Des de 1998, s'ha estalviat una emissió de 12,6 milions de tones de CO₂ a l'atmosfera.
- S'han estalviat 343 milions de m³ d'aigua.
- S'ha deixat de gastar 14,5 milions de MWh d'energia.
- S'han generat 42.000 llocs de treball verds.

PLANTA INTEGRAL DE VALORITZACIÓ DE RESIDUS



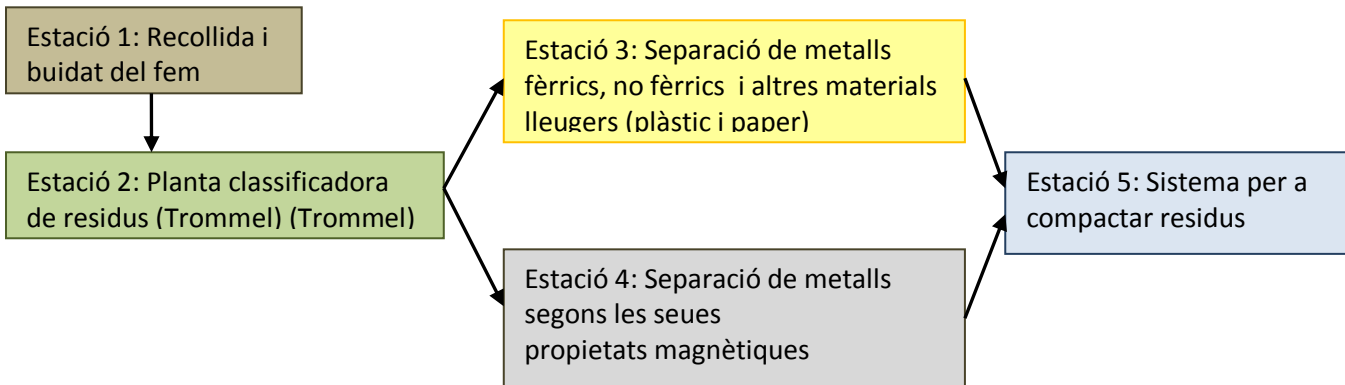
Proposta de planta sectorial de valorització de residus (línea mitjana, 150x300 mm)



2. Detall de la solució proposada al problema plantejat

Partirem de l'esquema d'una planta real de tractament de residus sòlids urbans i, des del primer moment, es plantejarem donar una solució al triatge dels residus d'una mida equivalent a 150x300mm (línia mitjana: plàstics, metalls,..).

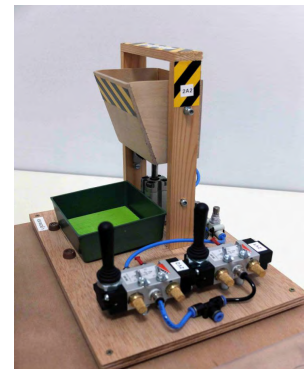
Des de l'anàlisi de la recerca realitzada, es va proposar l'esquema de planta sectorial de tractament de residus, que una vegada desenvolupat es concreta en les següents estacions de selecció, classificació i processament.



Nota: Tota la documentació tècnica (plànols, esquemes i programes) s'ha realitzat però no s'inclou en aquest document per falta d'espai i estarà a l'abast de tothom en la presentació del projecte.

Estació 1. Recollida i buidat de residus sòlids

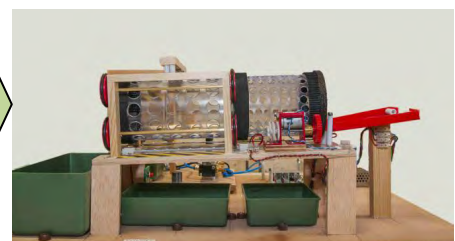
Els ciutadans i les ciutadanes aboquen els seus residus domèstics de forma separada en diferents tipus de contenidors com aquest, un per a els residus orgànics (gris), un altre per llaunes, plàstic i envasos (groc), un altre pel cartró i paper (blau) i altres com el del vidre (verd).



Estació 2: Classificació de residus

En aquesta estació, es processen i classifiquen el residus procedents del contenidor gris quan arriben a la planta de tractament.

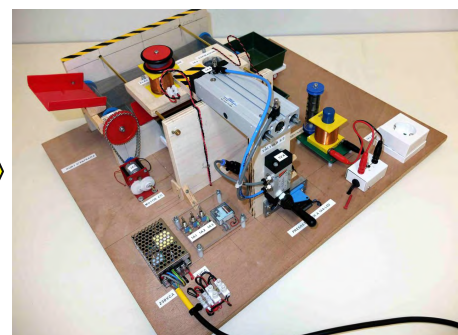
S'aboquen per la rampa per introduir-los al cilindre perforat o garbell de doble cos (Trommel) i, en aquest, els residus van sortint per cadascuna de les tres seccions, classificant-se segons la seua mida en les tres fonts de sortida.



Estació 3: Separació de metalls fèrrics i materials lleugers

La funció d'aquesta estació és separar els metalls fèrrics de la resta dels residus (altres metalls, plàstics, paper, vidre, ...) provinents de la línia mitjana del Trommel.

Per realitzar aquesta separació, l'estació compta amb un electroimant i un sistema d'aspiració.

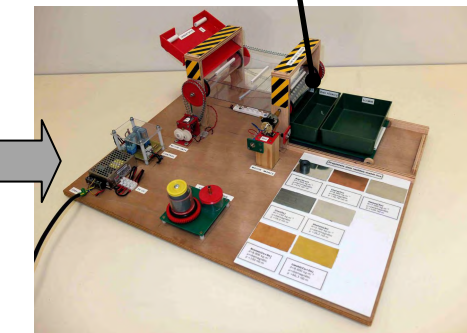
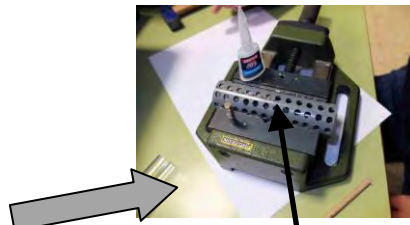


Estació 4: Separació dels materials metàl·lics (corrents de Foucault)

El disseny d'aquesta estació va ser l'origen del nostre treball de recerca. L'objectiu era discriminar els elements metàl·lics en funció del seu comportament davant un camp magnètic.

Els materials que es processen són: ferromagnètics com l'acer; diamagnètics com el coure, l'estany o el llautó i paramagnètics com l'alumini.

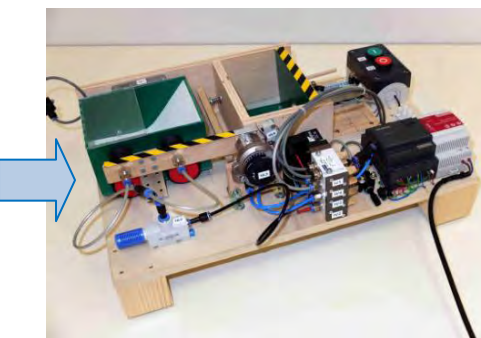
Ací es separen els metalls fèrrics dels no fèrrics mitjançant el principi d'inducció electromagnètica que té lloc en els materials conductors de l'electricitat quan estan sotmesos a un camp magnètic giratori.



Estació 5: Sistema automàtic per tal de compactar residus

Aquesta estació de treball pot compactar de forma automàtica i repetitiva tot els tipus de materials (metalls fèrrics i no fèrrics, tèxtils, paper, cartró, plàstics, etc.) que provenen de les estacions precedents.

Es tracta de l'última estació de la cadena, on arriben tot tipus de residus per ser premsats en petits blocs.



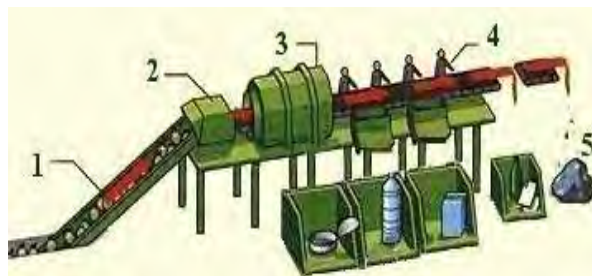
Des del plantejament del problema es va posar com a condició que cadascuna de les estacions de treball estiguera dotada d'un sistema de control diferent i que aquest evolucionara des d'un control manual del procés fins a un automatitzat i programable. Una altra de les condicions de partida va ser que a les diferents estacions s'utilitzara una àmplia varietat dels elements que conformen una màquina o sistema tècnic (estructura, energia, sensors, control i actuadors) amb la finalitat didàctica de cobrir la majoria d'elements curriculars de la matèria de Tecnologia Industrial del Batxillerat Científic-Tecnològic.

Estructures	Energia	Sensors	Control	Actuadors
<ul style="list-style-type: none"> - Fusta - Perfils metàl·lics - Materials plàstics <p>*Alguns elements són transparents per tal de facilitar la visualització dels processos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aire comprimit - Buit - Elèctrica (CA i CC) - Magnetisme 	<ul style="list-style-type: none"> - Òptics - Electromecànics - Magnètics - Inductius - Presostats 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual: <ul style="list-style-type: none"> • Elèctric • Pneumàtic - Automàtic: <ul style="list-style-type: none"> • Electrònic • Microcontrolador • Autòmat programable 	<ul style="list-style-type: none"> - Elèctrics: <ul style="list-style-type: none"> • LED • Motor de CC • Electroimants - Pneumàtics i de buit: <ul style="list-style-type: none"> • Cilindres • Aspirador

Esquema del projecte. Proposta de valorització de residus (línea mitjana)



Estació 1: Recollida i buidat del fem



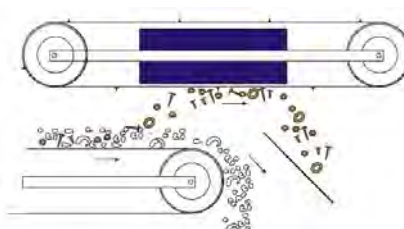
Estació 2: Planta classificadora de residus (Trommel)



Agrupament per calbres



Materials metàl·lics, plàstics, paper, ...



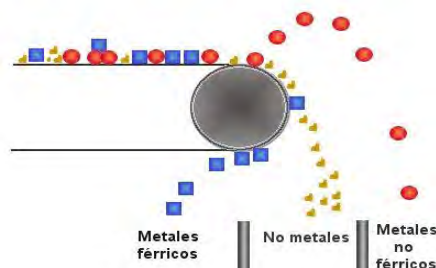
Estació 3: Separació de metalls fèrrics, no fèrrics i altres materials lleugers (plàstic i paper)



Materials diferenciats



Metalls fèrrics i no fèrrics



Estació 4: Separació de metalls segons les seues propietats magnètiques



Classificació de materials metàl·lics



Metalls, paper, cartró i plàstics

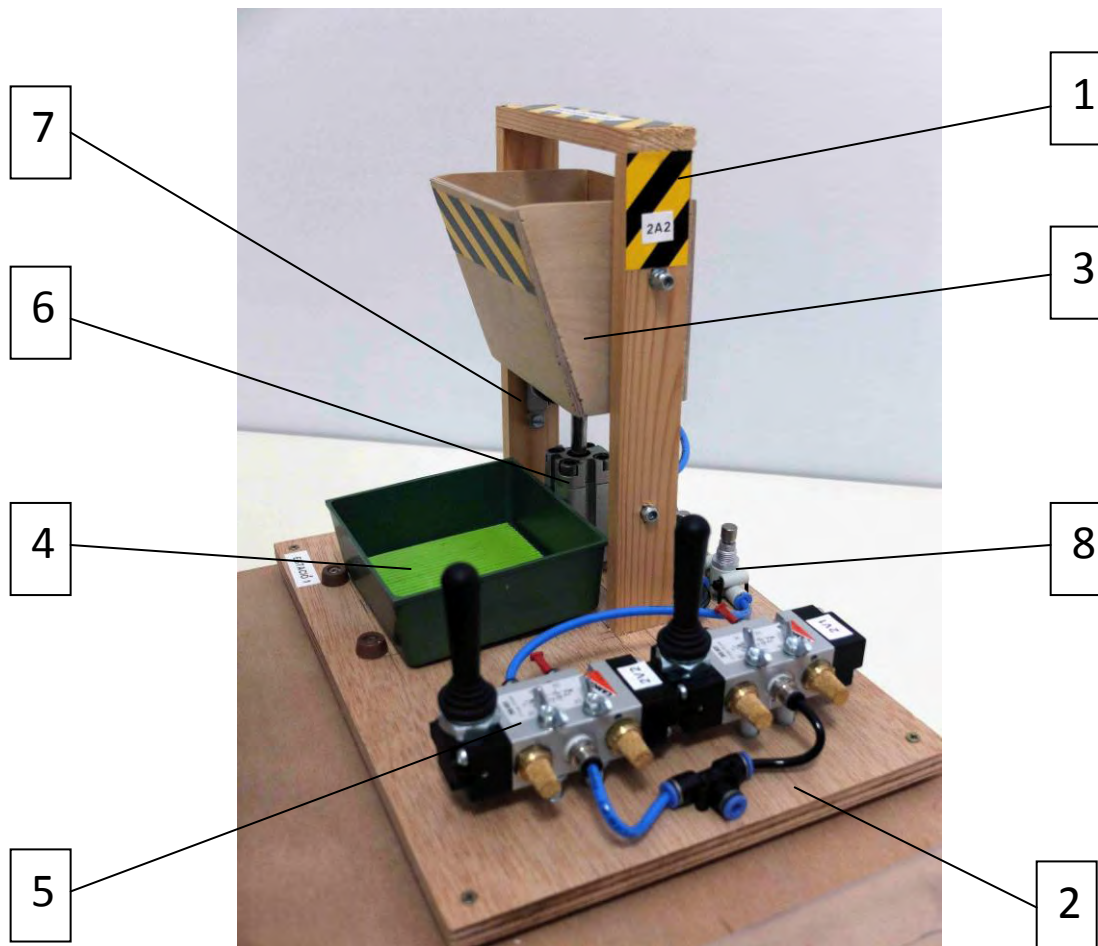


Estació 5: Sistema per a compactar residus



Producte premsat per ser apilat

Estació 1: Recollida i buidat de residus sòlids



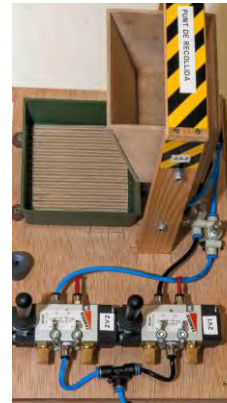
Núm.	Etiqueta assignada	Grup	Element
1		Estructura	Pilars i bigues: llistons de pi, A= 30mm, e= 10mm
2			Base: fusta contraxapada, L= 297mm, A= 210mm, e= 10mm
3			Contenedor de replegada: fusta contraxapada de bedoll, e= 4mm
4			Contenedor pel transport: polietilè d'alta densitat, e= 1mm
5	2V1 2V2	Control pneumàtic	Vàlvules pneumàtiques de 5 vies/3 posicions, convertides en vàlvules de 3 vies/2 posicions taponant una de les vies (2 unitats)
6	2A1	Actuadors pneumàtics	Cilindre de simple efecte. L= 50mm. Actua com a blocatge del contenidor de recollida
7	2A2		Cilindre de simple efecte pla. L= 100mm. Actua per a provocar el gir i la descàrrega de contenidor de recollida (2 unitats)
8			Reguladors de cabal (2 unitats)

Element	Especificacions tècniques
Actuadors pneumàtics	<p>Pressió de treball: 6 bar = 6 atm. $\approx 0,6$ MPa</p> $p = \frac{F}{S} \quad F = p S$ <p>Força d'avanç i de retrocés (força del moll, al tractar-se de cilindres de simple efecte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2A1, $\Phi_{\text{cilindre}} = 0,01$ m, $S_{\text{cilindre}} = 8 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, $F_A = 47\text{N}$, $F_R =$ força del moll - 2A2, secció rectangular $0,01 \times 0,002 \text{ m} = 2 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, $F_A = 12\text{N}$, $F_R =$ força del moll

Residus processats:

Amb aquesta esta estació de treball s'inicia el cicle de retirada i tractament de residus sòlids urbans i/o industrials. Els ciutadans i les ciutadanes abocaran els seus residus domèstics de forma separada en diferents tipus de contenidors com aquest, un per a els residus orgànics (gris), un altre per llaunes, plàstic i envasos (groc), un altre pel cartró i paper (blau) i altres com el del vidre (verd), piles, tèxtil ...

A la nostra proposta, hem dissenyat i construït aquest tipus de contenidor de replegada amb accionament pneumàtic o oleohidràulic, que permetrà l'abocament posterior sobre el vehicle de retirada de residus sòlids per al seu transport fins a la planta de tractament.



Descripció del funcionament:

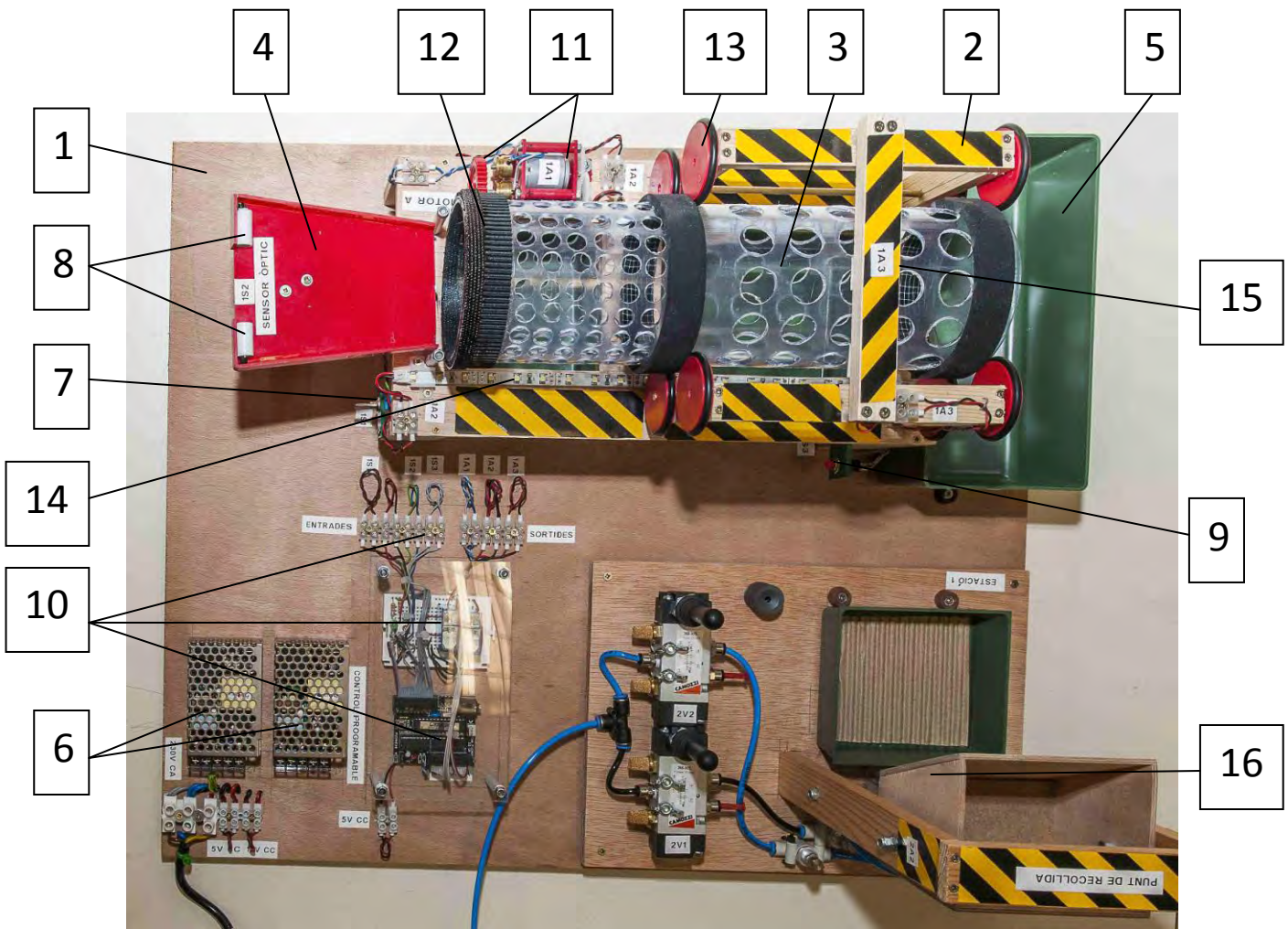
L'estació està formada per dos cilindres pneumàtics de simple efecte amb control manual mitjançant dos vàlvules de 5 vies i 3 posicions convertides en vàlvules de 3 vies i dos posicions (control adequat per a cilindres de simple efecte). En un sistema real l'accionament seria oleohidràulic per tal de facilitar la força necessària pel bolcat del contenidor.

El cicle s'inicia amb l'accionament de la vàlvula manual 2V1 que permet que l'èmbol del cilindre (2A1) de retenció del contenidor baixi i d'aquesta manera reste alliberat i, posteriorment, provocar el seu gir. A continuació, al accionar la vàlvula manual 2V2, els dos cilindres de simple efecte plans (2A2), situats als costats del contenidor i amb el punt d'ancoratge lleugerament desplaçat respecte l'eix de gir del contenidor, provoquen un desplaçament angular del contenidor i amb això l'abocament del seu contingut sobre el dipòsit del vehicle de transport.

Les vàlvules estranguladores permeten regular el cabal d'aire que entra als cilindres i, amb això, la velocitat de sortida de l'èmbol.

A la nostra proposta, hem situat un fons de color verd per tal de replegar aquest contingut i, posteriorment, abocar-lo sobre la següent estació de treball.

Estació 2: Planta classificadora de residus (Trommel)



Núm.	Etiqueta assignada	Grup	Element
1		Estructura	Base: fusta contraxapada, L= 600mm, A= 500mm, e= 12mm
2			Pilars i bigues: llistons de pi, A= 30mm, e= 10mm
3			Cilindre de PVC perforat (Trommel), $\Phi_{ext.}=90$ mm, $\Phi_{perforació1}= 10$ mm, $\Phi_{perforació2}= 20$ mm
4			Rampa de càrrega, PVC
5			Contenidors de classificació per calibre (3 unitats): PE, e= 1mm
6	5VCC 12VCC	Font d'alimentació	5 VCC, 5 A, 25 W 12 VCC, 2 A, 25 W
7	1S1	Sensors	Interruptor de seguretat per la posada en marxa (NO)
8	1S2		Sensor òptic: LED emissor d'infrarojos i fototransistor captador
9	1S3		Polsador d'aturament d'emergència (NO)
10		Sistema de control programable	- Microcontrolador Picaxe 28X - Board per a les connexions E/S - Regletes de connexió amb els elements del sistema
11	1A1	Actuadors electro-mecànics	Motor de CC, amb reductora de velocitat i engranatge de sortida
12			Cremallera per transmetre el moviment de gir al Trommel
13			Corrons per a guiar el gir del Trommel
14	1A2		LED blanc per senyalitzar el moviment de rotació del Trommel
	1A3		LED blau per senyalitzar el repòs del Trommel
16		Estació 1	Estació de recollida de residus

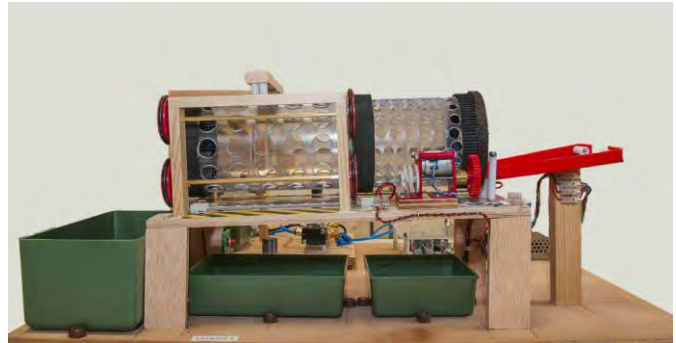
Element	Especificacions tècniques
Actuadors	- Motor elèctric CC (1A1): 1,5 V – 9 V, 150 mA
	- Reductora de velocitat per tren d'engranatges compost, 1:402
	- Engranatge situat a l'eix de sortida del motor: Z = 38 dents, m = 1mm/dent, p= 3,14 mm/dent
	- Cremallera: L= 283 mm, m = 1mm/dent, p= 3,14mm/dent, Z=90 dents.
	Relé (2 unitats). Circuit de bobina: $V_n = 5V$, $I_n = 150mA$. Circuit de sortida: $V = 12V$, $I_n = 0,32A$
	LED d'alta lluminositat blanc, 12 V, 160 mA (c.u.), 2 unitats
	LED d'alta lluminositat blau, 12 V, 100 mA

Residus processats:

En aquesta estació, es processen i classifiquen el residus procedents del contenidor gris, quan arriben a la planta de tractament.

S'aboquen per la rampa per introduir-los al cilindre perforat o garbell de doble cos (Trommel) i, en aquest, els residus van sortint per cadascuna de les tres seccions, classificant-se segons la seua mida en les tres fonts de sortida.

El residu que es tracten posteriorment a la resta d'estacions del projecte són els que surten per la línia mitjana del Trommel ($10 \text{ mm} < \Phi < 20 \text{ mm}$).



Descripció del funcionament:

Aquesta planta ens situa a l'inici de tractament mecànic-biològic que es duria a terme en una planta de valorització integral de residus.

El sistema de control que hem implementat en aquesta estació és electrònic. Utilitzem un microcontrolador programable tipus Picaxe 28X i una sèrie de sensors i actuadors connectats a les seves entrades i sortides digitals, respectivament.

Per posar en marxa el Trommel i fer que gire, caldrà doncs, no sols fer passar el contingut del recipient per davant de la cèl·lula fotoelèctrica (1S2) situada a l'inici de la rampa que condueix el fem al trommel, si no també prémer l'interruptor de marxa (1S1).

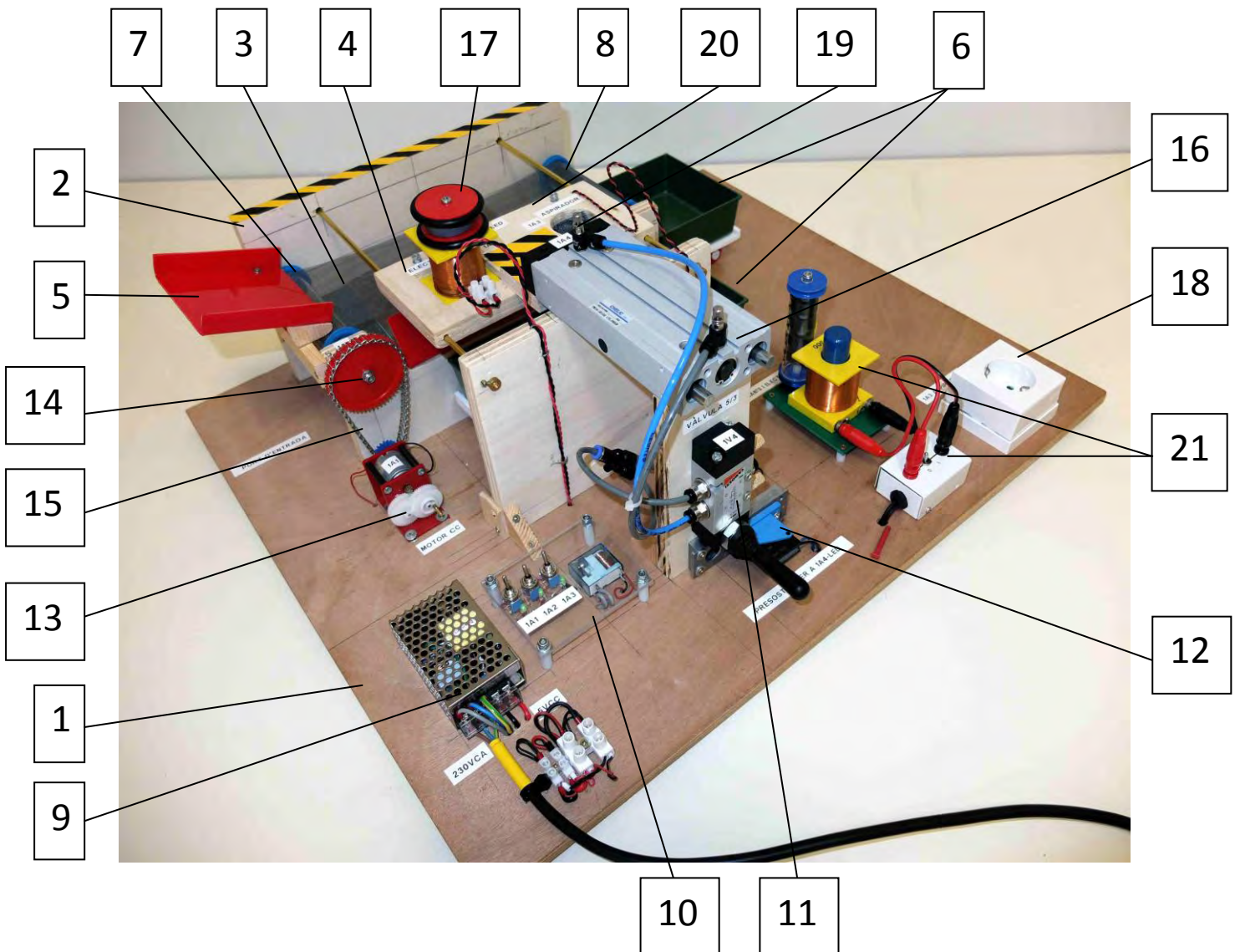
Una vegada iniciat el procés de selecció, els LED blaus (1A3) situats en la part de dalt del Trommel, s'apagaran, s'encendran les dos tires de LED blanc (1A2) i el motor (1A1) començarà a fer girar el Trommel en sentit antihorari. Aquest moviment giratori junt amb la inclinació del Trommel, farà caure al primer recipient la matèria orgànica, constituïda per les partícules més xicotetes, que, a una planta real, seria dirigida a un subprocés diferent del que hem seguit nosaltres al nostre projecte. En segon lloc, farà caure la matèria de mida mitjana (es tractarà i seleccionarà posteriorment a les estacions 3, 4 i 5) a altre recipient i per últim la matèria sobrant i de major mida, caurà a un altre recipient que serà conduït a un subprocés diferent (no desenvolupat en aquest projecte).

El Trommel es troba programat de tal manera que, després de deu segons de gir en el sentit inicial (antihorari), canvia el seu sentit de gir durant cinc segons més per tal de fer caure el fem restant al recipient corresponent. Aquesta inversió de gir s'indica amb una intermitència dels LED blancs.

Si el sensor fotoelèctric (1S2) detecta l'entrada de més fem al llarg dels dos intervals de temps esmentats, el cicle de rotació antihorària del Trommel se reinicia de nou. En cas contrari, després dels cinc últims segons el procés s'aturarà.

Al prémer el polsador d'aturament (1S3), es produeix l'aturada immediata del procés.

Estació 3: Separació de metalls fèrrics, metalls no fèrrics i altres tipus de materials



Núm.	Etiqueta assignada	Grup	Element
1		Estructura	Base: fusta contraxapada, L= 600mm, A= 500mm, e= 12mm
2			Parets, suports i carro relliscant: fusta contraxapada, e= 15mm
3			Cinta transportadora de malla de fibra de vidre
4			Carro relliscant com a suport de l'electroimant i de la boca d'aspiració
5			Rampa de càrrega, PVC
6			Contenidors de classificació per calibre (4 unitats): PE, e= 1mm
7			Corró d'arrossegament de la cinta, PVC transparent, $\Phi= 20\text{mm}$
8			Corró d'arrossegament amb imants ceràmics a l'interior
9	5VCC		Font d'alimentació
10	1S1	Sensors i control elèctric	Interruptor de posada en marxa de la cinta transportadora (NO)
	1S2		Interruptor d'activació de l'electroimant (NO)
	1S3		Interruptor d'activació del relé de posada en marxa de l'aspirador (NO)
11	1V4		Vàlvula pneumàtica 5 vies/3 posicions, accionament manual per palanca
12	1S5		Pressostat per l'activació dels LED situats sota el carro relliscant
13	1A1	Actuadors electro-mecànics i pneumàtics	Motor de CC, amb reductora de velocitat i engranatge de sortida
14			Engranatge per a la transmissió del moviment als corrons
15			Cadena metàl·lica per a la transmissió del moviment a l'engranatge
16	1A4		Cilindre de doble efecte guiat. $\Phi_{\text{cilindre}}= 0,01\text{ m}$, $\Phi_{\text{embol}}= 0,006\text{ m}$, L=0,1 m

Núm.	Etiqueta assignada	Grup	Element
17	1A2	Actuadors electro-mecànics i pneumàtics	Electroimant. Bobina de coure de 500 espires amb nucli de ferro
18	1A3		Connexió 230 V CA tipo Sucko per l'aspirador activat des del relé (1S3)
19			Orifici per a fixar la mànega de l'aspirador
20	1A5		Tira de LED blancs d'alta lluminositat situats sota el carro rrelliscant
21		Mòdul didàctic	Electroimant i corró amb imants a l'interior per tal de fer demostracions experimentals d'electromagnetisme

Element	Especificacions tècniques
Actuadors	<p>1A1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motor elèctric CC (1A1): 1,5 V – 9 V, 150 mA - Reductora de velocitat per tren d'engrenatges compost, 1:402 - Engrenatge situat a l'eix de sortida del motor: $Z_1 = 18$ dents, $m = 1\text{mm/dent}$, $p = 3,14\text{ mm/dent}$ - Engrenatge situat a l'eix del corró de la cinta transportadora: $Z_2 = 58$ dents, $i = 58/18$ - Cadena metàl·lica d'alumini
	1A5: LED d'alta lluminositat blanc (6 unitats en paral·lel), 3 V, 150 mA. Resistència limitadora: 20Ω
	1A2: Electroimant, 5V, 1 A, 500 espires
	1A3: Aspirador, 230 V CA, 1 kW, 5A. Relé 5 V, 150 mA.
	1A4: Desplaçament linial. Doble èmbol. $\Phi_{\text{cilindre}} = 0,01\text{ m}$, $\Phi_{\text{èmbol}} = 0,006\text{ m}$, $S_{\text{cilindre}} = 8 \times 10^{-5}\text{ m}^2$ $S_{\text{èmbol}} = 2,80 \times 10^{-5}\text{ m}^2$. Força d'avançament = 48 N, Força de retorn = 31,2 N Pressió de treball (p): $P = 6\text{ atm} = 6\text{ bar} = 6 \times 10^5\text{ Pa} = 0,6\text{ MPa}$. $(p = \frac{F}{S} \rightarrow F = p S)$

Residus processats:

La funció d'aquesta estació és separar els metalls fèrrics de la resta de materials dels residus provinents de la línia mitjana ($10\text{ mm} < \Phi < 20\text{ mm}$) de l'estació 2 (Trommel). En aquests residus podem trobar altres metalls, plàstics, paper...

Per realitzar aquesta separació, l'estació compta amb un electroimant i un aspirador acoblats en un carro guiat i situat a l'extrem d'un cilindre pneumàtic i d'una cinta transportadora moguda per un motor elèctric de corrent continu.

Descripció del funcionament:

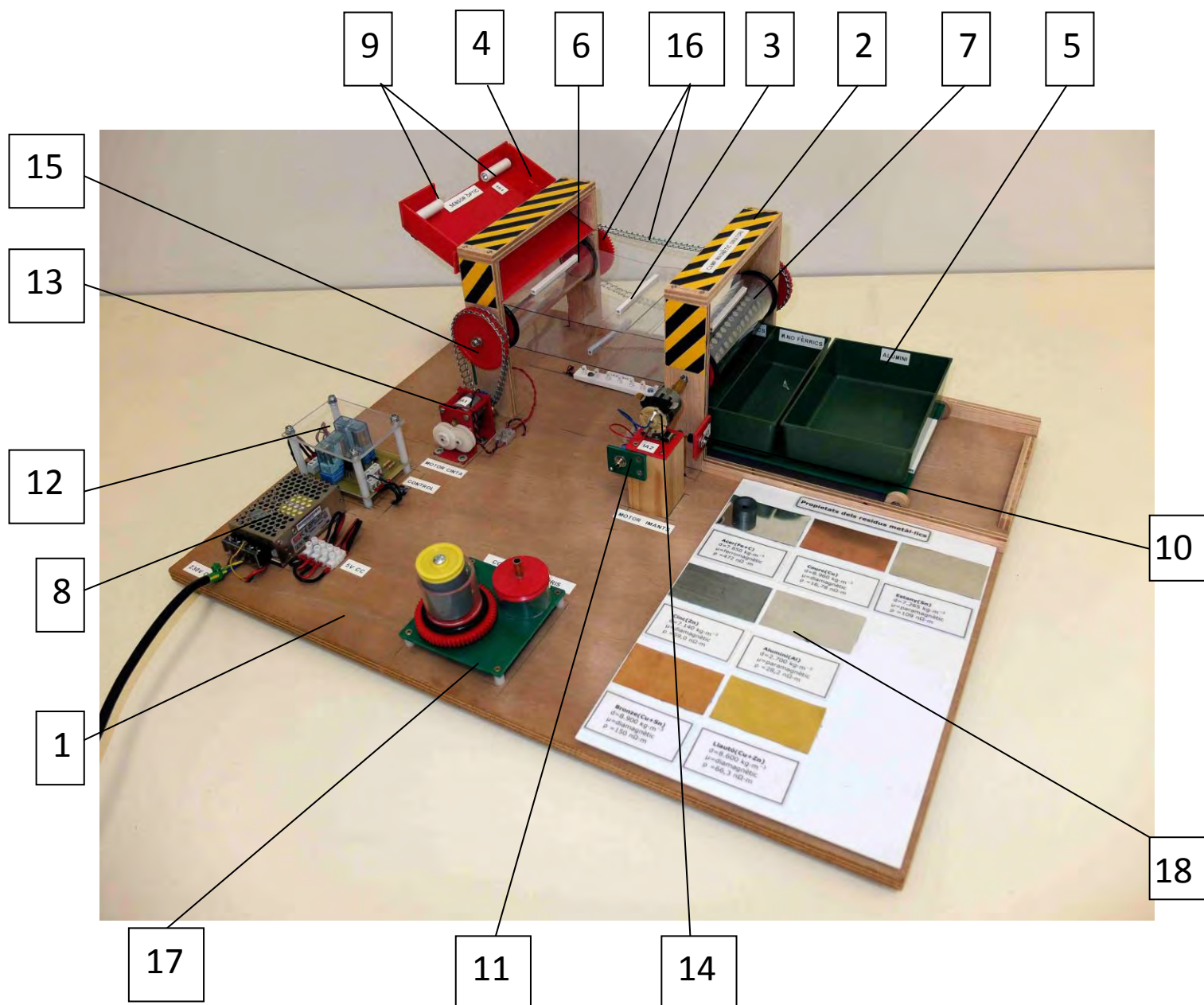
La separació s'inicia quan s'activa el cilindre pneumàtic (1A4) mitjançant l'accionament de la vàlvula distribuïdora 5/3 (1V4) provocant que el carro es desplaça situant l'electroimant (1A2) i la boca d'aspiració (1A3) damunt de la cinta transportadora. Arribat aquest moment, es posarà en marxa la cinta transportadora mitjançant el motor (1A1) controlat per l'interruptor (1S1), s'accionarà també l'electroimant mitjançant l'interruptor 1S2 i l'aspirador amb el relé controlat per l'interruptor 1S3.

Es deixen caure els residus per la rampa i quan la cinta es posa en moviment els farà passar primer sota l'electroimant, que atraurà els metalls fèrrics. Més endavant, la resta de materials lleugers seran atrets per l'aspirador, deixant a la cinta els metalls no fèrrics més pesats. Aquests cauran a un contenidor situat sota l'extrem de la cinta transportadora.

Una vegada finalitzat el recorregut dels materials per la cinta, fem retornar el carro al punt d'inici, aturem l'alimentació de l'electroimant i de l'aspirador actuant sobre els interruptors 1S2 i 1S3 i, d'aquesta manera, els materials que n'hi havia atrets, cauran en sengles contenidors, quedant així separats.



Estació 4: Separació de metalls segons les seues propietats magnètiques (corrents de Foucault)



Núm.	Etiqueta assignada	Grup	Element
1		Estructura	Base: fusta contraxapada, L= 600mm, A= 500mm, e= 12mm
2			Llistons de fusta de pi. A= 30 mm, e= 10 mm.
3			Cinta transportadora de PVC flexible i transparent
4			Rampa de càrrega, PVC
5			Contenidors de classificació per tipus de metall (2 unitats): PE, e= 1mm
6			Corró d'arrossegament de la cinta, PVC transparent, $\Phi= 40\text{mm}$
7			Corró amb imants de Neodimi a l'interior
8	5VCC	Font d'alimentació	5 VCC, 5 A, 25 W
9	1S1	Sensors i control electrònic	Sensor òptic. Emissor: díode emissor d'infrarojos. Detector: fototransistor
10	1S2		Polsador d'aturament d'emergència (NT)
11			Interruptors d'activació dels motors de la cinta i del corró amb imants
12			Control electrònic no programable (circuit amplificador amb sortida per relé)

Núm.	Etiqueta assignada	Grup	Element
13	1A1	Actuadors electro-mecànics	Motor de CC, amb reductora de velocitat i engranatge de sortida
14	1A2		Motor de CC sense reducció de velocitat
15			Engranatge i cadena per a la transmissió del moviment als corrons
16			Engranatges i cadena metàl·lica per a la transmissió del moviment entre els corrons de la cinta
17		Mòdul didàctic	Detall del sistema de moviment del corró de la cinta i del corró interior amb els imants de Neodimi que produeixen un camp giratori.
18			Panell amb diferents metalls i les seves propietats físico-químiques

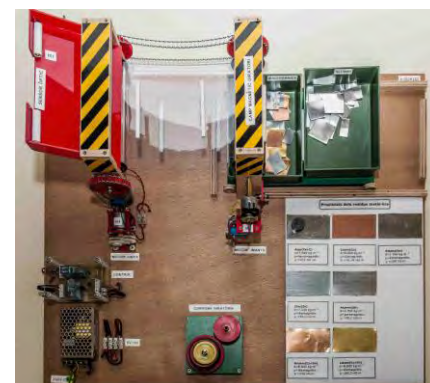
Element	Especificacions tècniques
Actuadors	1A1: - Motor elèctric CC (1A1): 1,5 V – 9 V, 150 mA - Reductora de velocitat per tren d'engranatges compost, 1:402 - Engranatge situat a l'eix de sortida del motor: $Z_1 = 18$ dents, $m = 1\text{mm/dent}$, $p = 3,14\text{ mm/dent}$ - Engranatge situat a l'eix del corró de la cinta transportadora: $Z_2 = 58$ dents, $i = 58/18$ - Engranatges per a la transmissió de moviment entre els corrons: $Z_3 = Z_4 = 58$ dents
	1A2: - Motor elèctric CC (1A2): 1,5 V – 9 V, 2,5 A (Elevada corrent degut al M-par de forces- tan elevat necessari per superar el fregaments i el pes del corró amb 240 imants)
	1A3: LED d'alta lluminositat blanc, 3 V, 25 mA (c.u.). 8 unitats amb $R=16\Omega$, 1/2 W en sèrie
	Corró d'imants de Neodimi (NdFeB), $\Phi = 6\text{mm}$, $h = 2\text{mm}$, magnetització N45, força subjecció de cadascun= aprox. 680 g. Nombre d'unitats implementats al corró del camp giratori= 240
	Relés instal·lats a la placa de control electrònic: 5V, 150 mA

Residus processats:

El treball que aconsegueix aquesta estació és el de discriminar els elements metàl·lics en funció del seu comportament davant un camp magnètic.

Pel que fa al tipus de materials que es processen, trobem metalls ferromagnètics com és l'acer; diamagnètics com el coure, l'estany o el llautó i paramagnètics com l'alumini.

En acabar el recorregut per la cinta, els metalls quedaran classificats en tres contenidors: metalls fèrrics, no fèrrics i alumini, com a conseqüència de la f.e.m. induïda en ells pel camp magnètic giratori produït per un corró amb 240 imants de Neodimi distribuïts de forma radial.



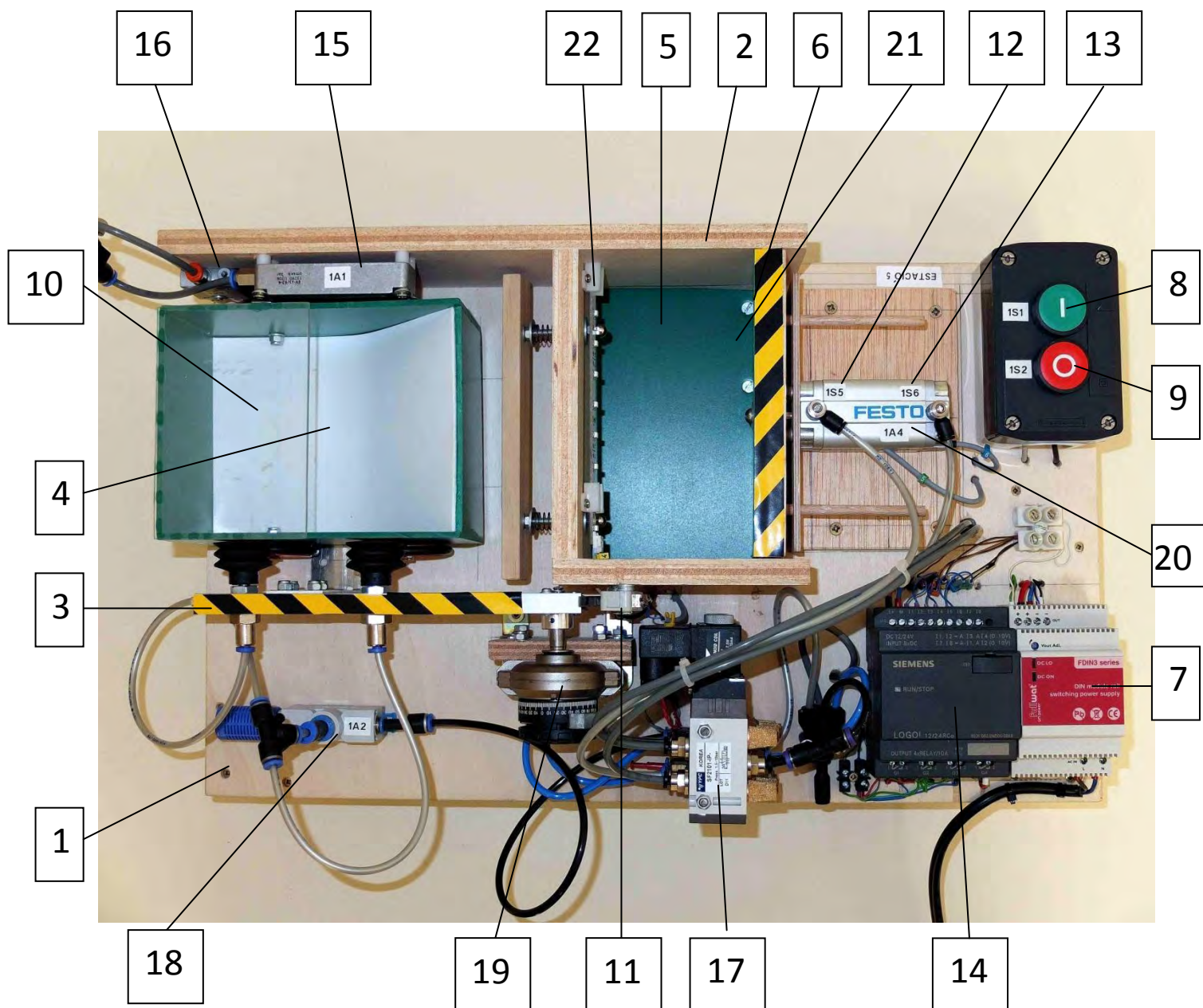
Descripció del funcionament:

Per que es pose en marxa el motor que fa girar la cinta transportadora és necessari accionar el primer interruptor (I1) i el sensor òptic (1S1) ha de detectar que hem introduït residus en la rampa dispensadora (4). A continuació el motor amb reductora, unit per una cadena a un engranatge de major nombre de dents, fa girar un corró que provoca el desplaçament de la cinta transportadora i, amb ella, els residus metàl·lics. Es necessari també accionar el segon interruptor (I2), per tal de permetre que el motor sense reductora produísca el gir del corró que conté els imants de Neodimi. Açò permetrà generar un camp magnètic giratori que crea corrents de Foucault en el metall, i això fa que, per exemple, l'alumini ix repel·lit pel corró dels imants i acabe en el contenidor més allunyat. D'altra banda, el metalls no fèrrics quedaran al calaix intermedi i els fèrrics com l'acer són atrets per l'imant radial fins que són dipositats a un contenidor que es troba sota el corró giratori.

Quan premem el polsador d'aturament d'emergència (1S2) el procés s'atura de forma immediata.

En aquesta maqueta s'ha inclòs un mòdul didàctic per mostrar el procés de creació del corró dels imants i del corró que arrossega la cintra transportadora.

Estació 5: Sistema automàtic per compactar residus



Núm.	Etiqueta assignada	Grup	Element
1		Estructura	Base: fusta contraxapada, L= 500mm, A= 300mm, e= 15mm
2			Parets i suports de fusta contraxapada, e= 12 mm.
3			Suport giratori de fusta de bedoll reforçat amb perfil en L d'alumini
4			Carretó per al transport dels residus a compactar
5			Tremuja de descàrrega de material a compactar
6			Prensa
7	24VCC	Font d'alimentació	24 VCC, 5 A, 100 W
8	1S1	Sensors i control amb autòmat programable	Pulsador de marxa (NO)
9	1S2		Pulsador d'aturament d'emergència (NT)
10	1S3		Final de cursa electromecànic situat sota el carretó
11	1S4		Final de cursa electromecànic que detecta quan el suport giratori es troba dalt (en posició de descàrrega)
12	1S5		Final de cursa magnètic (REED) que detecta la sortida de l' 1A4
13	1S6		Final de cursa magnètic (REED) que detecta el retorn de l' 1A4
14			Autòmat programable Siemens 12/24RC (8 entrades, 4 sortides)

Núm.	Etiqueta assignada	Grup	Element
15	1A1	Actuadors electropneumàtics	Cilindre de simple efecte. Membrana empenyedora del carretó
16	EV1		Electrovàlvula pneumàtica 3 vies/2 posicions per accionar 1A1
17	EV1...5		Electrovàlvula pneumàtica 5/2 monoestable, per accionar 1A2 ...5
18	1A2		Ventoses de buit (efecte Venturi) per subjectar el carretó en l'ascens
19	1A3		Actuador pneumàtic giratori 0-90° per pujar el carretó
20	1A4		Cilindre de doble efecte guiat per a la premsa
21	1A5		Cilindre de doble efecte guiat per obrir la tremuja de descàrrega (situat sota la base del projecte)
22	1A6		LED blanc d'alta lluminositat per senyalitzar el premsatge des residus

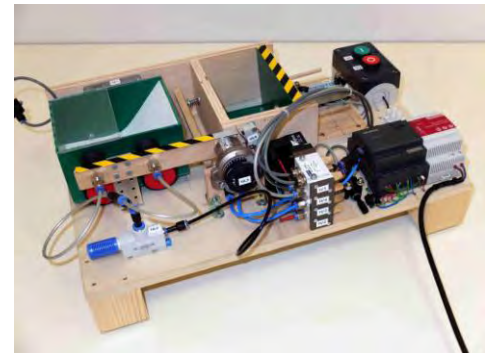
Element	Especificacions tècniques
Actuadors	- 1V1: 24 V, 100 mA, 1-8 bar
	- 1V1, ..., 1V4: 24 V, 150 mA, 1-8 bar
	1A1: Membrana. Desplaçament lineal. 50 mm x 5 mm, $S = 2,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, $F_A = 150 \text{ N}$
	1A2: Ventosa. $\Phi = 0,02 \text{ m}$, $F = 32 \text{ N}$ (c.u.)
	1A3: Actuador giratori. D. angular. $\Phi_{\text{cilindre}} = 0,01 \text{ m}$, $S_{\text{cilindre}} = 8 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, $F_A = 48 \text{ N}$, $F_R = 32 \text{ N}$
	1A4: Desplaçament lineal. $\Phi_{\text{cilindre}} = 0,01 \text{ m}$, $\Phi_{\text{èmbol}} = 0,006 \text{ m}$, $S_{\text{cilindre}} = 8 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, $S_{\text{èmbol}} = 2,80 \times 10^{-5} \text{ m}^2$. $F_A = 48 \text{ N}$, $F_R = 31,2 \text{ N}$
	1A5: D. Doble èmbol. $\Phi_{\text{cilindre}} = 0,01 \text{ m}$, $\Phi_{\text{èmbol}} = 0,006 \text{ m}$, $F_A = 48 \text{ N}$, $F_R = 32 \text{ N}$
	Pressió de treball (p): $P = 6 \text{ atm} = 6 \text{ bar} = 6 \times 10^5 \text{ Pa} = 0,6 \text{ MPa}$. $(p = \frac{F}{S} \rightarrow F = p S)$
	1A5: LED blancs d'alta lluminositat, 12 V, 60 mA, amb una resistència en sèrie de 160 Ω , 5W

Residus processats:

Aquesta estació de treball pot compactar de forma automàtica i repetitiva tot tipus de materials (metalls fèrrics i no fèrrics, tèxtils, paper, cartró, plàstics, etc.) que provenen de les estacions precedents.

Es tracta de l'última estació de la xarxa, on arriben tot tipus de residus per ser premsats en petits blocs.

En la maqueta el premsatge es produeix mitjançant l'acció d'actuadors pneumàtics. Malgrat això, en una màquina compactadora real, s'utilitzarien actuadors oleohidràulics per aplicar una força d'accionament molt més elevada.



Descripció del funcionament:

L'estació consta dels tres elements característics d'un sistema automàtic de llaç tancat (realimentat): sensors, sistema de control (autòmat programable) i actuadors (en aquest cas, electropneumàtics).

El cicle s'inicia al prémer, el polsador de marxa (1S1), si el contenidor està situat al port d'entrada i el detecta el sensor (1S3), s'accionarà la membrana empenyedora (1A1), la qual cosa farà que el contenidor es desplaça cap a les ventoses de subjecció (1A2). Uns instants després, l'actuador giratori (1A3), realitzarà un gir ascendent de 90 graus cap a la tremuja de descàrrega i, en arribar dalt, pressiona el final de cursa electromecànic (1S4) i s'aturarà aquesta posició. Uns segons després de realitzar la descàrrega, s'inicia el moviment descendent del contenidor cap al port d'entrada, sortint al mateix temps un pistó de doble efecte guiat (1A4) situat en la tremuja de descàrrega, que premsarà el residu i s'activarà al mateix temps l'enllumenat de senyalització fet amb LED (1A6).

Finalment, s'obri el sòl de la tremuja a través d'un cilindre de doble efecte (1A5), situat per sota del sòl, per buidar els residus compactats. Aquest cilindre actua simultàniament amb la membrana empenyedora (1A1).

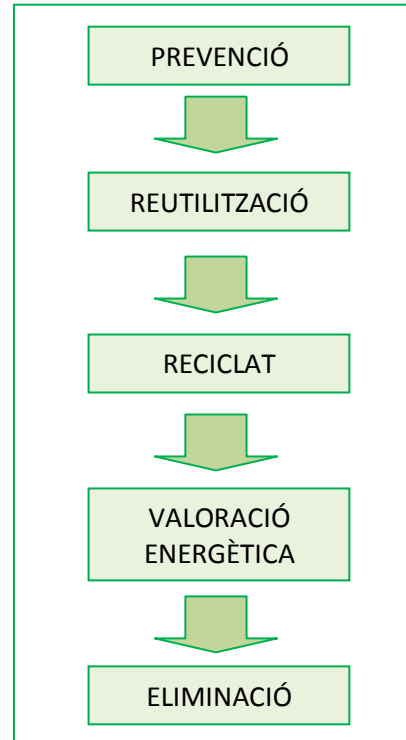
El cicle descrit es repeteix de forma continua i s'atura al prémer el polsador d'aturament (1S2) i, al prémer de nou el polsador de marxa (1S1), el cicle continuarà a partir d'aquest punt.

3. Benefici que es pot aconseguir amb la solució aportada

El **primer objectiu**, de caire **social** és la reducció al mínim dels efectes negatius de la generació i gestió de residus per a la salut humana i el medi ambient, la reducció de l'ús de recursos i l'aplicació pràctica de la jerarquia de residus.

Jerarquia de la prevenció i gestió de residus:

- **Prevenició:** Mesures adoptades abans que una substància o producte es convertesca en un residu.
- **Preparació per a la reutilització:** Operació de valorització com a comprovació, neteja i reparació mitjançant la qual els productes s'hi preparen per a poder ser reutilitzats sense cap transformació.
- **Reciclat:** Valoració mitjançant la qual els productes són transformats per tal de formar-ne un altre per al mateix ús o un altre diferent.
- **Valoració energètica:** Qualsevol operació d'utilització de residus com a substitució d'altres combustibles per a la producció d'energia.
- **Eliminació:** Qualsevol operació que no siga de valoració, fins i tot, si té com a conseqüència secundària l'aprofitament de material o energia.



Si es considera un escenari teòric en el qual es dóna lloc a la recollida selectiva de paper, cartró, vidre, envasos de plàstic i fracció orgànica, el nostre projecte proposa la construcció d'una planta de valoració sectorial de la fracció resta dels residus sòlids urbans (contenedor gris). Correspon als residus no arreglats selectivament i que encara contenen entre un 30-40% de matèria orgànica.

El **segon objectiu**, de caire **científic i tècnic**, consisteix en proposar un sistema innovador per a la indústria del processat de residus sòlids metàl·lics. Aquest sistema es fonamenta en el principi d'inducció electromagnètica:

“quan un material conductor de l'electricitat talla les línies de força d'un camp magnètic giratori, s'indueix en ell una força electromotriu que provoca la creació d'unes corrents elèctriques circulatòries al seu interior (corrents paràsites o de Foucault) les quals interactuen amb el camp magnètic i fa que apareguen unes forces que tractaran de desplaçar-lo”.

Aquest objectiu es va concretar en el disseny i construcció d'una de les estacions de la planta de tractament de residus. El treball que es desenvolupa en aquesta estació és el de discriminar els elements metàl·lics en funció del seu comportament davant un camp magnètic.

Pel que fa al tipus de materials que es processen, trobem metalls ferromagnètics com és l'acer; diamagnètics com el coure, l'estany o el llautó i paramagnètics com l'alumini.

Al final de la cinta, els metalls es classifiquen en tres contenidors: metalls fèrrics, no fèrrics i alumini.

El **tercer objectiu**, és el de fer un plantejament **didàctic** al voltant dels processos de tractament de R.S.U. amb l'anàlisi dels productes inicials i finals, els elements de cada fase o estació de treball i els distints mètodes de control els quals permeten automatitzar els processos que es duen a terme.