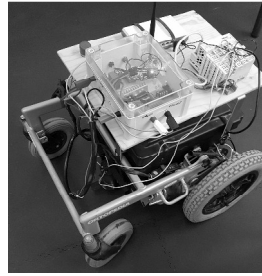


TONDEUSE AUTONOME CONNECTEE



RAPPORT DE PROJET TUTEUR

Yannick RODELLA
César Alejandro RAMOS ORTEGA

Licence professionnelle VEGA
2018-2019

Enseignant référent : Eric Chrétien



GEII

Département Génie Electrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

Table des matières

Introduction.....	3
Solution cible.....	4
Schéma synoptique.....	4
Description de l'existant.....	5
Energie.....	5
Source d'énergie.....	5
Adaptation pour le routeur Wifi.....	5
Communication.....	7
Liaison automate programmable – programmeur/utilisateur.....	7
Liaison automate programmable – Carte de commande des moteurs (driver Sabertooth).....	7
Information distance parcourue.....	9
Développement.....	10
Programme de la tondeuse.....	10
IHM - Les commandes utilisateur.....	10
IHM – Les retours d'information à l'utilisateur.....	13
Mode automatique.....	14
La communication avec le driver.....	17
Solution de mesure du courant.....	18
Choix technologique.....	18
Schémas et calculs opérationnels pour la mesure de courant.....	19
Intégration à l'automate.....	20
Quelques grandeurs mesurées.....	20
Dispositif de coupe.....	21
Intégration à l'automate.....	21
Moteur.....	21
Supports.....	22
Lame.....	23
Conclusion.....	24
ANNEXES.....	25
Rapport du projet initial.....	25
Données techniques des composants utilisés dans notre développement.....	26
LASSP.....	26
AMPLI LM358N.....	27
TRACO.....	28
Driver Sabertooth.....	29
Carte métier 750-459 pour mesure du courant.....	30
Carte métier 750-532 pour contrôle du moteur de coupe.....	31
Typons PCB mesure de courant.....	32
Code commenté.....	36
Lien WEB.....	42



Introduction

Dans le cadre de notre projet tutoré, nous avons choisis de faire évoluer un prototype de tondeuse autonome connectée.

Dans un premier temps, nous avons travaillé pour remettre en service le prototype :

- Etat des composants et des différents organes de la maquette
- Prise en main de la programmation d'un Automate Programmable de marque Wago et du logiciel Codesys (rattaché à cette même marque)
- Contrôle et pilotage des moteurs des roues arrière gauche et droite avec la liaison RS232 (un programme de communication nous est fourni par M. Chrétien)

Une des 2 batteries étant hors d'usage, nous utilisons une alimentation de labo et nous positionnons le prototype sur cales. Ce banc improvisé nous permettra de tester les réponses du driver et de l'automate à nos programmes en toute sécurité.

Après avoir appréhendé quelques rudiments de programmation en Ladder et bloc fonction sous Codesys et avoir pu faire fonctionner les moteurs nous avons entamé la deuxième phase d'amélioration de notre projet.

Nous nous fixons pour objectif :

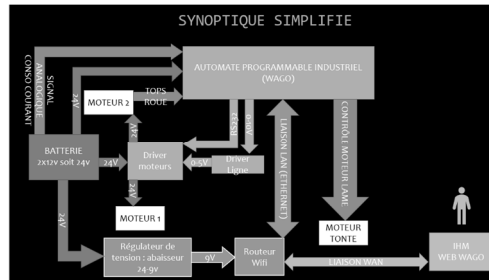
- D'écrire un programme de déplacement complet intégrant un programme autonome de traitement d'une surface à tondre (entretien de la hauteur du gazon)
- De maîtriser la consommation de courant et par suite de gérer l'autonomie de la tondeuse
- De sécuriser la tondeuse en fournissant une solution de détection des obstacles et au final de contournement de ces derniers
- D'implanter un dispositif de coupe



Solution cible

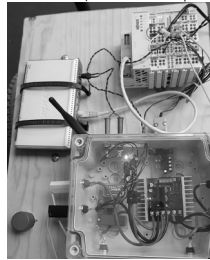
Dans cette partie nous présentons brièvement la tondeuse du point de vue fonctionnel tel que nous l'imaginons en fin de projet.

Schéma synoptique



Ce synoptique très simplifié permet néanmoins d'aborder de manière macroscopique les différents organes de la tondeuse et de deviner leurs interactions, la nature des échanges (données, signal, énergie) ainsi que leurs fonctions.

Voici une vue d'ensemble du matériel (sauf les batteries qui sont dessous) :



Description de l'existant

Dans cette partie nous présentons la tondeuse telle que nous l'avons réceptionnée.

Energie

Source d'énergie

L'énergie fournie à la tondeuse est tirée de 2 batteries plomb acide, type véhicule, connectées en série.



La tension continue est de 24V. La capacité délivrée est de 48 et 64AH (nous avons dû changer la 2^{ème} batterie, initialement les 2 étaient identiques). Elle peuvent être rechargées avec des chargeurs de batteries pour véhicule (ils sont disponibles au magasin du département).

Cette source assure directement l'alimentation des organes suivant :

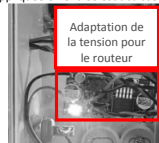
- Le Driver des moteurs
- Les moteurs
- L'automate programmable

Un dispositif abaisseur de tension est nécessaire pour le routeur Wifi.

Adaptation pour le routeur Wifi

Un module LM2596S permettant d'abaisser la tension est intégré à l'ensemble.

La tension source de 24V appliquée en entrée est abaissée à 9V en sortie.



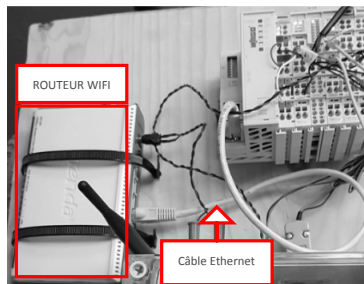


Communication

Liaison automate programmable – programmeur/utilisateur

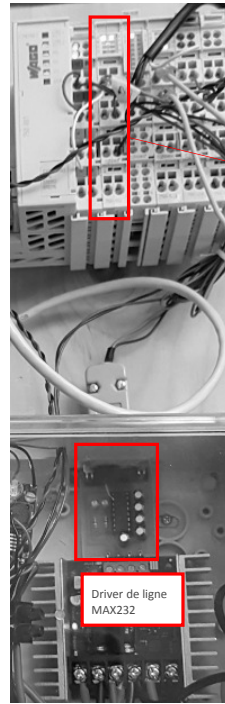
Une Liaison LAN (Câble Ethernet) est établie entre un routeur Wifi et l'automate.

Un routeur Wifi assure la liaison de type WAN avec soit un PC équipé de Codesys (pour programmer l'automate) soit un appareil pouvant supporter l'application WEB WAGO (Smartphone, tablette etc.. pour contrôler la tondeuse).



Liaison automate programmable – Carte de commande des moteurs (driver Sabertooth)

Notre automate est pourvu d'une carte métier (750-652) qui met en œuvre la liaison série RS232 (+/- 12V) à une vitesse de 9600 bauds. Ces niveaux doivent être adaptés à ceux du microcontrôleur du driver dont la logique de commande s'opère en liaison type TTL 0-5V (vitesse identique à 9600 bauds). A cette fin, un driver de ligne (MAX232) est associé.



Carte de liaison
RS232

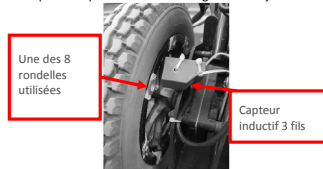


Information distance parcourue

L'automate est associé à une carte métier (750-1420) qui permet de recevoir un signal digital T.O.R. issu de capteur 2 ou 3 conducteurs.

Un capteur inductif, 3 conducteurs, est relié à la carte.

8 rondelles métalliques sont placées à intervalle régulier sur la jante de la roue gauche.

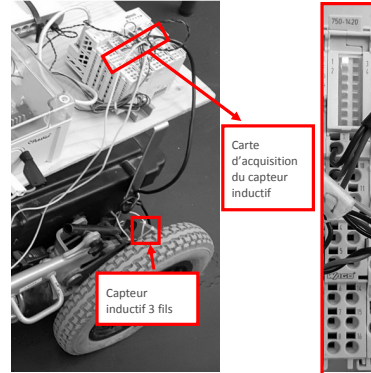


Chaque front montant signal le passage d'une rondelle devant le capteur.

A savoir qu'un tour de roue représente 1m parcouru. En exploitant le signal binaire envoyé par le capteur, nous sommes donc capable de placer la tondeuse à 12.5cm près.

NB : initialement le prototype était équipé de 4 morceaux de métal, mais cela s'est avéré insuffisant dans la mise au point des rotations en mode automatique.

Vue d'ensemble du dispositif :



Développement

Dans cette partie nous traitons de nos contributions au projet durant l'année scolaire.

Programme de la tondeuse

Nous utilisons Codesys pour programmer l'automate Wago (le code commenté se trouve en annexe). Nous décrivons dans cette partie les principes régissant l'algorithme et chaque bloc.

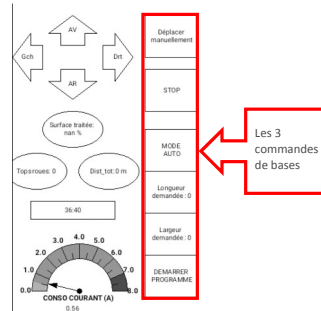
IHM - Les commandes utilisateur

La totalité de l'IHM est géré avec le module PLC_VISU qui est intégré à Codesys. WEBVISU ou l'application WEBWAGO permet d'accéder à l'IHM conçue dans ce module.

Dans notre IHM, l'utilisateur a accès à 3 commandes de bases :

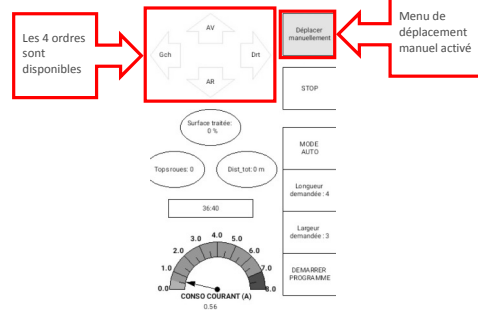
- Déplacement manuel
- Arrêt de la tondeuse
- Mode auto : programme d'une surface à traiter

Voici une vue d'ensemble du menu (Screenshot effectué sur un smartphone utilisant WEB WAGO) :

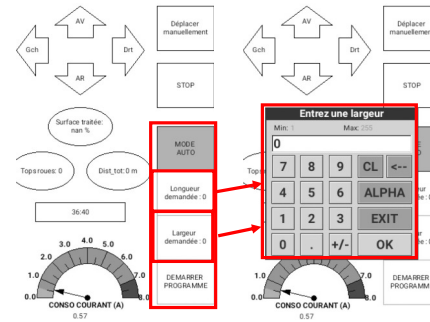


Lorsque l'utilisateur sélectionne le déplacement manuel en appuyant sur le bouton « Déplacer manuellement », il a accès à 4 ordres de bases (Avant, Arrière, Rotation Gauche et Rotation droite) pour mouvoir la tondeuse. Dans ce mode, la tondeuse ne fait que se déplacer. Un appui sur Stop met fin au dernier ordre donné et désactive le menu de déplacement manuel.

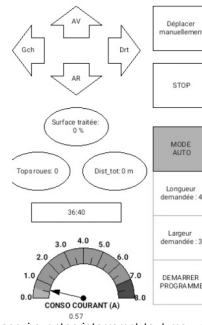
Voici un aperçu lorsque ce menu est demandé par l'utilisateur :



Enfin si l'utilisateur souhaite programmer la tondeuse pour traiter une surface, il choisit le mode auto. Le mode auto requiert dans un premier temps de renseigner une longueur et une largeur. En appuyant sur les cases longueur ou largeur demandée un clavier inclus dans Codesys s'ouvre pour entrer la valeur souhaitée. Une fois que cela est fait un appui sur le bouton « DEMARRER PROGRAMME » lance le cycle auto. Voici un aperçu de ce menu auto :



Aspect du menu une fois les dimensions renseignées :

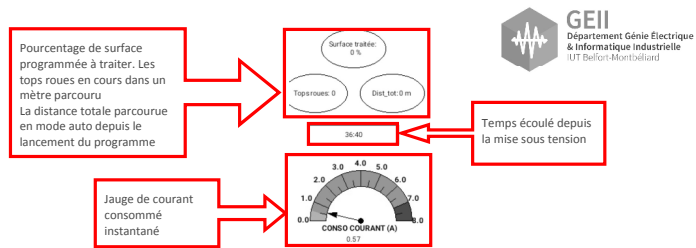


Dans tous les cas, un appui sur stop interrompt tout mouvement de la tondeuse. En mode auto, la tondeuse se trouve interrompue dans son cycle et il doit être recommencé.

IHM – Les retours d'information à l'utilisateur

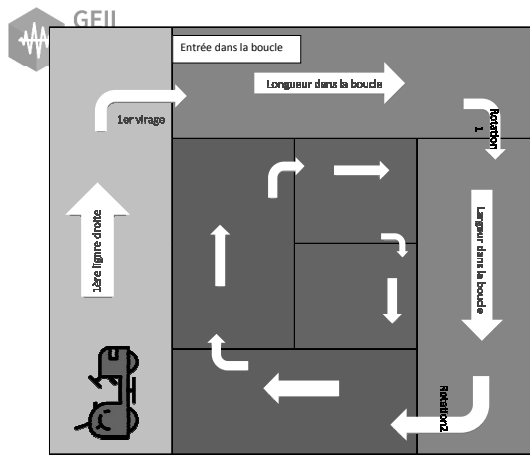
On renvoi à l'utilisateur 3 types d'informations :

- Des informations sur la distance parcourue dans le programme auto
- Le temps écoulé depuis la mise sous tension de l'automate
- La consommation de courant instantanée lorsque la tondeuse est en mode manuel ou auto (mais pas en stop)



Mode automatique
Principe d'un cycle

Lorsque l'utilisateur requiert le traitement automatique d'une surface le programme va adopter la stratégie suivante.
Voici une vue de dessus du trajet que la tondeuse va emprunter sur la surface à traiter :



En fonction de la largeur et de la longueur demandées, le programme calcule un nombre de boucles. A chaque boucle parcouru, la distance à parcourir pour une longueur et pour une largeur est réduite de 50cm. Au final, la tondeuse termine le traitement de la surface au centre de celle-ci.

Après la fin du cycle, il est nécessaire de la déplacer manuellement vers une autre surface à traiter et de rentrer, si besoin, les nouvelles dimensions.



Comme illustré plus haut, le cycle consiste à effectuer des longueurs et largeurs qui sont plus petites à chaque boucle ou itération. Le nombre de boucles nécessaire est donc traduit en distance à parcourir en mètre.

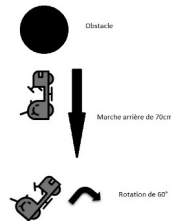
Après la première ligne droite et le 1^{er} virage, on entre dans la 1^{ère} boucle. La distance d'une boucle est constituée d'une longueur additionnée à la largeur en mètre. Les 2 rotations (rotation 1 et rotation 2 sur le schéma) ne sont pas comptabilisées en termes de distance parcourue et elles sont toujours identiques (on doit faire environ 90° pour chacune d'elles).

Chaque fois que la distance d'une boucle est parcourue, un compteur mémorise l'itération en incrémentant sa valeur courante (appelée cnt). Cette valeur est utilisée pour définir la largeur (ancho en espagnol ☺) et la longueur (largo en espagnol ☺) de la boucle suivante. Ces dernières seront plus courtes d'environ 0,5m (longueur de la tondeuse), donc on retranche 4xcnt. Le cycle se termine quand les distances de la boucle sont nulles (ancho et largo =0). A ce moment, on retrouve la tondeuse au centre de la surface à traiter.

Gestion des obstacles en mode automatique

Si un obstacle est rencontré durant le cycle auto, une demande d'évitement est activée de manière autonome. La tondeuse procède à une marche arrière (environ 70cm) puis à une rotation sur la droite (environ 60°) puis reprend le cycle automatique là où il en était. Si la manœuvre d'évitement est insuffisante, elle est répétée autant de fois que nécessaire jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'obstacle sur la trajectoire de la tondeuse. La distance parcourue durant cette manœuvre n'est pas prise en compte). A noter également, que le pic de démarrage n'est pas pris en compte à l'aide d'une temporisation (TON).

NB : en mode manuel, l'obstacle est bien détecté mais la manœuvre d'évitement n'est pas effectuée. Seul un ordre d'arrêt est envoyé aux moteurs.





Un module en langage structuré est conçu pour effectuer l'ensemble des calculs nécessaires à la bonne exécution du module auto et de la gestion de l'énergie

Pour le module auto, on a besoin de traiter les informations rentrées par l'utilisateur, c'est-à-dire la longueur et la largeur de la surface à traiter. Ces variables réelles doivent être converties en mots. Outre cela, il est nécessaire de traduire les mètres à parcourir en top roues (pour rappel 1m = 8 tops) et inversement suivant le besoin.

On effectue également le calcul du courant consommé (ce calcul est expliqué dans le chapitre dédié à la solution de mesure de courant plus bas).

A noter que pour des raisons de confort visuel, on effectue un rafraîchissement de la valeur courante du courant consommé toutes les 500ms.

La communication avec le driver

Comme évoqué plus haut la communication avec le driver est établie avec un protocole série RS232. Le mode du Sabertooth que nous utilisons est le mode « Simplified Serial ». Dans ce mode de communication, le message ne contient qu'un seul octet et par suite une seule commande pour un des deux moteurs.

Construction d'un ordre

On l'a expliqué précédemment, la tondeuse se déplace selon 4 mouvements élémentaires auxquels s'ajoutent l'ordre d'arrêt.

Ces 5 ordres sont construits avec un code en ladder (module Mouvements). Chaque appui sur une touche (en mode manuel) ou chaque demande du programme (en mode auto) va se traduire par des fronts montants et descendants (générés par des blocs Blink). Chaque front correspond à une roue et est assigné à une variable interne. Lorsque ces variables internes (clig1AV par exemple) sont activées, un message correspondant est envoyé sur la liaison.

Les commandes des moteurs

Un module en langage structuré (MAIN_ENVOI) exploite les variables activées dans le module Mouvements. Les variables activées vont déclencher chacune l'envoi d'un octet.

La valeur de l'octet détermine quel moteur on commande, dans quel sens et à quelle vitesse. Le Sabertooth offre une résolution de 7 bits pour la vitesse de chaque moteur et pour chaque sens de rotation.

Concrètement le moteur de droite (moteur 1) sera contrôlé sur la plage 1 à 127. Sa valeur d'arrêt sera 64. La plage 1 à 63 correspond à la marche arrière, la plage 65 à 127 la marche avant.

Le moteur de gauche (moteur 2) sera contrôlé sur la plage 128 à 255. Sa valeur d'arrêt sera 192. La plage 128 -191 correspond à la marche arrière, la plage 193-255 la marche avant.

Nous avons choisi de ne jamais solliciter les moteurs au-dessus de 25% de leur vitesse, en marche avant comme en marche arrière.

Solution de mesure du courant

Dans cette partie nous expliquons, comment nous avons mesuré le courant consommé par la tondeuse. Nous abordons les principes qui ont guidés la conception du circuit imprimé et comment celui-ci s'intègre à l'ensemble du système.

Choix technologique

Un composant nous est proposé par M. Chrétien : un LEM LA55P.



Ce composant est un capteur de mesure du courant exploitant l'effet Hall. Il est réservé généralement aux applications industrielles.

On fait passer le câble d'alimentation dans le rectangle central et le composant délivre une tension qui est une image du courant qui parcourt ce câble.

On décide d'alimenter le capteur avec une alimentation polarisée $\pm 12V$ (conformément à l'une des 2 configurations proposées par le constructeur, une autre possibilité est $\pm 15V$).

Comme nous n'avons pas cette alimentation disponible nous devons ajouter un régulateur de tension.

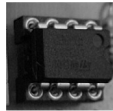
Nous choisissons un convertisseur DC/DC de marque Traco Power :



Ce composant s'intègre bien dans notre système puisqu'il peut fonctionner avec une tension d'entrée de 24V.

Ensuite nous avons besoin d'amplifier le signal de sortie du capteur de courant.

Nous choisissons, un amplificateur opérationnel LM358N.



Ce composant intègre 2 amplificateurs opérationnels.

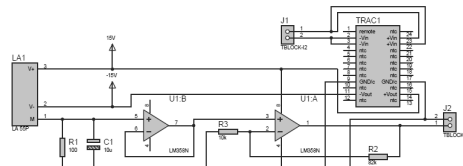
Nous pourrions utiliser 1 amplificateur monté en suiveur pour le signal issu du capteur de courant. Ainsi on obtient une fonction d'adaptation d'impédance et limitons le risque d'écroulement du signal d'entrée.

Nous utilisons le 2^{ème} amplificateur pour amplifier la tension de sortie du capteur de courant.

Enfin, nous ajoutons en parallèle de l'entrée de l'amplificateur suiveur un condensateur de 22μF. Ce condensateur a un rôle d'atténuateur de tension, il est préconisé par le constructeur du capteur de courant (NB : un condensateur de 10μF aurait suffi mais nous n'avions pas cette valeur immédiatement disponible au magasin).

Schémas et calculs opérationnels pour la mesure de courant

Voici le schéma retenu :



La tension de sortie (repère1) se calcule comme suit :

$$\text{Gain : } A_v = \frac{v_s}{v_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

On a donc $A_v = 9,2$.

Pour R_1 , la valeur de 100 Ω est préconisée par le constructeur du capteur de courant pour l'alimentation que nous avons choisie (+/- 12V). Cette résistance permet de définir une valeur de courant mesurée maximale de 50A.

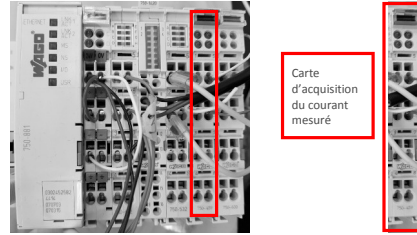
Ainsi, le courant mesuré vaut : $v_s \times 9,2$. Il faut maintenant traiter cette tension dans l'automate.



Intégration à l'automate

M. Chrétien nous fournit une carte métier 750-459 à intégrer au bus pour acquérir le signal de courant mesuré (portée par une tension comprise entre 0 et 9,2V comme expliqué plus haut).

Cette carte métier est adaptée au signal envoyé par le circuit imprimé que nous avons conçu puisqu'il s'agit d'une entrée analogique 0-10V.



La résolution des données est de 16 bits par canal.

A noter que sur notre carte, le bit de signe est prévu mais non utilisé.

De ce fait, la tension sera mesurée avec une résolution de 15bits.

L'automate convertit la tension reçue en une variable de type Word.

Nous effectuons dans le module Calcul la conversion comme suit :

$$\text{courant} = \frac{\text{volt}}{32767} \times 9,2$$

Où *courant* est le courant consommé mesuré, variable type réel en A.

Et *volt* le mot retourné représentant la valeur courante de la tension délivrée par le capteur de courant.

Quelques grandeurs mesurées

Lignes droites à vide (2 moteurs en fonctionnement) : 2A, environ 4A en montée (couloir près des salles GTE).

Virages à vide (1 moteur en fonctionnement) : 1A

Consommation des organes : 550mA

Pics de démarrage : variables, dépend de la position des roues folles et du terrain, une valeur de 6,5 à 7A est souvent constatée

Nous décidons suite à nos différents essais de fixer la valeur de 5A comme signifiant la présence d'un obstacle.

Cette valeur semble un compromis intéressant mais ne constitue pas une garantie (notamment lors d'une rotation de l'automate où 1 seul moteur fonctionne et donc une consommation de courant relativement faible). Le sol de nos salles de TP autorise parfois un patinage des roues et le seuil de 5A n'est pas franchi systématiquement. Une modification du code traitant séparément les rotations et les lignes droites pourrait être une solution.

Dispositif de coupe

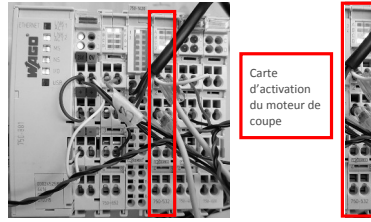
Dans cette partie, nous expliquons comment nous avons intégré un dispositif permettant de couper des brins d'herbe.

Intégration à l'automate

M. Chrétien nous fournit une carte métier 750-532 à intégrer au bus pour contrôler un moteur de tonte.

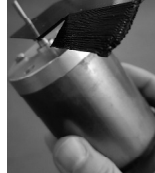
Cette carte de sortie digitale 4 canaux fournit un courant continu de 24V et de 500mA pour chaque canal.

Le moteur de coupe sera contrôlé comme un actionneur T.O.R.



Moteur

Nous récupérons un moteur à courant continu.



Nous en ignorons les caractéristiques (aucune étiquette), c'est pourquoi nous l'avons testé en l'alimentant progressivement avec une alimentation de labo.

A 24V et à vide, la consommation indiquée est de 350mA.

Nous avons retenu ce moteur pour notre prototype étant donné que la carte métier accepte jusqu'à 500mA par canal. En cas de blocage du rotor, la carte est protégée jusqu'à 6A. Le dispositif de détection d'obstacle coupera l'alimentation avant d'atteindre cette valeur (rappel : nous l'avons calibré à 5A).



GEII
Département Génie Electrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

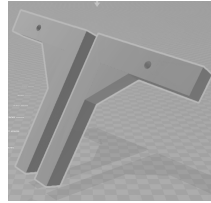
Supports

Il est nécessaire de fixer notre moteur au châssis de la tondeuse.

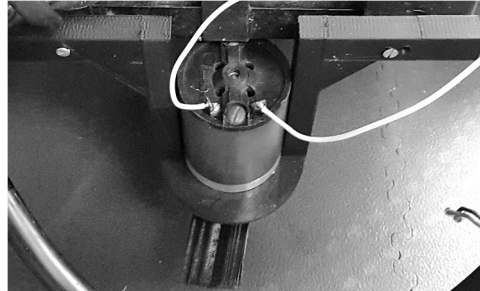
A cette fin, nous faisons le choix de concevoir les pièces nous-mêmes à l'aide du logiciel 3D Builder fournit avec la licence Windows10 d'un de nos PC personnels.

Les fichiers .STL générés nous permettront d'imprimer les pièces avec l'imprimante 3D du département GEII.

Voici un aperçu des pièces réalisées :



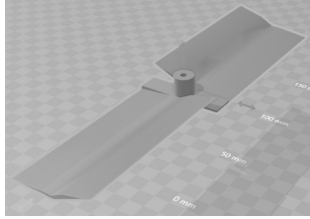
Les voici montés :



Lame

Pour la lame, nous faisons le même choix que pour les pièces supportant le moteur de coupe. Nous concevons nous-mêmes la lame de coupe.

Nos recherches et nos différents essais nous amènent à retenir ce dessin :



Voici la lame montée :



NB : la consommation du moteur de coupe est pratiquement inchangée avec la lame montée. En tournant à 24V à vide on atteint 360mA environ.



Conclusion

Nous faisons le constat d'un succès quasi complet du projet.

Nous avons gagné du temps avec certains choix : récupération d'un batterie, d'un moteur de coupe. Mais nous en avons perdu pour réaliser nos pièces en 3D (certainement par manque d'expérience).

Nous avons fait face à quelques aléas : défaillance du driver Sabertooth suite à la déconnection d'un composant (probablement due aux vibrations et chocs de nos essais contre des obstacles, nous l'avons donc placé sur du silicone avec le Max232 pour absorber les petits chocs). L'écriture du programme auto a particulièrement été longue, nous ne savions pas à quoi nous attendre. Nous avons également tenu à améliorer le câblage et avons refait l'ensemble des faisceaux ce qui était nécessaire mais nous a pris un peu plus de temps dans notre réalisation.

En conclusion, si l'on fait le bilan de nos objectifs :

1. Programme de déplacement complet intégrant un programme autonome de traitement d'une surface à tondre (entretien de la hauteur du gazon) : **Tenu**
2. Maîtriser la consommation de courant et par suite de gérer l'autonomie de la tondeuse : **Partiellement tenu par manque de temps, mais la consommation de courant est à présent disponible.**
3. De sécuriser la tondeuse en fournissant une solution de détection des obstacles et au final de contournement de ces derniers : **Tenu, mais détection à perfectionner**
4. D'implanter un dispositif de coupe : **Tenu**

En perspective, outre poursuivre le travail sur l'autonomie, il nous paraîtrait intéressant de :

- Proposer un stockage d'énergie plus léger, peut-être avec des cellules Li-Ion
- Par suite de proposer un objet moins volumineux
- Intégrer l'intelligence dans un Arduino ou un Raspberry plutôt qu'un automate

Pour finir, nous tenons à remercier notre professeur référent M. Chrétien qui nous a guidé durant l'ensemble du projet.



ANNEXES

Attention accessibles dans leur intégralité en double-cliquant sur le document Word
uniquement.

Rapport du projet initial



Département Génie Electrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

Projet Licence Pro V.E.G.A Robot tondeuse



RAPPORT DE PROJET

Travailleur

Professeur

Chargé de Mission

AA-AMPIER

Année 2022 - 2023





Current Transducer LA 55-P

For the electronic measurement of currents, DC, AC, pulsed...
with galvanic isolation between the primary circuit (high power) and
the secondary circuit (electronic circuit).



$I_{PM} = 50 \text{ A}$



Electrical data			
I_N	Primary nominal current rms	50	A
I_{PM}	Primary current, measuring range	$I_N \pm 10$	A
R_N	Measuring resistance	$T_A = 20^\circ\text{C}$ $T_A = 85^\circ\text{C}$ $R_N = R_{N20} = R_{N85}$	
	with $\pm 12 \text{ V}$	12 100 60 60	Ω
	with $\pm 15 \text{ V}$	15 50 100 60	Ω
	with $\pm 15 \text{ V}$	15 50 100 150	Ω
	with $\pm 15 \text{ V}$	15 50 100 150	Ω
I_S	Secondary nominal current rms	50	mA
K	Conversion ratio	1:1000	
V_S	Supply voltage (± 5 %)	± 12 ± 15	V
I_C	Current consumption	10 (at $\pm 15 \text{ V}$) I_N	mA
Accuracy - Dynamic performance data			
δ	Accuracy @ I_N , $T_A = 20^\circ\text{C}$ @ $\pm 15 \text{ V}$ (± 5 %)	± 0.05	%
ϵ	Linearity error @ ± 12 $\pm 15 \text{ V}$ (± 5 %)	± 0.05	%
		± 0.15	%
I_0	Offset current @ $I_N = 0$, $T_A = 20^\circ\text{C}$	Typ	mA
I_{0M}	Magnetic offset current @ $I_N = 0$ and specified I_{0M} after an overload of 3 x I_N	± 0.3	mA
I_{0M}	Temperature variation of I_0 -25°C - +85°C	± 0.1	mA
I_{0M}	Temperature variation of I_0 -40°C - +25°C	± 0.2	mA
t_R	Response time to 95 % of I_N step	< 1	µs
Δ	Drift accuracy (maximum)	< 300	ppm
BW	Frequency bandwidth (-1 dB)	DC-200	kHz
General data			
T_A	Ambient operating temperature	-40 - +85	°C
T_S	Ambient storage temperature	-40 - +85	°C
R_N	Secondary coil resistance @ $T_A = 20^\circ\text{C}$	80	Ω
	@ $T_A = 85^\circ\text{C}$	85	Ω
m	Mass	18	g
	Standards	EN 50478-1:2007	

Features

- Closed loop (compensated) current transducer using the Hall effect
- Printed circuit board mounting
- Isolated plastic case mounting according to UL 94V-0

Advantages

- Excellent accuracy
- Very good linearity
- Low temperature drift
- Optimized response time
- Wide frequency bandwidth
- No reaction losses
- High immunity to external interference
- Current overload capability

Applications

- AC variable speed drives and servo motor drives
- Static converters for DC motor drives
- Battery supplied applications
- Universal Power Supplies (UPS)
- Switch Mode Power Supplies (SMPS)

Application domain

- Industrial

LMx58-N Low-Power, Dual-Operational Amplifiers

1 Features

- **Features**
 - Available in 8-Bump DQSBGA Chip-Side Package, (See AN-1112, 28A4000)
 - Input Frequency Compensation for Unity Gain
 - Large DC Offset Voltage Range: -100 dB
 - Input Bias Current: ± 1 nA (Single Supply)
 - Temperature Compensated
 - **Wide Power Supply Range**
 - Single Supply: $V_{DD} \pm 32V$
 - Or Dual Supplies: $\pm 1.5V$ to $\pm 15V$
 - **Very Low Supply Current** Drawn from V_{DD}
 - **Low Input Impedance** for ± 1 M Ω Impedance Voltage
 - **Low Input Offset Voltage:** ± 2 mV
 - **Low Input Bias Current** Voltage Ranges Includes Ground
 - **Differential Input Voltage Range** Equal to the Power Supply Voltage
 - **Large Output Voltage Swing**
 - Voltage Characteristics:
 - In the Linear Mode: Input Common-Mode Voltage Ranges Includes Ground and the Input Bias Current Voltage Ranges Includes Ground and the Input Bias Current Voltage Ranges Includes Ground
 - In the Voltage Also Senses to Ground when Operated from Only a Single Power Supply
 - The Unity Gain Cross Frequency is Temperature Compensated
 - The Input Bias Current is also Temperature Compensated
- **Advantages**
 - Two Internally Compensated Op Amps
 - Allows Input for Dual Supplies and V_{DD}
 - Allows Direct Sensing Near $0V$ and V_{DD}
 - Also Goes to Ground
 - All Complies with All Forms of Logic
 - Power Down Suitable for Battery Operation

2 Applications

- ## 2 Applications
- Active Filters
 - General Signal Conditioning and Amplification
 - 4- to 20-mA Current Loop Transmitters

3 Description

3 Description

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

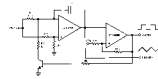
Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op-amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard 3.3-V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15V$ power supplies.

The LM358 and LM2904 are available in a chip sized package (B-Bump DSBGA) using TI's DSBGA package technology.

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM155-N	TO-CAN (3)	0.93 mm x 0.99 mm
	CDIP (8)	10.16 mm x 6.502 mm
LM255-N	TO-CAN (3)	0.93 mm x 0.99 mm
	DGDBGA (3)	1.31 mm x 1.31 mm
LM255A-N	SOIC (8)	4.90 mm x 3.91 mm
	PDIP (8)	9.81 mm x 6.35 mm
	TO-CAN (3)	0.93 mm x 0.99 mm
	DGDBGA (3)	1.31 mm x 1.31 mm
	SOIC (8)	4.90 mm x 3.91 mm
	PDIP (8)	9.81 mm x 6.35 mm

(T) For all available packages, see the celebratory addendum at the end of the datasheet.

Voltage Controlled Oscillator (VCO)



 An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclosures. PRODUCTION DATA.

Features

- DIP-24 package with industry standard footprint
- Wide 2:1 input voltage range
- Input filter meets EN 55022, class A
- Extended operating temperature range: -40°C to +85°C
- Remote On/Off
- Shielded metal casing with insulated terminals
- Lead-free design, RoHS compliant
- 3-year product warranty



The TEN 8 series is a family of high performance 8 Watt dc/dc-converter modules featuring wide 2:1 input voltage range in a DIP-24 package with industry standard footprint. A very high efficiency allows an operating temperature range of -40°C to +85°C. A built-in EM input filter complies with EN 55022, class A without external components. Further standard features include remote On/Off and short-circuit protection.

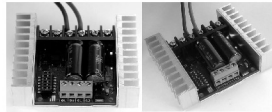
Typical applications for these converters are battery operated equipment, instrumentation, communication and industrial electronics, everywhere where isolated, tightly regulated voltages are required and space is limited on the PCB.

Module	Input voltage range	Output voltage	Output current max.	Efficiency typ.
TEN 8-1210	9 – 18 VDC (12 VDC nominal)	3.3 VDC	2000 mA	80 %
TEN 8-1211		5 VDC	1200 mA	83 %
TEN 8-1212		12 VDC	645 mA	88 %
TEN 8-1213		15 VDC	535 mA	87 %
TEN 8-1221		45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1222	18 – 36 VDC (24 VDC nominal)	45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1223		45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1224		45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1225		45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1226		45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1240	36 – 75 VDC (48 VDC nominal)	3.3 VDC	2000 mA	80 %
TEN 8-1241		5 VDC	1200 mA	83 %
TEN 8-1242		12 VDC	645 mA	88 %
TEN 8-1243		15 VDC	535 mA	87 %
TEN 8-1244		45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1245	75 – 150 VDC (100 VDC nominal)	45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1246		45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1247		45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1248		45 VDC	4800 mA	87 %
TEN 8-1249		45 VDC	4800 mA	87 %



DimensionEngineering

Sabertooth 2x25 User's Guide
July 2007



Input voltage: 6-24V nominal, 30V absolute max.

Output Current: Up to 25A continuous per channel. Peak loads may be up to 50A per channel for a few seconds.

Recommended power sources are:

- 5 to 18 cells high capacity NiMH or NiCd
- 2s to 6s lithium ion or lithium polymer. Sabertooth motor drivers have a lithium battery mode to prevent cell damage due to over-discharge of lithium battery packs.
- 6v to 24v high capacity lead acid
- 6v to 24v power supply (when in parallel with a suitable battery).

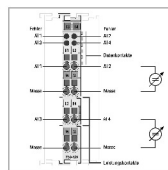
All batteries must be capable of maintaining a steady voltage when supplying 20+ amps
(AA or 9V batteries aren't going to cut it! An 18Ah lead acid battery is a good starting point)

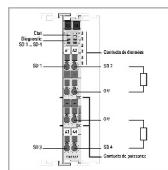
Dimensions:

Size: 2.6" x 3.2" x .8"	65 x 80 x 20mm
Weight: 3.5oz / 96g	



Barco ✓
CircuitBoard







Bil Of Materials For rade_ramos.DSN

Design Title : rade_ramos.DSN
Author :
Revision :
Design Created : mardi 18 décembre 2018
Design Last Modified : lundi 18 mars 2019
Total Parts In Design : 9

3 Resistors

Quantity	References	Value
1	R1	100
1	R2	82k
1	R3	10k

1 Capacitors

Quantity	References	Value
1	C1	10u

1 Integrated Circuits

Quantity	References	Value
1	U1	LM358N

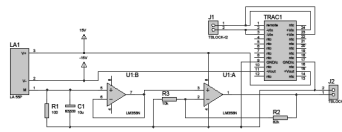
4 Miscellaneous

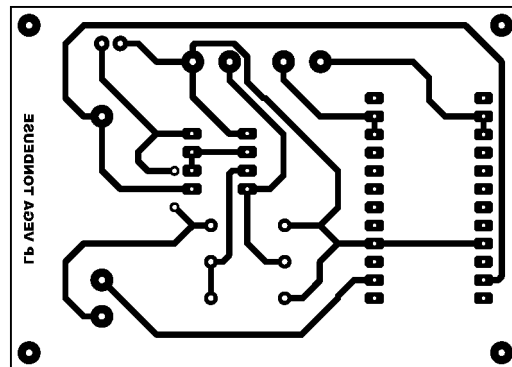
Quantity	References	Value
2	J1..J2	TBLOCK-2
1	LA1	LA 80P
1	TRAC1	TRACO H- 12V

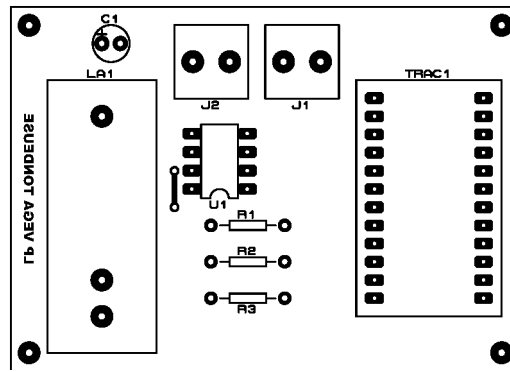
18/03/2019 10:36:11

file:///C:/Users/cammaro2/AppData/Local/Temp/bom00000.HTM

18/03/2019







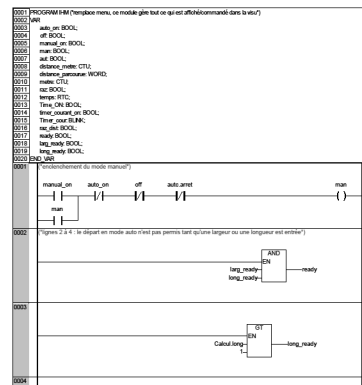


Code commenté

```
00007 *PROGRAMME auto ("version finale, ce module contrôle le programme auto de la table")
00008 *
00009 * retour 42 si OK, 0 si BOOLE, (comptage physique des types max, il type = 100)
00010 * (l'ajout d'un bouton compléte)
00011 *
00012 *
00013 *
00014 *
00015 *
00016 *
00017 *
00018 *
00019 *
00020 *
00021 *
00022 *
00023 *
00024 *
00025 *
00026 *
00027 *
00028 *
00029 *
00030 *
00031 *
00032 *
00033 *
00034 *
00035 *
00036 *
00037 *
00038 *
00039 *
00040 *
00041 *
00042 *
00043 *
00044 *
00045 *
00046 *
00047 *
00048 *
00049 *
00050 *
00051 *
00052 *
00053 *
00054 *
00055 *
00056 *
00057 *
00058 *
00059 *
00060 *
00061 *
00062 *
00063 *
00064 *
00065 *
00066 *
00067 *
00068 *
00069 *
00070 *
00071 *
00072 *
00073 *
00074 *
00075 *
00076 *
00077 *
00078 *
00079 *
00080 *
00081 *
00082 *
00083 *
00084 *
00085 *
00086 *
00087 *
00088 *
00089 *
00090 *
00091 *
00092 *
00093 *
00094 *
00095 *
00096 *
00097 *
00098 *
00099 *
00100 *
```

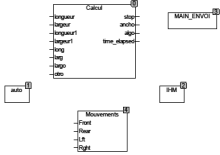


```
0001 PROGRAM Calcul ("ce module effectue tous les calculs nécessaires au programme auto et à la gestion de l'énergie")
0002
0003
0004
0005
0006
0007
0008
0009
0010
0011
0012
0013
0014
0015
0016
0017
0018
0019
0020
0021
0022
0023
0024
0025
0026
0027
0028
0029
0030
0031
0032
0033
0034
0035
0036
0037
0038
0039
0040
0041
0042
0043
0044
0045
0046
0047
0048
0049
0050
0051
0052
0053
0054
0055
0056
0057
0058
0059
0060
0061
0062
0063
0064
0065
0066
0067
0068
0069
0070
0071
0072
0073
0074
0075
0076
0077
0078
0079
0080
0081
0082
0083
0084
0085
0086
0087
0088
0089
0090
0091
0092
0093
0094
0095
0096
0097
0098
0099
0100
0101
0102
0103
0104
0105
0106
0107
0108
0109
0110
0111
0112
0113
0114
0115
0116
0117
0118
0119
0120
0121
0122
0123
0124
0125
0126
0127
0128
0129
0130
0131
0132
0133
0134
0135
0136
0137
0138
0139
0140
0141
0142
0143
0144
0145
0146
0147
0148
0149
0150
0151
0152
0153
0154
0155
0156
0157
0158
0159
0160
0161
0162
0163
0164
0165
0166
0167
0168
0169
0170
0171
0172
0173
0174
0175
0176
0177
0178
0179
0180
0181
0182
0183
0184
0185
0186
0187
0188
0189
0190
0191
0192
0193
0194
0195
0196
0197
0198
0199
0200
0201
0202
0203
0204
0205
0206
0207
0208
0209
0210
0211
0212
0213
0214
0215
0216
0217
0218
0219
0220
0221
0222
0223
0224
0225
0226
0227
0228
0229
0230
0231
0232
0233
0234
0235
0236
0237
0238
0239
0240
0241
0242
0243
0244
0245
0246
0247
0248
0249
0250
0251
0252
0253
0254
0255
0256
0257
0258
0259
0260
0261
0262
0263
0264
0265
0266
0267
0268
0269
0270
0271
0272
0273
0274
0275
0276
0277
0278
0279
0280
0281
0282
0283
0284
0285
0286
0287
0288
0289
0290
0291
0292
0293
0294
0295
0296
0297
0298
0299
0300
0301
0302
0303
0304
0305
0306
0307
0308
0309
0310
0311
0312
0313
0314
0315
0316
0317
0318
0319
0320
0321
0322
0323
0324
0325
0326
0327
0328
0329
0330
0331
0332
0333
0334
0335
0336
0337
0338
0339
0340
0341
0342
0343
0344
0345
0346
0347
0348
0349
0350
0351
0352
0353
0354
0355
0356
0357
0358
0359
0360
0361
0362
0363
0364
0365
0366
0367
0368
0369
0370
0371
0372
0373
0374
0375
0376
0377
0378
0379
0380
0381
0382
0383
0384
0385
0386
0387
0388
0389
0390
0391
0392
0393
0394
0395
0396
0397
0398
0399
0400
0401
0402
0403
0404
0405
0406
0407
0408
0409
0410
0411
0412
0413
0414
0415
0416
0417
0418
0419
0420
0421
0422
0423
0424
0425
0426
0427
0428
0429
0430
0431
0432
0433
0434
0435
0436
0437
0438
0439
0440
0441
0442
0443
0444
0445
0446
0447
0448
0449
0450
0451
0452
0453
0454
0455
0456
0457
0458
0459
0460
0461
0462
0463
0464
0465
0466
0467
0468
0469
0470
0471
0472
0473
0474
0475
0476
0477
0478
0479
0480
0481
0482
0483
0484
0485
0486
0487
0488
0489
0490
0491
0492
0493
0494
0495
0496
0497
0498
0499
0500
0501
0502
0503
0504
0505
0506
0507
0508
0509
0510
0511
0512
0513
0514
0515
0516
0517
0518
0519
0520
0521
0522
0523
0524
0525
0526
0527
0528
0529
0530
0531
0532
0533
0534
0535
0536
0537
0538
0539
0540
0541
0542
0543
0544
0545
0546
0547
0548
0549
0550
0551
0552
0553
0554
0555
0556
0557
0558
0559
0560
0561
0562
0563
0564
0565
0566
0567
0568
0569
0570
0571
0572
0573
0574
0575
0576
0577
0578
0579
0580
0581
0582
0583
0584
0585
0586
0587
0588
0589
0590
0591
0592
0593
0594
0595
0596
0597
0598
0599
0600
0601
0602
0603
0604
0605
0606
0607
0608
0609
0610
0611
0612
0613
0614
0615
0616
0617
0618
0619
0620
0621
0622
0623
0624
0625
0626
0627
0628
0629
0630
0631
0632
0633
0634
0635
0636
0637
0638
0639
0640
0641
0642
0643
0644
0645
0646
0647
0648
0649
0650
0651
0652
0653
0654
0655
0656
0657
0658
0659
0660
0661
0662
0663
0664
0665
0666
0667
0668
0669
0670
0671
0672
0673
0674
0675
0676
0677
0678
0679
0680
0681
0682
0683
0684
0685
0686
0687
0688
0689
0690
0691
0692
0693
0694
0695
0696
0697
0698
0699
0700
0701
0702
0703
0704
0705
0706
0707
0708
0709
0710
0711
0712
0713
0714
0715
0716
0717
0718
0719
0720
0721
0722
0723
0724
0725
0726
0727
0728
0729
0730
0731
0732
0733
0734
0735
0736
0737
0738
0739
0740
0741
0742
0743
0744
0745
0746
0747
0748
0749
0750
0751
0752
0753
0754
0755
0756
0757
0758
0759
0760
0761
0762
0763
0764
0765
0766
0767
0768
0769
0770
0771
0772
0773
0774
0775
0776
0777
0778
0779
0780
0781
0782
0783
0784
0785
0786
0787
0788
0789
0790
0791
0792
0793
0794
0795
0796
0797
0798
0799
0800
0801
0802
0803
0804
0805
0806
0807
0808
0809
0810
0811
0812
0813
0814
0815
0816
0817
0818
0819
0820
0821
0822
0823
0824
0825
0826
0827
0828
0829
0830
0831
0832
0833
0834
0835
0836
0837
0838
0839
0840
0841
0842
0843
0844
0845
0846
0847
0848
0849
0850
0851
0852
0853
0854
0855
0856
0857
0858
0859
0860
0861
0862
0863
0864
0865
0866
0867
0868
0869
0870
0871
0872
0873
0874
0875
0876
0877
0878
0879
0880
0881
0882
0883
0884
0885
0886
0887
0888
0889
0890
0891
0892
0893
0894
0895
0896
0897
0898
0899
0900
0901
0902
0903
0904
0905
0906
0907
0908
0909
0910
0911
0912
0913
0914
0915
0916
0917
0918
0919
0920
0921
0922
0923
0924
0925
0926
0927
0928
0929
0930
0931
0932
0933
0934
0935
0936
0937
0938
0939
0940
0941
0942
0943
0944
0945
0946
0947
0948
0949
0950
0951
0952
0953
0954
0955
0956
0957
0958
0959
0960
0961
0962
0963
0964
0965
0966
0967
0968
0969
0970
0971
0972
0973
0974
0975
0976
0977
0978
0979
0980
0981
0982
0983
0984
0985
0986
0987
0988
0989
0990
0991
0992
0993
0994
0995
0996
0997
0998
0999
1000
```



[illegible]

[illegible]





GEII
Département Génie Electrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

Lien WEB

Pour la conception de la lame de tondeuse :
<http://www.lames-tondeuses.com/>

UNIVERSITÉ 
FRANCHE-COMTÉ

 **IUT**
Belfort-
Montbéliard

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBÉLIARD
Tél. : +33 (0)3 84 56 77 00 • iut-bm.univ-fr-comte.fr