

Tutoriel

Alimentation Continue Aléatoire

Le projet présente la réalisation d'une carte d'alimentation en courant continu aléatoire analogique pour piloter des trains.

Afin que les trains ne circulent pas toujours à la même vitesse, cette carte permet de faire varier aléatoirement la tension en courant continu dans les voies.

La commande et la gestion des paramètres de configuration se font à l'aide d'une carte ARDUINO NANO.

Aucune connaissance en programmation n'est nécessaire pour réaliser ce projet.

La carte est fonctionnelle uniquement en mode analogique.

Les fichiers source (programme et circuit imprimé) sont disponibles en téléchargement sur le site de l'UAICF Nevers-Vauzelles <http://modelisme58.free.fr>

1. Présentation de la carte	1	4. Programmation de la carte ARDUINO	9
2. Platine et schéma électrique	3	a. Installation du logiciel ARDUINO	9
3. Réglages	5	b. Configuration	9
a. Repérage des switchs	5	c. Librairies à installer	9
b. Configuration du convertisseur Digital Analogique	6	d. Paramètres à modifier	10
c. Gestion de la tension de sortie	6	e. Téléverser le Programme Source	10
d. Gestion de la vitesse manuelle	6	f. Ou Uploader un fichier « HEX »	10
e. Gestion de l'inertie	6	5. Paramétrage et commandes	11
f. Gestion de la vitesse en mode automatique	7	a. Affichage des réglages en cours	11
g. Gestion de la temporisation	7	b. Modification de réglages	12
h. Utilisation en mode Manuel	7	6. Dépannage	12
i. Utilisation en mode Automatique	7	a. Carte ARDUINO reconnue ?	12
j. Affichage des réglages	8	b. Débogage à l'aide du Moniteur Série	12
k. Arrêt d'urgence	8	c. Erreur lors de la compilation	12

1. Présentation de la carte

La carte permet d'utiliser 2 modes de commande des trains en analogique :

- **Mode Manuel** : gestion de la vitesse à l'aide d'un potentiomètre ;
- **Mode Automatique** : gestion aléatoire de la vitesse du train, de la tension dans les voies.

La carte comprend un certain nombre de potentiomètres pour réaliser les réglages de vitesse et de temporisation.

La gestion progressive de l'accélération et du freinage du train est gérée par la carte.

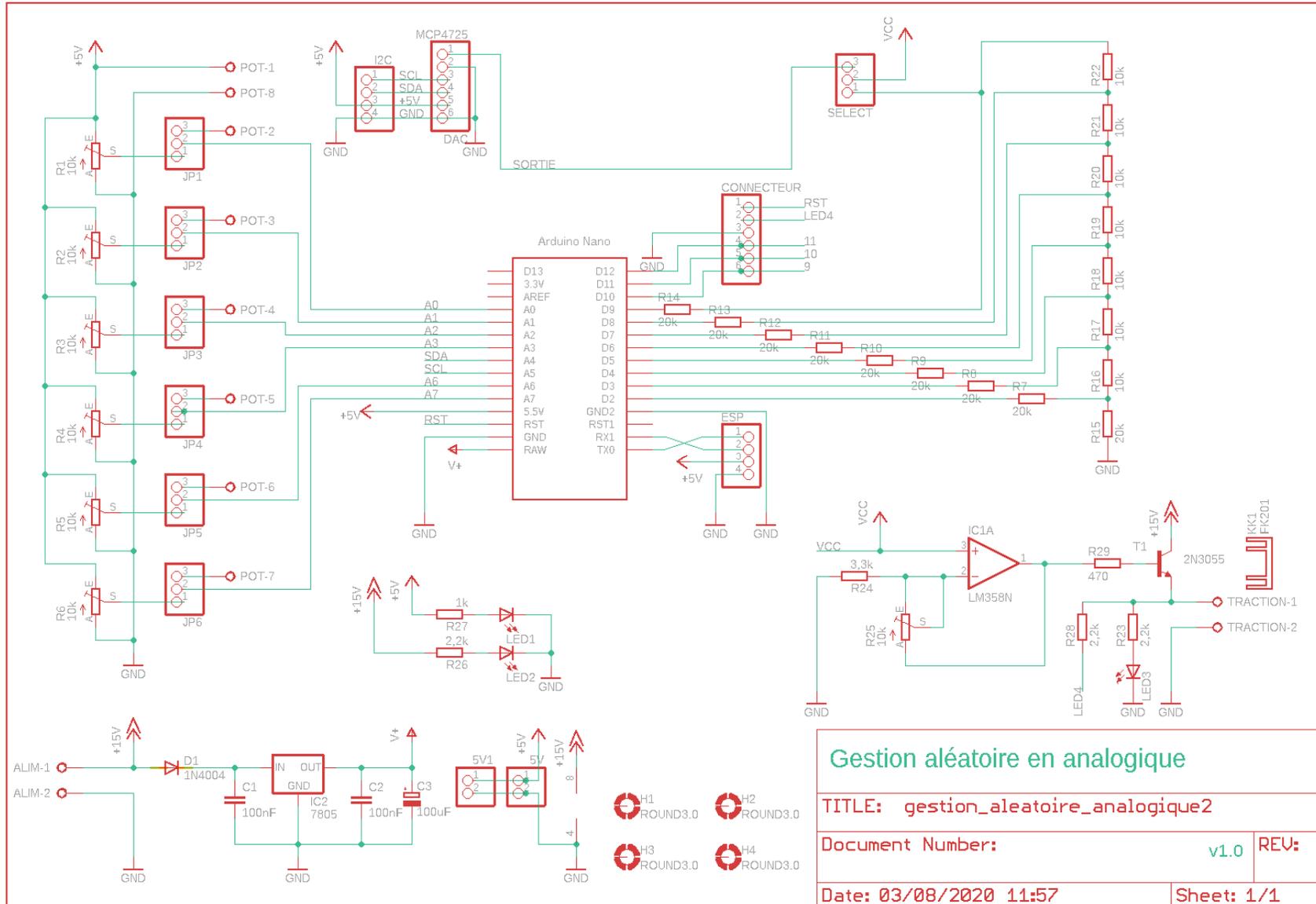
La carte met en œuvre :

- Une carte Arduino NANO ;
- Un écran LCD (16 x 2) connecté via le bus I2C ;
- Un convertisseur numérique-analogique DAC MCP4725 ;
- Un amplificateur opérationnel LM358 ;
- Un transistor 2N3055 ;
- Trois boutons poussoirs ;
- Un interrupteur ;
- Un régulateur de tension 7805 ;
- 7 résistances ajustables ;
- 7 Switches avec cavaliers pour sélectionner les options ;
- Borniers à vis ;
- Quelques LED, résistances, condensateurs ;
- En option,
 - 6 potentiomètres ;
 - Possibilité de remplacer le convertisseur DAC par un réseau de résistances ;
 - Connection un ESP pour pilotage à distance ou pour disposer d'une sortie sur le port série ;

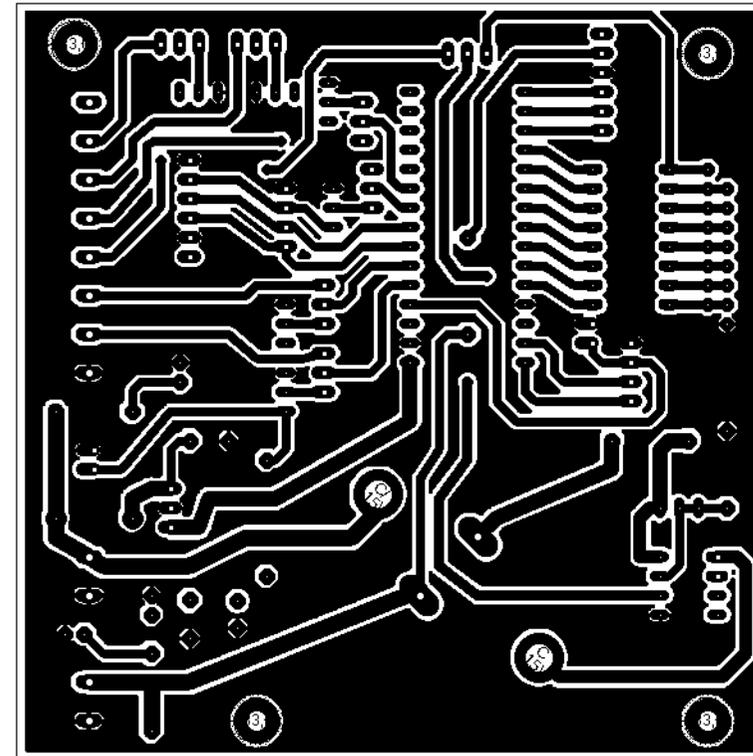
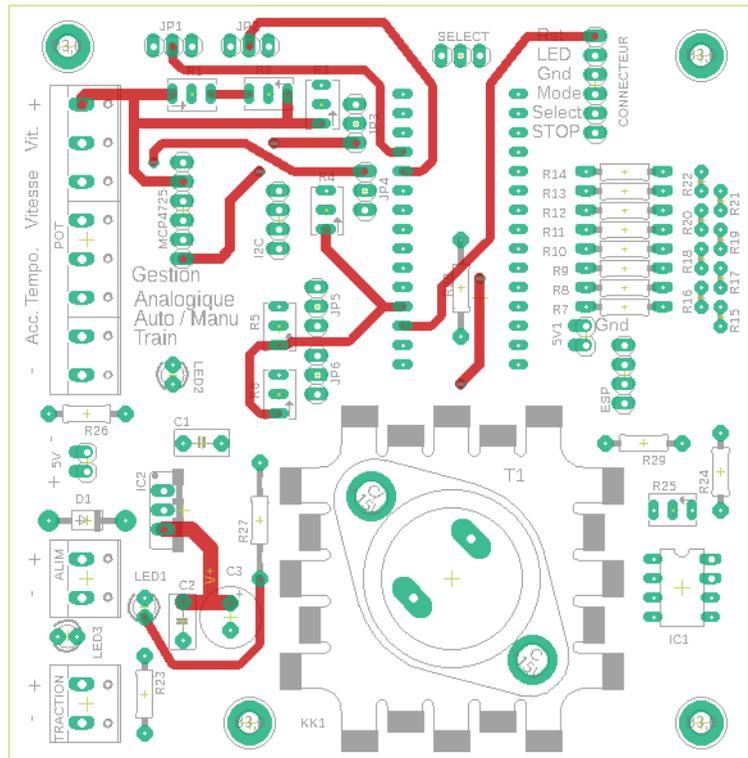
La carte doit être alimentée en courant continu avec une tension minimale de 7 Volts.

La tension (25 Volts au maximum) dépendra de la tension souhaitée dans les voies de circulation du train.

2. Platine et schéma électrique



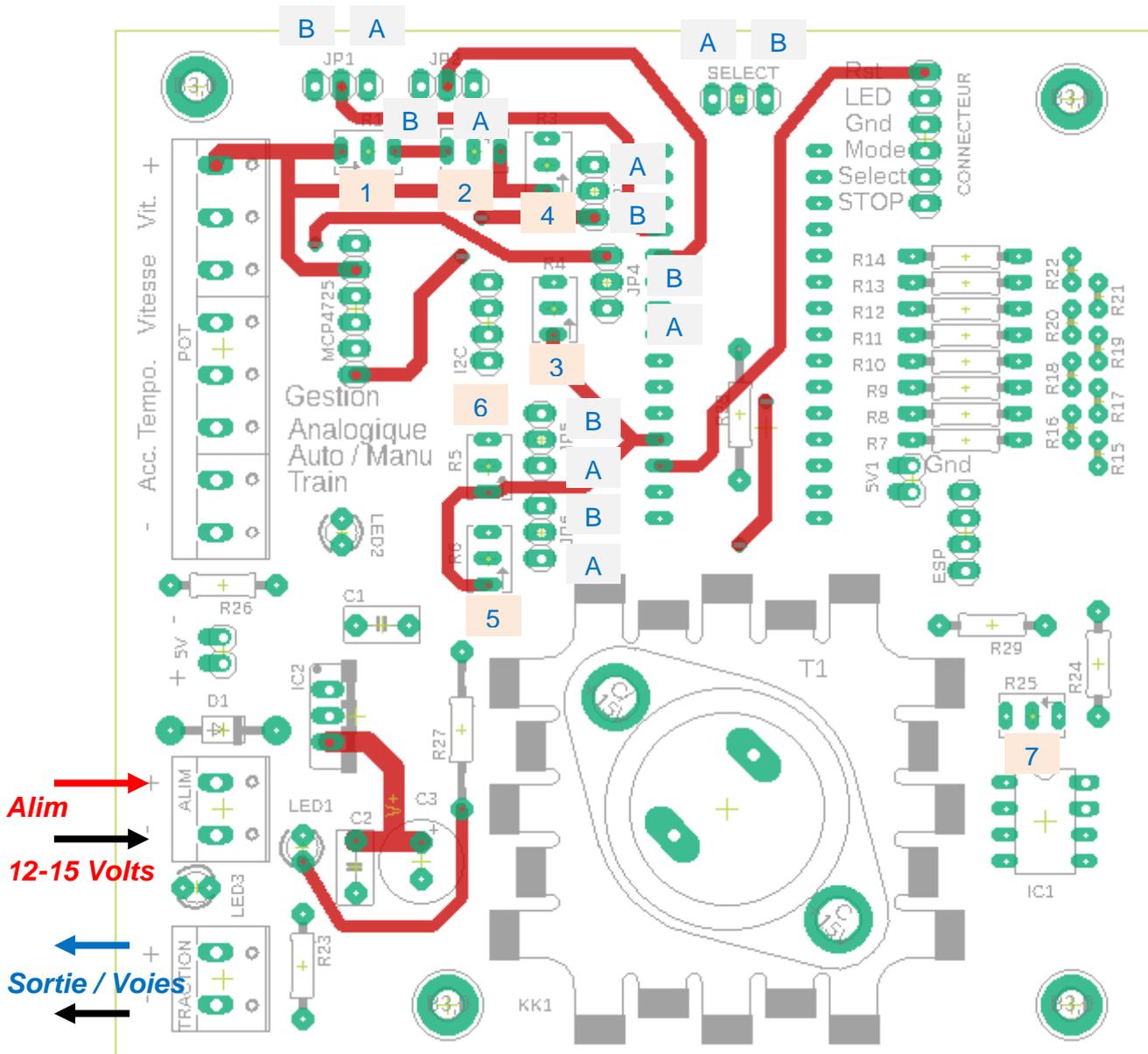
La section Modélisme de l'UAICF Nevers-Vauzelles a développé une platine ou carte d'extension spécifique où vient s'emboîter la carte ARDUINO NANO.



Pour la réalisation de la carte du circuit imprimé, les fichiers au format GERBER sont disponibles en téléchargement sur le site Internet de l'UAICF Nevers-Vauzelles <http://modelisme58.free.fr>

3. Réglages

a. Repérage des switches



Switch	Fonction	Position A	Position B
SELECT	Sélectionne le convertisseur DAC	DAC	Réseau de résistances
JP1	Réglage de la vitesse en mode manuel	Résistance ajustable N°1	Potentiomètre déporté
JP2	Réglage de l'inertie (accélération / freinage)	Résistance ajustable N°2	Potentiomètre déporté
JP4	Réglage de la vitesse minimale	Résistance ajustable N°3	Potentiomètre déporté
JP3	Réglage de la vitesse maximale	Résistance ajustable N°4	Potentiomètre déporté
JP5	Réglage de la temporisation minimale	Résistance ajustable N°5	Potentiomètre déporté
JP6	Réglage de la temporisation maximale	Résistance ajustable N°6	Potentiomètre déporté

Sur le connecteur, on peut connecter :

- Un bouton poussoir pour faire un RESET de la carte Arduino
- Une LED pour visualiser la tension sur la voie ;
- Un bouton à levier pour choisir le mode de commande (Manuel / Automatique) ;
- Un bouton poussoir pour sélectionner les options ;
- Un bouton poussoir pour l'arrêt d'urgence.

Les boutons sont reliés à la masse (GND).

b. Configuration du convertisseur Digital Analogique

Pour gérer la tension en courant continu dans les voies, il est utilisé un convertisseur Digital Analogique (DAC) : une carte Arduino ne peut pas délivrer une tension analogique en sortie (tension variant de 0 à 5 Volts).

Pour réaliser le convertisseur, il est proposé 2 possibilités (le programme Arduino est différent) :

- Un convertisseur numérique-analogique DAC MCP4725 connecté sur le bus I2C ;
- Un réseau de résistances (R7 à R22).

Avec le DAC MCP4725, il y a 1024 pas pour varier de 0 à 5 Volts, soit un pas de 0,0049 Volts.

Avec le réseau de résistances, il y a 256 pas pour varier de 0 à 5 Volts, soit un pas de 0,020 Volts.

Dans les 2 cas, la variation d'un pas ne sera perceptible et ne provoquera pas de sursauts de la locomotive.

c. Gestion de la tension de sortie

La tension maximale de 5 Volts étant insuffisante pour commander les locomotives, le signal est amplifié à l'aide du composant LM358.

Pour une tension de 15 Volts en sortie le signal sera amplifié X3 soit un pas de 0,015 Volts.

Le « gain » ou l'amplification se règle à l'aide du potentiomètre N°7.

d. Gestion de la vitesse manuelle

La vitesse manuelle est sélectionnée à l'aide la résistance ajustable N°1 ou du potentiomètre.

L'inertie sera gérée en fonction des paramètres configurés.

Il est conseillé de commander la locomotive en mode manuel puis de basculer en mode automatique à l'aide de l'interrupteur. Pour arrêter la locomotive, passer du mode automatique au mode manuel puis mettre le potentiomètre au minimum pour arrêter la locomotive.

e. Gestion de l'inertie

L'inertie (freinage et accélération) est gérée par la résistance ajustable N°2.

f. Gestion de la vitesse en mode automatique

Les vitesses minimales et maximales sont gérées par les résistances ajustables N°3 et 4. Il existe des garde-fous pour éviter que la vitesse minimale soit supérieure à la vitesse maximale.

g. Gestion de la temporisation

Les temporisations minimales et maximales exprimées en secondes sont gérées par les résistances ajustables N°5 et 6. Il existe des garde-fous pour éviter que la valeur de la temporisation minimale soit supérieure à la valeur de temporisation maximale.

h. Utilisation en mode Manuel

Positionner l'interrupteur en position « Mode Manuel » pour commander la locomotive à l'aide du potentiomètre.

L'écran LCD affiche la vitesse en cours et varie en fonction de la consigne demandée :

C	o	m	m	a	n	d	e		M	a	n	u	.	
V	i	t	e	s	s	e		=		1	0	0		

i. Utilisation en mode Automatique

Positionner l'interrupteur en position « Mode Automatique » pour commander la locomotive en mode aléatoire.

L'écran LCD affiche la vitesse en cours et varie en fonction de la consigne demandée :

Le premier écran affiche la vitesse en cours (« 70 ») et la commande, soit la valeur à atteindre (« 75 »).

V	=	5	0					c	m	d	=	7	5		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quand la valeur de la vitesse est atteinte, il affiche le temps de la consigne (« 120 secondes »).

V	=	7	5					1	2	0		s	e	c	.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Au fur et à mesure que le temps s'écoule, le graphique indique le temps restant avant la prochaine consigne aléatoire avec le curseur clignotant :

V	=	7	5					3	0			s	e	c	.
-	-	-	-	-	-	█									

j. Affichage des réglages

En « Mode Automatique », appuyer sur le bouton poussoir « SELECT ».

Les valeurs des vitesses Mini et Maxi s'affichent. L'utilisation des résistances ajustables fait varier les valeurs affichées.

V	i	t	.		M	i	n	i		=		6	0		
V	i	t	.		M	a	x	i		=		1	0	0	

Un deuxième appui sur le bouton poussoir « SELECT » affiche les valeurs de la temporisation :

T	p	s			M	i	n	i		=		7	5	S	
T	p	s			M	a	x	i		=		2	4	0	s

Un troisième appui sur le bouton poussoir « SELECT » affiche l'inertie :

A	c	c	e	l	e	r	a	t	i	o	n		&		
		F	r	e	i	n	a	g	e			2	5	%	

Un quatrième appui sur le bouton poussoir « SELECT » permet de revenir au déroulement du programme en mode Automatique.

k. Arrêt d'urgence

Un appui de 500 millisecondes sur le bouton poussoir « Arrêt d'urgence » coupe l'alimentation sur la voie ».

Le message suivant apparaît avec le curseur clignotant :

A	r	r	e	t		U	R	G	E	N	C	E	!		

Pour relancer le programme, il faudra attendre 2 secondes et appuyer de nouveau sur le bouton poussoir « Arrêt d'urgence ».

4. Programmation de la carte ARDUINO

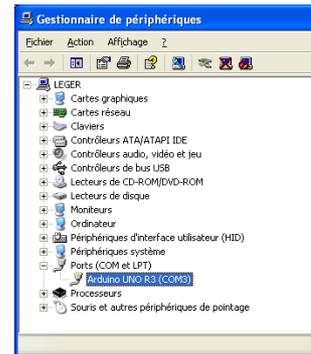
a. Installation du logiciel ARDUINO

Il faut télécharger la dernière version du logiciel ARDUINO disponible sur un site officiel <http://www.arduino.cc/en/Main/Software>.

Le programme fonctionne sous Windows, Macintosh et Linux. Il faut suivre les conseils d'installation. Il n'y a pas de difficultés particulières.

L'ARDUINO est un Logiciel Libre et Matériel Libre sous license Creative Commons "paternité, non commercial et licence contaminante". Toute liberté est permise à qui voudrait faire évoluer le matériel ou la plateforme de programmation dans le respect de la licence.

- 1 - Télécharger le logiciel ARDUINO
- 2 - Dézipper le fichier téléchargé
- 3 - Brancher l'ARDUINO à l'ordinateur avec le port USB
- 4 - Lancer le programme « arduino.exe »
- 5 - Aller dans le gestionnaire de périphérique pour vérifier que la carte a bien été reconnue (Port COM)
- 6 – Si la carte n'a pas été reconnue, mettre à jour le pilote : les drivers sont présents dans le répertoire « Drivers » du dossier Arduino.



b. Configuration

Pour la configuration et la programmation des cartes ARDUINO, il existe de nombreux tutoriaux disponibles sur Internet comme : <http://fr.openclassrooms.com/sciences/cours/arduino-pour-bien-commencer-en-electronique-et-en-programmation>

Lors du lancement du programme ARDUINO, il faut désigner le type de carte utilisée (ARDUINO UNO ou NANO) et cocher le numéro du port COM (USB-Série) où est connectée la carte.

Ces paramètres sont modifiés depuis le menu « Outils ».



c. Librairies à installer

Pour utiliser le programme avec la carte ARDUINO, il faut télécharger et installer quelques librairies :

- o EEPROM
- o LiquidCrystal
- o Bounce2

Utiliser le gestionnaire des bibliothèques dans le programme ARDUINO.

Cliquer sur le menu « Croquis » puis « Inclure une bibliothèque » puis « Gérer les bibliothèques ».

Rechercher les 3 bibliothèques ci-dessus et les installer.

d. Paramètres à modifier

En fonction du matériel utilisé, il sera peut-être nécessaire de modifier l'adresse du bus I2C de l'écran LCD et du convertisseur DAC. Ces paramètres sont notés dans le fichier « a_modifier.h ».

Ces valeurs peuvent être obtenues à l'aide d'un programme Arduino scanner les adresses I2C. Si besoin, un programme est proposé sur le site Internet de l'UAICF Nevers-Vauzelles.

```
LiquidCrystal_I2C LCD(0x27, 16, 2); // Ecran LCD 16 colonnes x 2 lignes - Adresse I2C à paramètrer
```

```
#define MCP4725_ADDR 0x60 // DAC convertisseur digital-analogique - Adresse I2C à paramètrer
```

e. Téléverser le Programme Source

Le programme proposé par la section Modélisme de l'UAICF Modélisme Nevers-Vauzelles doit être chargé dans la carte ARDUINO à l'aide d'un cordon USB.

Le code source de la dernière version peut être téléchargé sur le site <http://modelisme58.free.fr>

Lorsque le programme est prêt, il faut le téléverser à l'aide d'un cordon USB raccordant l'ordinateur et la carte ARDUINO.

Il faut bien veiller à sélectionner la bonne carte « **Arduino** » dans le menu « **Outils** » ainsi que le port « **COM** ».



Le bouton « Moniteur Série » permet d'afficher la configuration de la carte au démarrage et de visualiser les échanges d'information. Ceci est très utile pour identifier des dysfonctionnements et de cibler l'origine d'une panne.

f. Ou Uploader un fichier « HEX »

Il est possible de téléverser le programme dans la carte ARDUINO directement à partir d'un fichier « hex » généré lors de la compilation.

Il faut au préalable installer le logiciel Xloader 1.00 qui est un petit programme s'exécutant en version portable : <https://commodore.software/downloads/download/246-wifly-commodore-wi-fi-modem/1966-xloader-v1-00> ou <https://www.hobbytronics.co.uk/arduino-xloader>

Connecter à l'ordinateur la carte ARDUINO NANO à programmer.

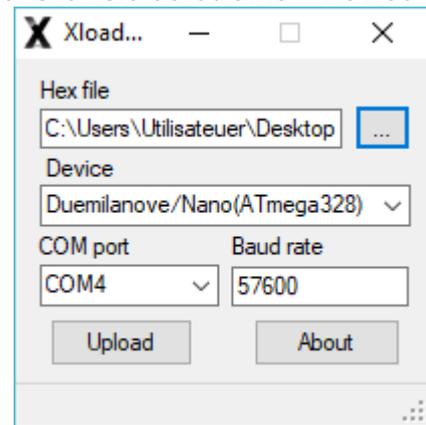
Lancer l'application « **XLoader** ».

Sélectionner le port COM de l'Arduino dans le menu déroulant en bas à gauche.

Sélectionner la carte « **Duemilanove / Nano (ATmega 328)** » dans la liste déroulante « **Device** ». Vérifier que l'application XLoader a défini le débit en bauds à 57600.

Indiquer le nom et l'adresse du fichier « **hex** » à téléverser.

Cliquer sur le bouton « **Upload** » pour charger le fichier. Les LED RX/TX de la carte Arduino doivent clignoter. Après un certain temps, le programme est téléversé.



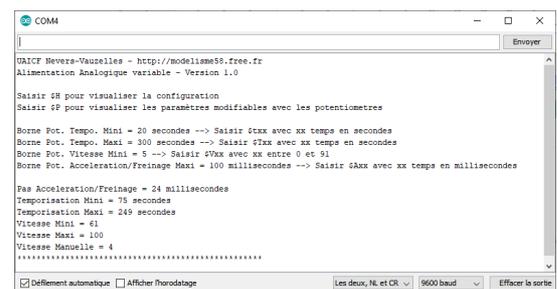
5. Paramétrage et commandes

Pour envoyer des commandes via le port Série 0 (via le port USB), il faut ouvrir le Moniteur Série.



Sélectionner la vitesse de transmission des données : « **9600 bauds** ».

Dans le menu déroulant, sélectionner « **Nouvelle ligne** » ou « **Retour chariot** » ou « **Les deux, NL et CR** ».



a. Affichage des réglages en cours

Ouvrir le moniteur série et saisir la consigne « **\$H** » et appuyer sur la touche « **Entrée** ».

Un écran affiche les valeurs des bornes de réglages des potentiomètres :

Borne Pot. Tempo. Mini = 20 secondes --> Saisir \$txx avec xx temps en secondes
Borne Pot. Tempo. Maxi = 300 secondes --> Saisir \$Txx avec xx temps en secondes
Borne Pot. Vitesse Mini = 5 --> Saisir \$Vxx avec xx entre 0 et 91
Borne Pot. Accélération/Freinage Maxi = 100 millisecondes --> Saisir \$Axx avec xx temps en millisecondes

Pour afficher les valeurs courantes des potentiomètres connectés à la carte Arduino, saisir « **\$P** » et appuyer sur la touche « **Entrée** ».

Pas Accélération/Freinage = 24 millisecondes
Temporisation Mini = 75 secondes
Temporisation Maxi = 249 secondes
Vitesse Mini = 61
Vitesse Maxi = 100
Vitesse Manuelle = 4

Ce sont ces valeurs qui seront affichées sur l'écran LCD lors de la lecture des réglages.

b. Modification de réglages

Pour modifier les bornes des potentiomètres, saisir le caractère « \$ » suivi d'une lettre, de la valeur puis appuyer sur la touche « Entrée ».

Fonction	Commande à envoyer via le port Série
Borne Pot. Tempo. Mini <i>Temps en secondes</i>	\$tx – exemple : \$t20
Borne Pot. Tempo. Maxi <i>Temps en secondes</i>	\$Tx – exemple : \$T90
Borne Vitesse Mini <i>Valeur de 0 à 91 (exprimée en % de la vitesse maxi)</i>	\$Vx – exemple : \$V60
Borne Pot. Accelération/Freinage Maxi <i>Intensité du freinage/accélération</i> <i>Plus la valeur sera importante, plus l'accélération et le freinage seront longs</i>	\$Ax – exemple : \$a90

Les lettres doivent être en minuscule (bien respecter la casse).

Les paramètres envoyés sont sauvegardés dans la mémoire Eeprom de l'Arduino : les données ne sont pas perdues lors de la mise hors tension de la carte.

6. Dépannage

Lors de l'installation et de la configuration de ce kit, on peut rencontrer plusieurs problèmes. Vous trouverez ci-après quelques points à vérifier.

a. Carte ARDUINO reconnue ?

Dans le programme « Arduino », il faut veiller à ce que la carte ARDUINO soit reconnue et sélectionner le port « COM » pour programmer ou lire les informations provenant de la carte.

b. Débogage à l'aide du Moniteur Série

L'utilisation du moniteur série peut apporter de précieuses informations sur le fonctionnement de la carte.

Il faut bien sélectionner la vitesse de communication : « 9600 Baud » comme indiqué dans le code source du programme.

c. Erreur lors de la compilation

Si une erreur se produit lors de la compilation, il peut y avoir plusieurs origines :

- La carte ARDUINO n'est pas sélectionnée : type de carte, port COM ;
- Une erreur dans le code de programmation : il manque une parenthèse, une virgule, un point-virgule,...
- Une ou plusieurs bibliothèques ne sont pas installées ;

Pour vérifier que les bibliothèques sont bien installées, il est conseillé d'ouvrir un programme de démonstration à partir du menu « Fichier ---> Exemples ». Chaque bibliothèque dispose d'exemples et démonstrations. Compiler les programmes de démonstration pour vérifier s'il n'y a pas d'erreurs.

Si une erreur apparaît lors du téléversement, il se peut qu'il faille changer le Processeur et utiliser le « Old Bootloader ».

