

Sciences et Techniques Industrielles « STI »

Automatismes industriels

Travaux pratiques & travaux dirigés

Imprimées sur papier bleu
utilisables comme documents de travail en classe

- ✓ i2205 : Composants élémentaires d'armoire électrique industrielle
- ✓ i2215 : Mise en œuvre d'une commande Marche-Arrêt
- ✓ i2226 : Analyse des circuits d'armoire électrique industrielle
- ✓ i2245 : Mise en œuvre de détecteurs électroniques sur pré-actionneurs
- ✓ i2315 : Mise en œuvre d'un automate programmable industriel (API)
- ✓ i2325 : Mise en œuvre d'un pupitre opérateur graphique tactile
- ✓ i2445 : Mise en œuvre de capteurs analogiques sur API
- ✓ i2574 : Programmation en langage Grafset
- ✓ i2585 : API Schneider-Electric M221 : éléments basiques de programmation

Section de Technicien Supérieur en Électrotechnique
Étudiants et Apprentis

Composants élémentaires d'armoire électrique industrielle

1. Objectifs

- Être capable de choisir un matériel dans une liste selon le schéma électrique ;
- Être capable de tracer le symbole électrique correspondant au matériel utilisé ;
- Être capable de mettre en œuvre un commutateur mécanique pour piloter un pré-actionneur ;
- Être capable de mettre en œuvre un commutateur, un pré-actionneur et un actionneur, sur des alimentations distinctes.

2. Présentation

Le fonctionnement attendu correspond par exemple à la commande d'un convoyeur à rouleaux motorisés à commande manuelle par un bouton-poussoir :

- On appuie : le convoyeur avance et déplace les palettes.
- On relâche : le convoyeur s'arrête et les palettes sont immobilisées.

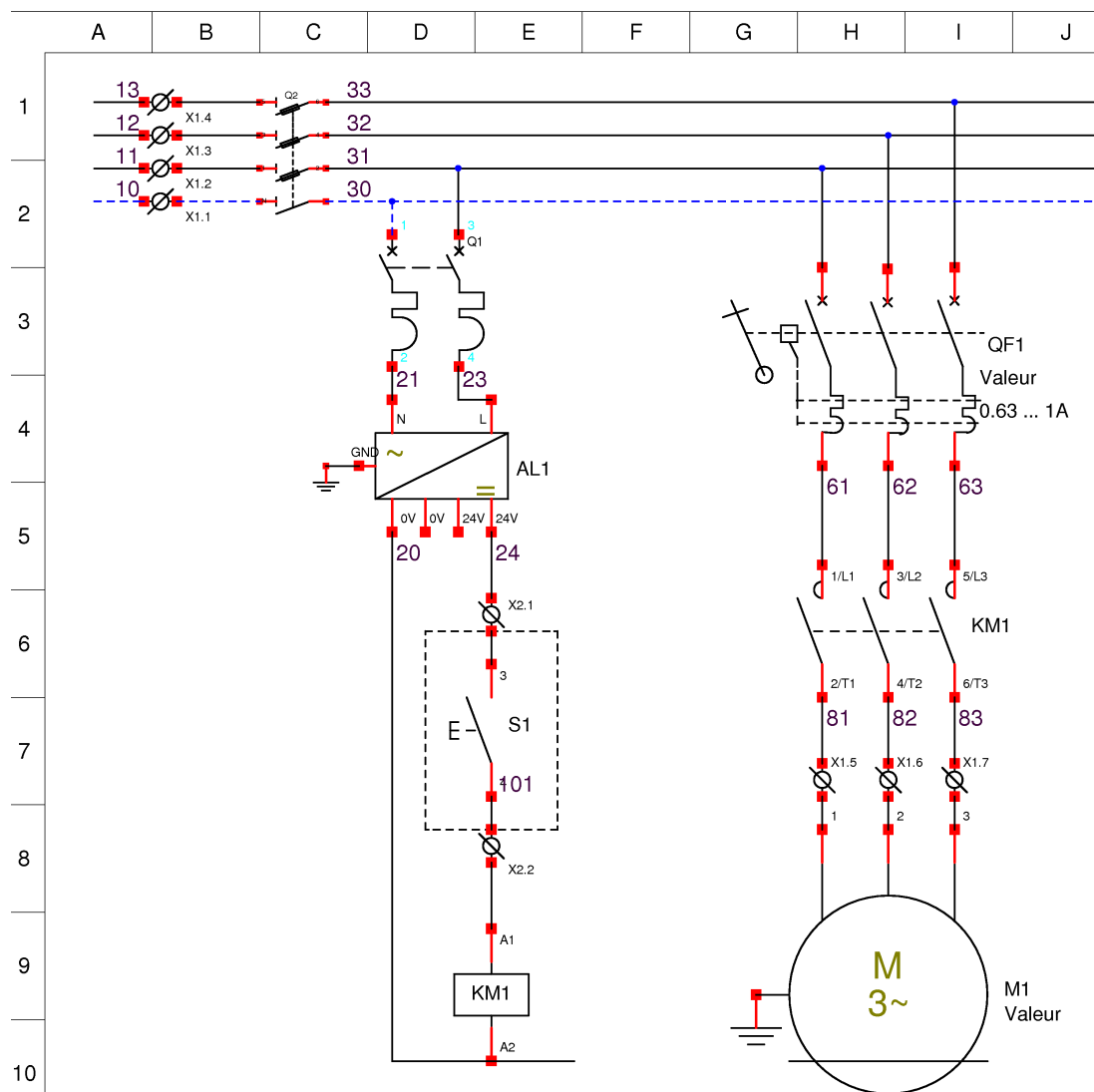


3. Adaptations pédagogiques

3.1. schéma électrique fonctionnel minimal

Pour des convenances pédagogiques,

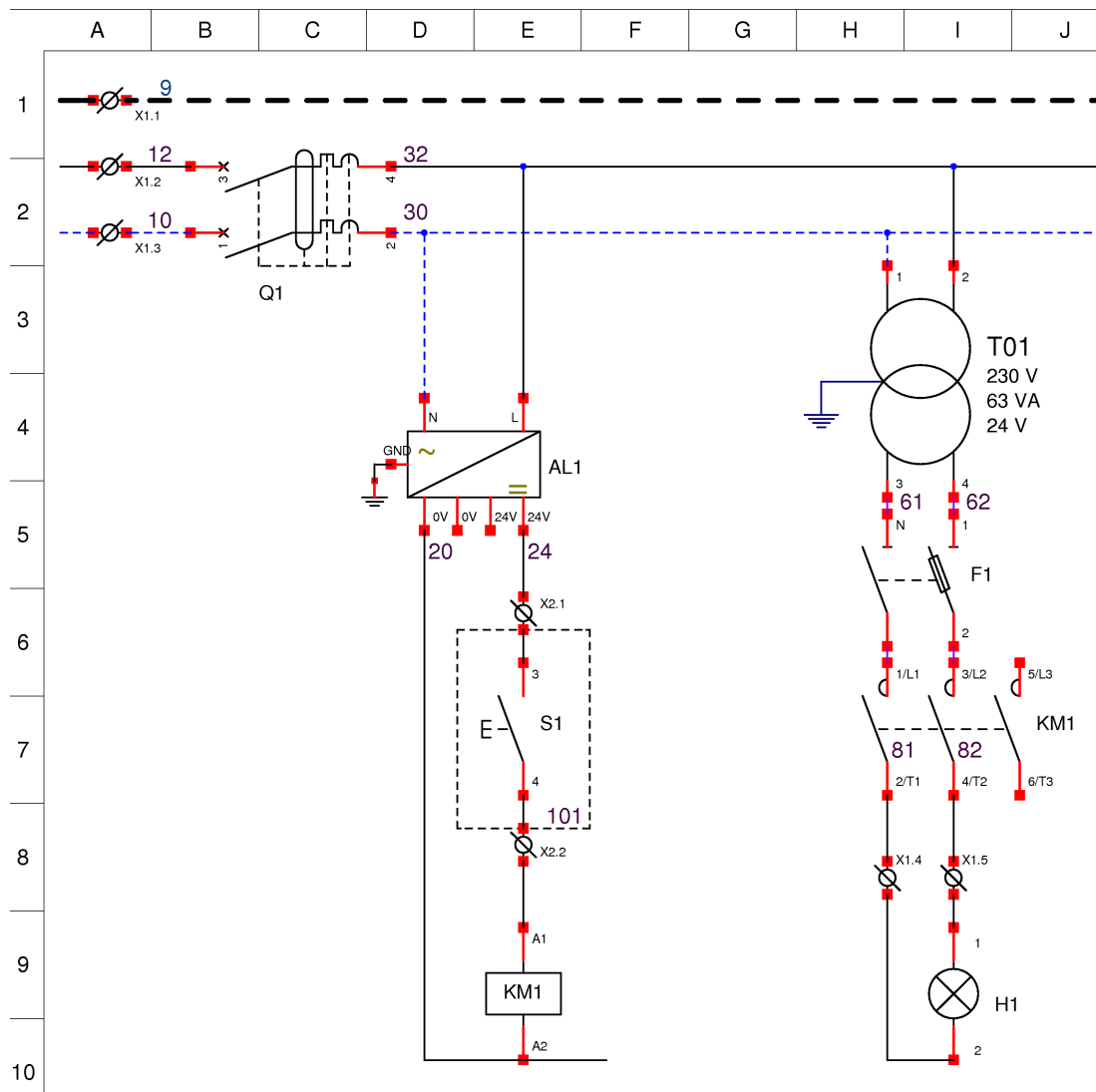
toutes les sécurités réglementaires ne sont pas encore en place sur ce schéma.



Pour des raisons de sécurité durant l'apprentissage, différents ajustements seront effectués sur le montage de base :

- L'alimentation générale est en **monophasé**.
- Le moteur électrique est remplacé par un voyant très basse tension de type ampoule à filament à visser sur culot E27.
- Un transformateur 230/24V est ajouté **pour abaisser la tension alternative** de la partie opérative.

3.2. Schéma électrique adapté pour la formation élémentaire



3.3. Définition

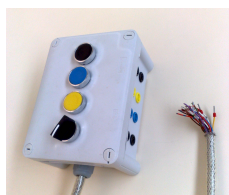
Un **actionneur** est un organe de la *partie opérative* qui interprète le signal envoyé par la partie commande pour **piloter une action physique**. Parmi les actionneurs on peut citer : un moteur, un vérin pneumatique ou hydraulique, une vanne, une résistance chauffante, un luminaire, ...

4. Préparation

4.1. Identification des composants

- a) Afin d'identifier les différents symboles du schéma, reproduire dans le tableau du matériel (page suivante) le symbole correspondant à chaque élément à côté de sa photo.
- b) Identifier la partie commande et la partie puissance sur le schéma ci-dessus.
- c) Sur le schéma, entourer en pointillés le composant « Contacteur ».

Vous disposez des matériels suivants :



Symbole :

Nom :

Boutons poussoirs
sur boîte PVC

Fonction :

Organe de commande,
pupitre opérateur

Repère :

S1, S2, ...



Symbole :

Nom :

Contacteur tripolaire,
relais électromécanique

Fonction :

Pré-actionneur,
interface commande / puissance

Repère :

KM1, KM2, ...

Référence fabricant :

Schneider LC1D09BD



Symbole :

Nom :

Alimentation continue redressée
filtrée 230V~ / 24 V=

Fonction :

Convertisseur AC/DC :
Alimentation du circuit commande

Repère :

AL1

Référence fabricant :

ELC ALE2402R



Symbole :

Nom :

Transformateur 230/24 VAC

Fonction :

Convertisseur AC/AC :
Alimentation des actionneurs

Repère :

T1

Référence fabricant :

Legrand 0 442 12
Anciens modèles : Legrand 42303



Symbole :

Nom :

Porte fusible

Fonction :

Protection

Repère :

F1

Référence fabricant :



Symbole :

Nom :

Disjoncteur de tête

Fonction :

Protection

Repère :

Q1

Référence fabricant :

Si des références de composants ne sont pas dans la documentation (anciens modèles), relever les caractéristiques et retrouver la nouvelle référence équivalente.

4.2. Lecture de documentation

- d) Quelles sont les caractéristiques de l'alimentation continue ?

Tension de sortie nominale ?

Puissance nominale de sortie ?

Courant max qui peut être débité ?

- e) Quelles seront donc les caractéristiques à choisir pour la bobine du contacteur ?

Tension et unité ?

Type (alternatif ou continu) ?

Pourquoi ?

- f) Caractéristiques du transformateur de la partie puissance présent sur la platine ?

Tension nominale d'entrée ?

Puissance nominale ?

Courant max qui peut être débité (par calcul) ?

Tension nominale de sortie ?

Relation Puissance / Courant ?

Courant qui est alors absorbé (par calcul) ?

- g) Quelles seront les valeurs nominales du voyant piloté ?

Valeurs nominales : Tension ? Puissance ? ... (à relever sur la platine)

- h) Relever, selon les sections de conducteurs correspondantes, les couleurs des embouts disponibles dans l'atelier.



0,5 mm²

1,5 mm²

4 mm²

0,75 mm²

2,5 mm²

6 mm²

1 mm²

10 mm²

5. Manipulations

5.1. Câblage

Les capteurs et actionneurs étant supposés être à l'extérieur de l'armoire électrique, ils seront câblés sur le bornier en bas de la grille.

- i) Mettre en œuvre la partie commande du schéma.

- ✓ Comment peut-on vérifier son bon fonctionnement ?

- j) Mettre en œuvre la partie puissance du schéma.

- ✓ Vérifier que l'état de l'actionneur correspond aux attentes dans le fonctionnement.

5.2. Mesures

- k) Mesurer le courant qui parcourt la bobine du contacteur KM1.

Courant ?

Unité ?

Type (alternatif ou continu) ?

Sur la copie de compte-rendu, décrire le *matériel utilisé*, rédiger la *procédure de mesure*.

- l) Mesurer le courant qui parcourt l'actionneur H1.

Courant ?

Unité ?

Type (alternatif ou continu) ?

Décrire le *matériel utilisé*, rédiger la *procédure de mesure*, établir le *schéma* de mesure.

- m) **Relever** à l'oscilloscope l'allure de la tension en sortie de l'alimentation continue à vide, puis en charge.

Décrire le *matériel utilisé*, rédiger la *procédure de mesure*, établir le *schéma* de mesure.

Fournir les **oscillogrammes** et préciser les **réglages** choisis.

- n) **Mesurer** sur la sortie de l'alimentation continue, à vide puis en charge, la valeur moyenne de la tension, puis la valeur crête à crête de la tension d'ondulation.

A vide :

En charge :

Spécifier les modifications effectuées sur le réglage de l'appareil de mesure entre tension moyenne et tension d'ondulation.

Valeur moyenne ?

Valeur moyenne ?

Ondulation ?

Ondulation ?

Fournir les **oscillogrammes** et préciser les **réglages** choisis.

- o) Relever à l'oscilloscope l'allure de la tension en sortie du transformateur. Mesurer valeur moyenne et ondulation.

Tension moyenne ?

Tension d'ondulation?

6. Analyse selon documentations constructeur

- p) Rechercher (directement sur la doc technique ou par déduction) la valeur nominale du courant de la bobine du contacteur. Comparer avec la valeur mesurée.
- q) Évaluer par le calcul l'intensité du courant qui sort du disjoncteur principal. En quoi peut-il y avoir erreur dans cette évaluation ?
- r) Conclure

Mise en œuvre d'une commande Marche-Arrêt selon préconisations de câblage

1. Objectifs

- Être capable de mettre en œuvre une commande Marche-Arrêt avec choix du mode prioritaire ; **Nouveau**
- Être capable de mesurer des grandeurs électriques ;
- Être capable de saisir un schéma électrique à partir des bibliothèques de base ; **Nouveau**
- Être capable de distinguer un conducteur d'alimentation d'un conducteur commuté pour le choix de sa couleur. **Nouveau**
- Durée : 3h30

2. Présentation

Le fonctionnement attendu correspond à un mode Marche-Arrêt commandé **par boutons-poussoirs** (sans commutateur), par exemple pour la commande d'un compresseur pneumatique, constitué d'une **pompe à air** à vis entraînée par un moteur électrique.

- On appuie sur S1 : la pompe est lancée, on relâche S1 : la pompe reste enclenchée.
- On appuie sur S2 : la pompe s'arrête, on relâche S2 : la pompe reste arrêtée.



Compresseur d'air à vis, 4-10 bars, 7-42 m³/min, 75-300 kW, L 3300 x l 1994 x H 2190 mm

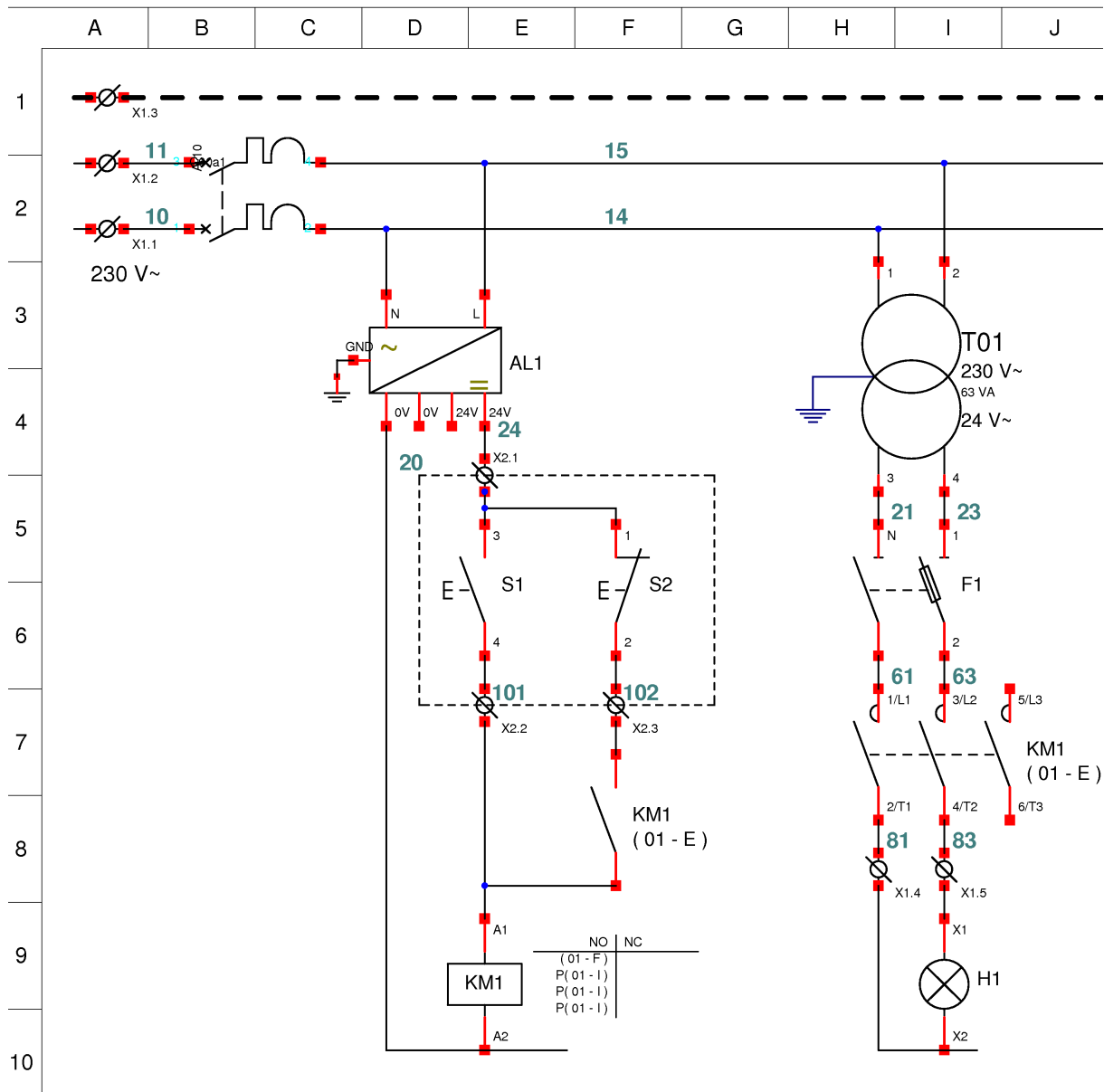
<https://www.directindustry.fr/prod/compair/product-5576-496443.html>

3. Préparation

Vous disposez des mêmes matériels que pour la manipulation précédente « Prise en main de matériels » sur la grille de câblage de composants d'automatismes industriels.

Vous disposez d'une fiche méthode « Choix des couleurs de conducteurs pour câblage d'armoire électrique »

Schéma pédagogiquement adapté :



- ❑ a) Identifier la partie commande et la partie puissance.
- ❑ b) Identifier les différents symboles du schéma parmi les composants disponibles.
 - ✓ Quel nom usuel (fonctionnel) donne-t-on au composant lié au symbole S1 ? à S2 ?
 - ✓ Écrire les noms de composants à côté des symboles.
- ❑ c) Sur le schéma, entourer en pointillés le composant « Contacteur ».

4. Manipulations

4.1. Mise en œuvre

- d) Câbler la partie commande et la partie puissance du schéma :
 - ✓ En respectant les recommandations de couleurs de conducteurs ;
- e) Décrire le fonctionnement attendu du point de vue du client :

- f) Vérifier le bon fonctionnement par rapport aux comportements attendus.

- g) Lorsque la commande reçoit simultanément un ordre de marche et un ordre d'arrêt (appui sur S1 puis S2, et appui sur S2 puis S1), dans quel état est la charge ?

Réponse :

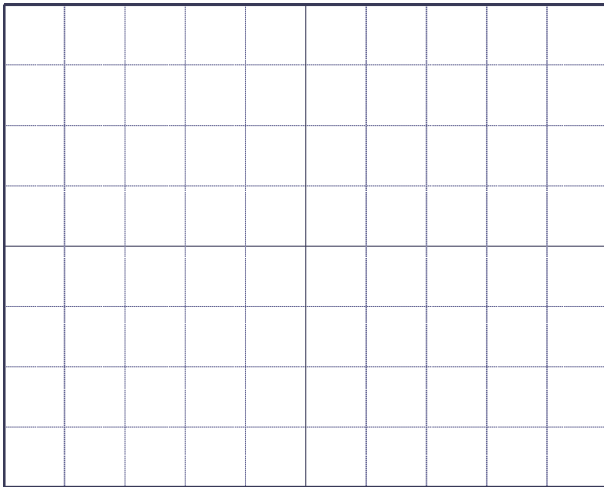
On dira que cet état est prioritaire.

- h) Proposer le schéma (partie commande seulement) permettant d'obtenir l'état prioritaire opposé.

- i) Vérifier votre schéma en câblant l'arrêt prioritaire.

- j) Relever à l'oscilloscope l'allure de la tension en sortie de l'alimentation continue lorsque le contacteur KM1 est commandé :

✓ d'abord en signal complet :

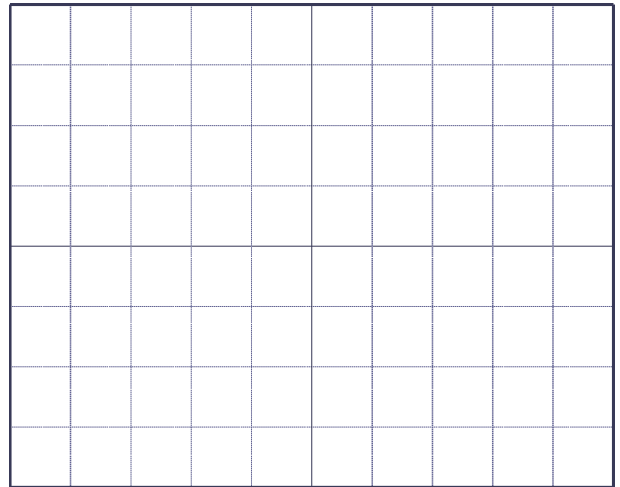


Voie 1 : /div AC/DC Déclench^{ent} :
Voie 2 : /div AC/DC BT : /div

✓ Mesurer :

Tension moyenne (au multimètre), unité ?

✓ puis seulement l'ondulation :



Voie 1 : /div AC/DC Déclench^{ent} :
Voie 2 : /div AC/DC BT : /div

✓ Mesurer :

Tension d'ondulation crête-à-crête (oscillogramme) ?

4.2. Réalisation de schémas

- k) Lancer le logiciel de schéma électrique WinRelais Premium.
□ l) Re-saisir le schéma électrique de cette manipulation, en version « Marche prioritaire » ou « Arrêt prioritaire » au choix.

NOTE : Pour utiliser le logiciel WinRelais à votre domicile, celui-ci est téléchargeable gratuitement en version « Étudiant(e) ». Demandez le lien de téléchargement à votre professeur.

Les limites de la version « Étudiant(e) » sont :

- WinRelais : Création de folios limités à 15.

XRelais édité par Micrelec est devenu WinRelais édité par Ingerea (<http://www.ingerea.com/>).

Analyse des circuits d'armoire électrique industrielle

1. Objectifs

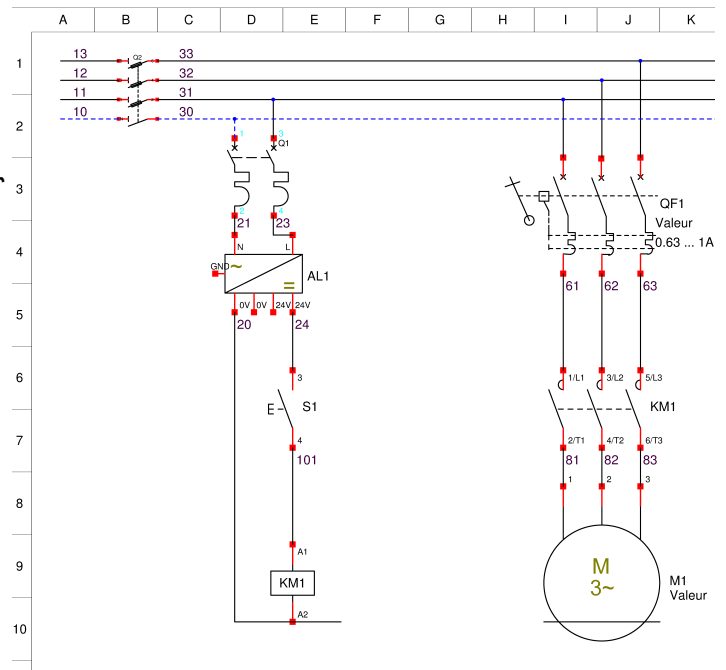
- Être capable de justifier toutes les grandeurs électriques mesurées lors des manipulations à partir des documents constructeurs.

2. Étude du circuit Commande

2.1. Alimentation continue



Vous avez mis en œuvre une alimentation de tension d'entrée 230 volts alternatifs et fournissant en sortie 24 volts continus (redressés filtrée) : $230V\sim / 24V=$.



Cette alimentation de référence ALE2402R peut fournir l'énergie du circuit « Commande » sous des valeurs nominales de sortie de 24V / 2,5A.

- a) Rappeler la loi qui lie { tension, courant et résistance } dans un composant récepteur résistif.

- b) Si l'on branche une charge (résistance) sur cette alimentation de tension : ...

✓ Êtes-vous plus sûr d'obtenir 24 volts ou bien 2,5 ampères ? Pourquoi ?

✓ Quelle valeur de résistance peut-on brancher pour obtenir un débit de 2,5 ampères sous 24 volts ?

✓ Si la résistance est plus grande, le courant sortant de l'alimentation sera-t-il plus petit ou plus grand ?

✓ Calculer le courant débité par cette alimentation dans une résistance de $24\ \Omega$, puis de $120\ \Omega$.

- c) Rappeler la loi électrique qui lie tension, courant et puissance en courant continu.

- ✓ Quelle est la valeur de la puissance utile (nominale) de cette alimentation ?
Retrouver cette valeur nominale dans la documentation-constructeur de ELC.

- ✓ Quelle est la puissance maxi consommée (absorbée) en alternatif monophasé à l'entrée de cette alimentation ?

- ✓ Calculer le rendement en % défini par le rapport puissance fournie / puissance absorbée.

- ✓ Calculer le courant maximum absorbé sur l'entrée de l'alimentation en tension alternative ?

- d) Quelle est la valeur du fusible présent en façade du bloc alimentation ?

- ✓ Quel est le rôle de ce fusible ?

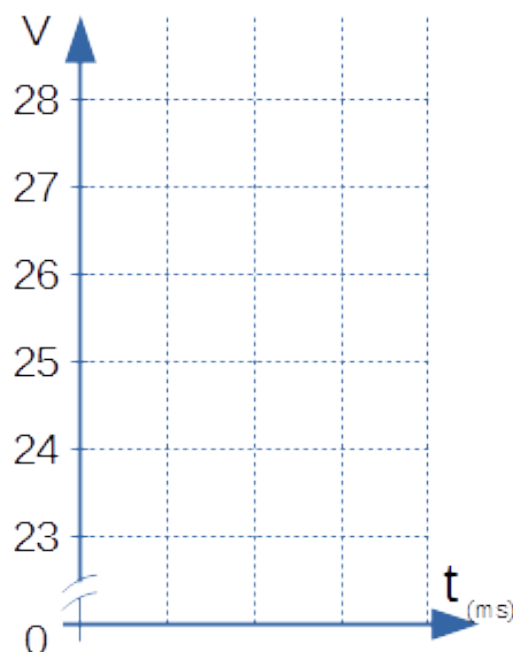
- ✓ Décrire étape par étape ce qu'il se passera si l'on connecte une charge de 1 Ω .

- e) La tension de sortie présente une ondulation (de tension) variable selon la charge (voir documentation-constructeur).

- ✓ Calculer les tensions moyennes de sortie et les tensions d'ondulation de l'alimentation pour chacune des charges de 0 A, 1 A, 2,5 A.

Charge (A)	V_{moy} (V)	T_{Ond} (%)	$V_{\text{Ond}} = V_{\text{Moy}} \times T_{\text{Ond}}$

- ✓ Tracer sur un graphe $V = f(t)$ les tensions de sortie de l'alimentation pour une charge de 0 A, 1 A, 2,5 A.



2.2. Contacteur KM1 : étude du circuit commande (bobine)

Vous disposez d'un contacteur triphasé modèle Tesys D à bobine 24 V= normale de référence LC1D09BD.



Lorsqu'un courant parcourt la bobine du contacteur, l'aimant ainsi formé attire les pôles mobiles fermant alors les contacts triphasés.

- f) Consulter les 2 pages d'extraits de **guide de choix du catalogue** Télémécanique :

Combien de types de circuits de commande sont proposés ?

Quel est le type de circuit de commande utilisé par le LC1D09BD ?

Quelle est la tension nominale du LC1D09BD ?

- g) Tensions de commande

Consulter les 2 pages de **caractéristiques techniques du composant** Télémécanique.

Sur le type de circuit de commande du LC1D09 précédemment sélectionné :

- ✓ Quelle est la gamme des tensions assignées de commande (ou tensions nominales) ?

- ✓ Comment est notée la plage de tension permettant au contacteur de s'enclencher ?

- ✓ Calculer la tension limite basse et la tension limite haute d'enclenchement pour le LC1D09BD.

Tension limite basse ?

Tension limite haute ?

- ✓ Une fois enclenché, les contacts restent-ils enclenchés si la tension de bobine redescend à par exemple 10 V ? Justifier.

□ h) Puissance et courant absorbés par le contacteur

- ✓ Quelle est la puissance électrique nécessaire pour enclencher et maintenir fermés les contacts du LC1D09BD ?

- ✓ A l'aide de la relation qui lie { la puissance, la tension, et le courant } d'un dipôle résistif en courant continu, calculer le courant qui va circuler dans la bobine quand elle est alimentée.

- ✓ Quel dispositif va fournir ce courant ? Que faut-il vérifier ?

- ✓ Vérifier que la source disponible est suffisante pour alimenter la bobine.

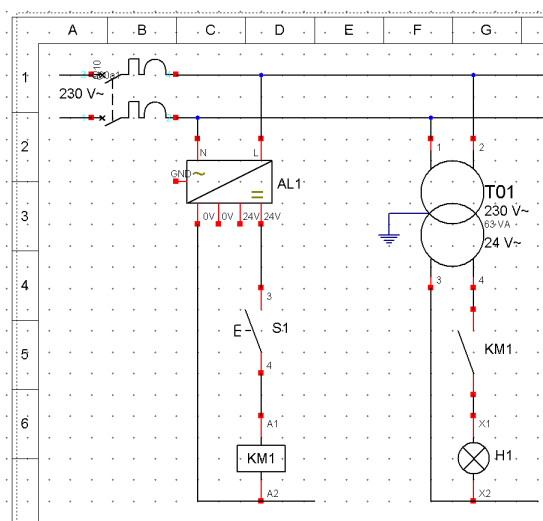
- ✓ Calculer le courant réel absorbé sur l'entrée en tension alternative de l'alimentation continue.

• Ressources complémentaires

- ✓ Constitution et fonctionnement d'un contacteur
<https://www.youtube.com/watch?v=6helny0VocE>
- ✓ Changement de bobine de contacteurs LC1
<https://www.youtube.com/watch?v=OwAPkTd8dgc>
- ✓ Voir un cours d'écoconception sur le contacteur LC1D09
https://eduscol.education.fr/sti/ressources_pedagogiques/les-assemblages-en-eco-conception
- ✓ Mise en œuvre d'un contacteur
<https://www.youtube.com/watch?v=ZHPyEgE2UgA>

3. Étude du circuit puissance

3.1. Alimentation alternative



Dans la version pédagogique du circuit de puissance, vous disposez d'un transformateur d'équipement industriel 230 V / 24 V~ de référence Legrand 0 442 12.

(A défaut d'avoir une référence réelle sur la table de manipulations, on prendra une valeur nominale de 63 VA.)

On connaît désormais cette relation en **tension continue** dans un **composant résistif** :

$$\text{puissance (active)} : P = U \times I \quad (P \text{ en « Watt »})$$

En **tension alternative**, dans un **composant purement réactif** (bobine de transformateur supposée parfaite), on a les relations :

$$\text{puissance réactive} : Q = U \times I \quad (Q \text{ en « V.A.R »})$$

$$\text{puissance apparente} : S = Q \text{ (si purement réactif)} \quad (S \text{ en « V.A »})$$

- i) Transposer les questions du paragraphe §2.1.c) relatif à l'alimentation continue vers le transformateur d'alimentation alternative 24 V~.

3.2. Charge

Vous disposez d'une ampoule à incandescence 24 V~ / 40 W.

- j) Calculer le courant qui parcourra l'ampoule en régime établi.
- k) Le contact du LC1D09 est-il capable de commuter le courant de l'ampoule ? Pendant combien de manœuvres ?
- l) Le transformateur sera-t-il suffisant pour alimenter cette ampoule ? Justifier.
- m) Quel est le courant réel absorbé sur l'entrée du transformateur en tension alternative ?

4. Protection générale



Vous disposez d'un dispositif de protection de l'ensemble de la platine par un disjoncteur magnétothermique C6.

□ n) Consulter les documentations multimédia en ligne :

- ✓ http://sitelec.org/flash/disjoncteur_magnetothermique.swf
- ✓ http://sitelec.org/flash/disjoncteur_differentiel.swf

(lecteur FlashPlayer.exe nécessaire)

- o) On suppose que les 2 dispositifs d'alimentation ont le même facteur de puissance $\cos(\varphi)$.
- p) Quel est l'ordre de grandeur du courant qui traverse le disjoncteur de tête :
 - ✓ lorsque l'on appuie sur le bouton-poussoir, lorsque l'on n'appuie pas sur le bouton.
- q) Le disjoncteur de protection générale est-il adapté ?

Mise en œuvre de détecteurs électroniques sur pré-actionneurs

1. Objectifs

- Être capable de piloter des pré-actionneurs (de type contacteurs) à partir de détecteurs électroniques capacitifs ou inductifs
- Être capable de justifier le choix d'un relais auxiliaire et le mettre en œuvre.

2. Préparation

Le **schéma de base** est la commande directe TOR d'un actionneur sans maintien.

Cf. le sujet *i2205 Composants élémentaires d'armoire électrique industrielle*

Vous disposez :

- de détecteurs électroniques de proximité TOR,
- d'un contacteur LC1D09xx
- d'alimentations TBTS 24 V alternatives et/ou continues,
- d'un relais auxiliaire électromécanique FINDER.

2.1. Schémas électriques et fonctions

- a) Choisir un détecteur parmi les différents modèles disponibles dans l'atelier ; on l'appellera « DET1 ».
 - b) Relever la référence de votre détecteur DET1. Rechercher la documentation technique du détecteur :
 - ✓ sur le dossier papier de documentations techniques si elle est disponible ;
 - ✓ à défaut sur le catalogue papier « Automatismes et contrôles » du constructeur Schneider-Electric ;
 - ✓ sinon chercher la documentation technique en ligne sur le site Internet officiel du constructeur Schneider-Electric. Vous pouvez alors demander d'imprimer jusqu'à 2 pages internet.
- ❖ Dans le cas de recherche Internet, noter la méthodologie de recherche :

Moteur de recherche :

Mots-clés saisis :

Site Web :

Page finale (URL) :

- c) Compléter dans le tableau ci-dessous les informations de connexion correspondant au seul détecteur DET1 choisi :

Référence	Inductif / Capacitif	Distance détect°	NO/ NC*1	Nbre	Fils de connexion					PNP / NPN*6	Documentation
					K~ _H *2	K~ _B *2	V _{alim} *3	Gnd*4	S*5		
XS4 P30 PA370											Notice
XT4 P30 PA372											Notice
XS1 M18 PA370											Notice
XS5 18 B1 PAL2											Notice
XS7 F1 A1 PAL2											Catalogue
XS230 SA PAL2											Notice
XS1 M18 DA210											Notice
XS2 M12 MA250											Notice
XS4 P30 MA230											Notice

Notes :

- Contact Normalement Ouvert (**NO** : Normally Open) ou Normalement Fermé (**NC** : Normaly Closed)
- Pour les détecteurs **2 fils seulement**, noter la **couleur des conducteurs** :
K~_H = connexion de commutation au potentiel haut, K~_B connexion de commutation au potentiel bas.
- Pour les détecteurs **3 fils seulement** : noter la plage de **tension d'alimentation** et la **couleur du conducteur** de connexion d'**alimentation** indépendante.
- Pour les détecteurs **3 fils seulement** : **noter la couleur** du conducteur de connexion de référence d'alimentation.
- Pour les détecteurs **3 fils seulement** : **noter la couleur** du conducteur de sortie commutée.
- Pour les détecteurs **3 fils seulement** : indiquer si c'est un modèle PNP ou NPN.

- d) Pour la première manipulation sur le détecteur 3 fils, vérifier que c'est bien un PNP et non un NPN ; sinon changer de modèle de détecteur.

- e) Rechercher dans la documentation disponible (type catalogue) le contacteur nécessaire pour piloter la charge proposée (ici ampoule 24V~ 40W).

Choix des contacts :

Courant commutable :

Tension de service :

Référence de la gamme :

Choix de la bobine :

Tension de commande :

Référence complète :

Caractéristiques de mis en œuvre :

Courant absorbé (bobine) :

- f) D'après le cours « Mise en œuvre de détecteurs électroniques TOR », établir le schéma de connexion du détecteur TOR pilotant le contacteur.

On partira du schéma du TP de pilotage d'un convoyeur par bouton-poussoir, en remplaçant la commande du bouton-poussoir par une commande par détecteur TOR.

- g) Vérifier la compatibilité électrique entre le détecteur et le contacteur.

Éléments de vérification :

- h) Si les composants ne sont pas compatibles, proposer un nouveau schéma pour pouvoir piloter le contacteur à partir du détecteur.

Nouveau schéma :

✓ Contraintes :

1. On désire conserver le même détecteur ;
2. On désire conserver le même contacteur.

- ✓ Donner la référence de l'éventuel nouveau composant utilisé :

Référence du composant :

- i) Vérifier à nouveau les compatibilités.

3. Manipulations

3.1. Mise en œuvre

- j) Mettre en œuvre les différents composants étudiés, effectuer le câblage.
- k) Faire vérifier le montage par le professeur, en donnant tous les éléments nécessaires qui montrent que le montage est bien conçu.

Texte d'explication, commentaires techniques à l'attention du responsable d'atelier :

- l) Donner la procédure de mise en service qui décrira la validation du montage, puis vérifier.

Texte d'explication, commentaires « métier » à l'attention du client présent à la mise en service :

3.2. Mesures

- m) Mesurer les grandeurs électriques caractéristiques :
 - ✓ Détecteurs 2 fils : courant commuté, courant résiduel, et tension de déchet,

Valeurs attendues :

Courant commuté (et unité) :

Courant résiduel (et unité) :

Tension de déchet (et unité) :

Valeurs mesurées :

Courant commuté :

Courant résiduel :

Tension de déchet :

- ✓ Détecteurs 3 fils : courants d'alimentation et commuté, tension de saturation.

Valeurs attendues :

Courant commuté (et unité) :

Courant d'alimentation (et unité) :

Tension de saturation (de commutation) :

Valeurs mesurées :

Courant commuté :

Courant d'alimentation :

Tension de saturation (de commutation) :

4. Conclusion

Rappeler les contraintes à vérifier lors de la mise en œuvre des composants présentés.

Mise en œuvre d'un automate programmable industriel (API) d'entrée de gamme

1. Objectifs

Être capable de :

- Mettre en œuvre des détecteurs électroniques TOR 3 fils sur des entrées TOR d'automate ; **Nouveau**
- Piloter des pré-actionneurs (de type contacteurs) à partir des sorties TOR d'automate ; **Nouveau**
- Configurer l'application de programmation d'un automate d'entrée de gamme ; **Nouveau**
- Programmer le pilotage d'une sortie TOR d'API comme combinaison de 3 entrées TOR. **Nouveau**

2. Préparation

Le schéma de base est la commande d'une **presse d'emboutissage**, pour donner une forme à une tôle selon un gabarit.

L'opérateur place sa tôle dans la presse, un **détecteur de présence de tôle** autorise l'emboutissage, et l'opérateur devra appuyer **simultanément sur 2 boutons-poussoirs** afin de lancer le déplacement de la masse sur la tôle.



2.1. Matériel

Vous disposez :

- ❖ de boutons-poussoirs, de détecteurs électroniques de proximité TOR, d'un contacteur LC1D09xx, d'alimentations TBTS 24 V DC et AC,
- ❖ d'un **automate programmable industriel (API) Schneider-Electric M221CE16R** (prix ~235 € HT) avec liaison Ethernet intégrée, présenté plus loin,
- ❖ de l'application Windows Schneider-Electric « SoMachine Basic » ou « EcoStruxure Machine Expert Basic »

Le détecteur électronique TOR et les boutons-poussoirs seront connectés chacun sur une entrée TOR de l'automate programmable. L'emboutissage sera piloté par un contacteur qui alimentera (pour cette activité pédagogique) l'ampoule 24V~.

2.2. Présentation de l'API

Cet automate programmable fait partie de l'entrée de gamme des API Schneider-Electric.

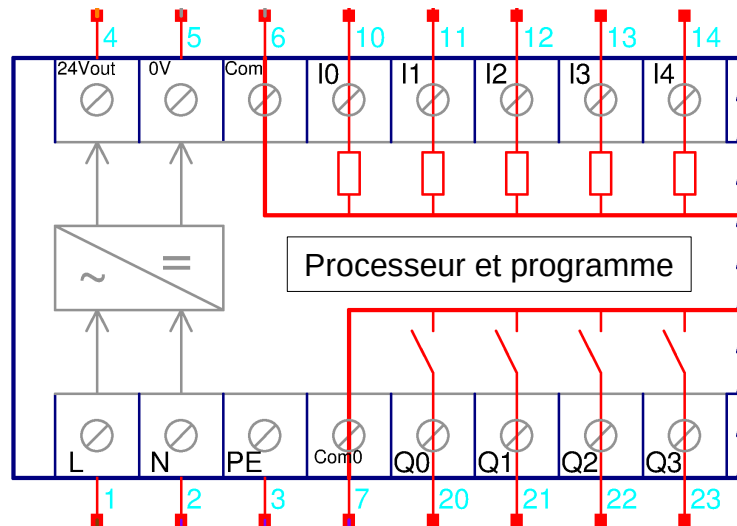
Il est alimenté en 230 Vac et intègre un convertisseur 230 Vac / 24 Vdc.

Les 3 parties, circuits d'alimentation, circuits d'entrées TOR, et circuits de sorties TOR, sont **électriquement isolés les unes des autres**. Aucun courant ne peut circuler d'une partie à l'autre.



C'est l'exécution du programme de l'API qui pilote les sorties selon l'état des entrées.

Schéma équivalent de l'API :



2.3. Schémas électriques et fonctions

Utiliser le même schéma de puissance que les manipulations précédentes.

- a) Choisir un détecteur 3 fils parmi les différents modèles disponibles dans l'atelier.
- b) Relever les informations nécessaires dans la documentation technique du détecteur.

Référence :

Tension nominale :

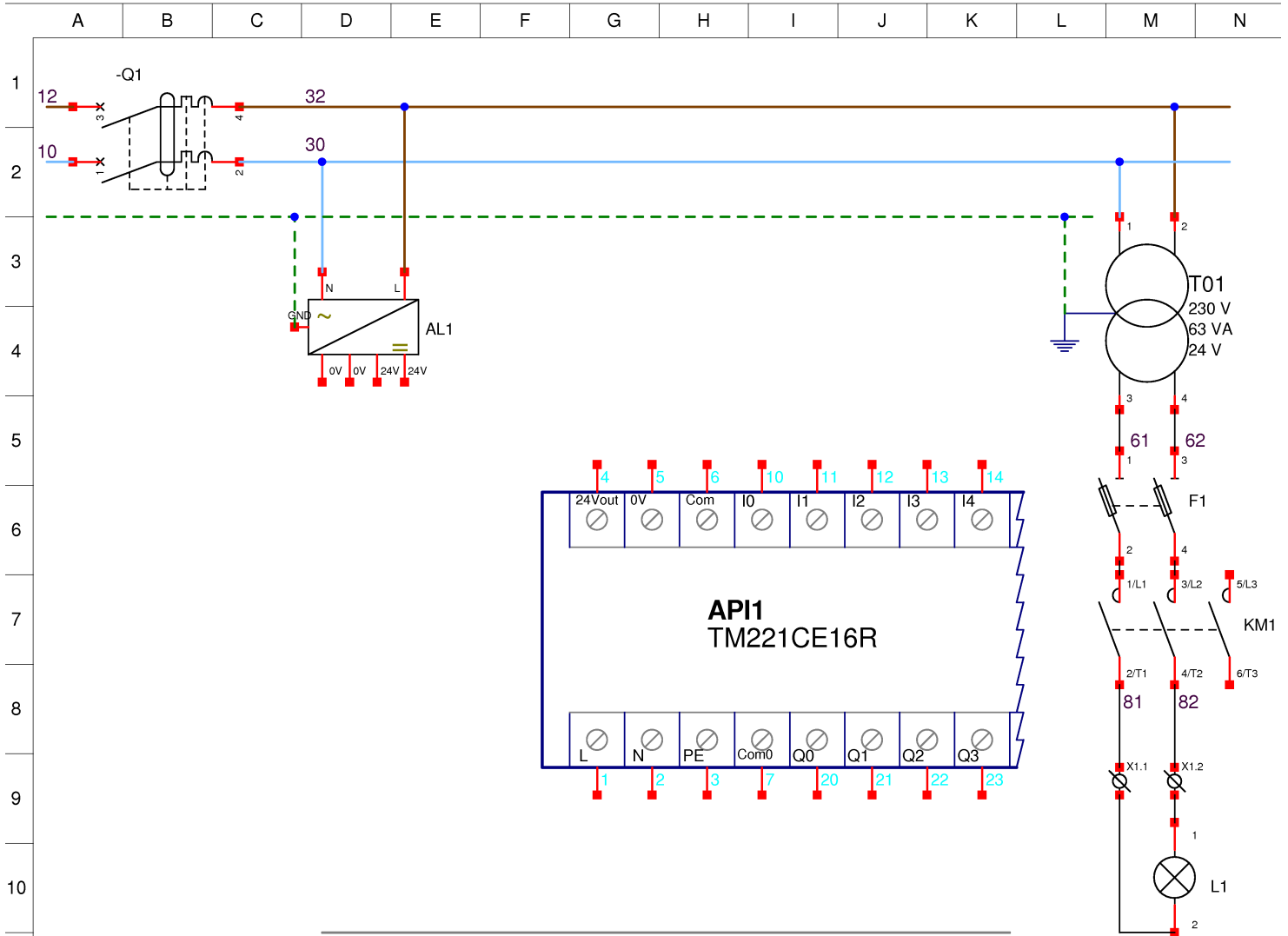
Tension de saturation :

Courant max commutable :

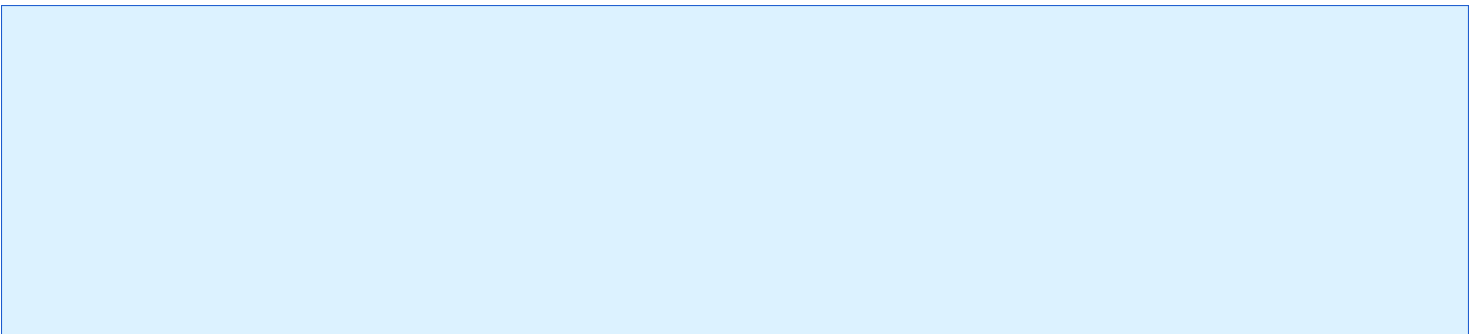
Courant d'alimentation (consommé) :

□ c) A partir des documentations techniques de l'API, établir le schéma de connexion comprenant :

- ✓ le détecteur et les boutons-poussoirs connectés sur les entrées de l'API, alimentés par la sortie 24VDC de l'API,
- ✓ le contacteur piloté depuis une sortie de l'API, son *alimentation étant à définir*.



□ d) Vérifier les compatibilités électriques entre les différents composants mis en œuvre.



3. Manipulations

- En fin de séance, veuillez effacer le programme de votre automate.

Attention :

- NE PAS connecter la sortie 24V DC OUT de l'API à une alimentation externe !!
- Afin d'optimiser la progression, ne pas câbler la partie puissance avant d'avoir mis en œuvre et vérifié le câblage des entrées !

3.1. Câblage des alimentations

Câbler toute la partie basse tension (230 Vac) de la platine qui fournit l'énergie à l'alimentation 24Vdc, le transformateur, et l'API.

3.2. Paramétrage logiciel

- e) Consulter la vidéo-formation de paramétrage d'un nouveau projet SoMachine associée à ce devoir. Disponible aussi sur la médiathèque du réseau local :
M:\BTS-Electrotechnique\Video-formations\)
- f) Créer un nouveau projet SoMachine et configurer l'automate dans ce projet **selon votre schéma**.
- g) Charger le paramétrage dans l'API.
Vérifier que la façade de l'API n'a aucun voyant d'erreur allumé.

3.3. Câblage des entrées

- h) Mettre en œuvre le détecteur et les boutons-poussoirs sur les entrées API.
A quelle connexion faut-il apporter une attention particulière ? Pourquoi ?

- i) Mettre sous tension. Vérifier le changement d'état des entrées d'API en fonction de l'état du détecteur et des boutons-poussoirs à l'aide des voyants en façade de l'API.
Décrire votre méthodologie de vérification de l'état des entrées TOR de l'API.

3.4. Câblage de la sortie API et de la partie puissance

- j) Mettre en œuvre le contacteur sur la sortie TOR de l'API, puis la lampe dans son circuit de puissance.
- k) Consulter la vidéo-formation d'écriture d'un programme de base en LADDER (fin de la vidéo précédente)
- l) Écrire et charger le programme qui permet d'activer la sortie TOR lorsque les boutons-poussoirs ET le détecteur sont actifs.
- m) Lancer l'exécution du programme en passant l'automate en mode RUN (« Démarrer le contrôleur ») et vérifier le bon fonctionnement global.

3.5. Dépannage – débogage

- n) Commenter l'apparence des entrées et sorties TOR sur le programme lorsqu'elles sont actives.

- o) Créer une table d'animation, ajouter les objets d'entrée %IO.x et de sortie %Q0.x .
Constater l'effet des changements d'états.

- p) Les entrées étant non actives, utiliser le forçage des entrées et constater l'effet sur l'animation du programme.

4. Questions complémentaires

- q) Modifier le fonctionnement afin de remplacer la commande directe par appui BP (type presse) par une commande Marche/ Arrêt par boutons-poussoirs avec auto-maintien (type compresseur, TP i2215).

Page vide pour classement des feuillets.

Vous pouvez y prendre des notes complémentaires de documentations constructeurs.

A series of 21 horizontal dotted lines for note-taking.

Affichage des états TOR d'API sur pupitre opérateur

1. Objectifs

Être capable de :

- Mettre en œuvre des détecteurs électroniques TOR 3 fils sur des entrées TOR d'automate ;
- Programmer le pilotage d'une sortie TOR d'API comme combinaison de 2 entrées TOR.
- Mettre en œuvre un dialogue opérateur et d'afficher des informations d'entrées TOR.

Nouveau

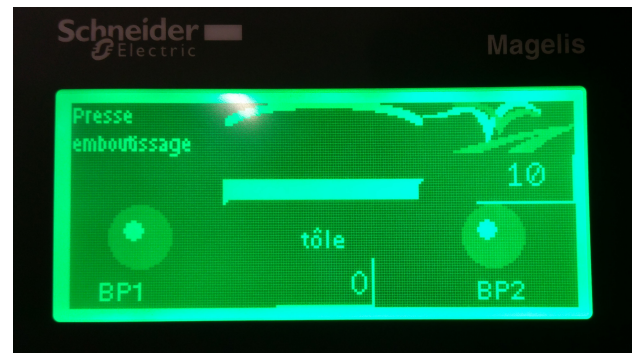
2. Préparation

Le schéma de base est la commande de la presse d'emboutissage, comme dans le sujet précédent Sect° 2315.

Le détecteur électronique TOR et les bouton-poussoirs seront connectés chacun sur une entrée TOR d'API.

Vous disposez :

- ❖ de détecteurs électroniques de proximité TOR, d'un contacteur LC1D09xx, d'alimentations TBTS 24 V DC et AC,
- ❖ d'un automate programmable industriel (API) Schneider **M221CE16R**,
- ❖ de l'application Windows Schneider **SoMachine Basic**,
- ❖ d'un dialogue opérateur de type MAGELIS **HMISTO531** de la marque Schneider-Electric,
- ❖ de l'application Windows Schneider **VijeoDesigner**,
- ❖ de cordons de programmation -USB) et d'exploitation (Ethernet) du dialogue opérateur.



2.1. Schémas électriques et fonctions

Utiliser le même schéma de commande et puissance que la manipulation précédente.

- a) Choisir un détecteur parmi les différents modèles disponibles dans l'atelier, établir le schéma de mise en œuvre sur une entrée d'API et effectuer toutes les vérifications de compatibilité nécessaires.

3. Manipulations

- En fin de séance, veuillez effacer le programme de votre automate.

Attention :

- NE PAS connecter la sortie 24V DC OUT de l'API à une alimentation externe !!
- Afin d'optimiser la progression, ne pas câbler la partie puissance avant d'avoir mis en œuvre et justifié toute la partie commande du sujet.

3.1. Câblage des entrées de l'API

- b) Mettre en œuvre le détecteur et les bouton-poussoirs sur les entrées API.
- c) Vérifier le changement d'état des entrées d'API en fonction de l'état du détecteur et des bouton-poussoirs à l'aide des voyants en façade de l'API.

3.2. Paramétrage logiciel de l'API

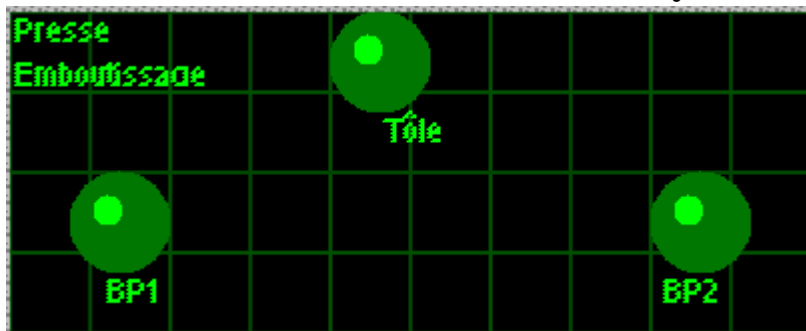
- ❖ Rappel et application des compétences acquises à la séance précédente
 - d) En vous aidant de la vidéo-formation de paramétrage d'un nouveau projet SoMachine Basic, créer un nouveau projet SoMachine et configurer l'API dans ce projet.
 - e) Charger le paramétrage dans l'API.
 - f) Vérifier la prise en compte des entrées TOR à partir des outils de diagnostic SoMachine Basic.
 - g) Mettre en œuvre le programme d'activation d'une sortie TOR lorsque les 3 entrées sont actives.

3.3. Mise en œuvre d'un pupitre opérateur Magelis

Architecture d'un système avec pupitre opérateur :



- h) Consulter le guide de mise en œuvre du pupitre opérateur Schneider-Electric mis à votre disposition.
- i) Rechercher les références de cordons nécessaires à la programmation depuis l'ordinateur, et à l'exploitation avec l'API mis à votre disposition.
- j) Consulter le guide joint au sujet "Metho-i2323-Programmation_VijeoDesigner-Initiation" relatif à :
 - la création de pages graphiques sur le pupitre opérateur MAGELIS,
 - le paramétrage de la communication sur IP avec l'API
 - le téléversement dans le pupitre opérateur.
- k) Créer un nouveau projet VijeoDesigner. Configurer le pupitre opérateur ; définir l'adresse IP de communication avec l'API en 192.168.1.222.
- l) Définir sur le pupitre opérateur une page de dialogue de base :
 - Insérer le texte statique "Presse Emboutissage"
 - dans le coin supérieur gauche,
 - avec la police "Vijeo-S Albany", taille 8,
 - aligné horizontalement à gauche ;
 - Insérer 3 objets graphiques de type "Voyant" :
 - 1 pour BP1 dans l'angle inférieur gauche, nommé « Voy_BP1 »,
 - 1 pour BP2 dans l'angle inférieur droit, nommé « Voy_BP2 »,
 - 1 pour la présence de la tôle au centre en haut d'écran, nommé « Voy_Tole ».
 - Placer les textes relatifs à l'information de ces voyants à côté de ceux-ci



- m) Téléverser l'application graphique VijeoDesigner.
- n) Ré-ouvrir le projet SoMachine. Paramétrer la liaison Ethernet de l'API :
 - ✓ sur l'adresse IP 192.168.1.221,
 - ✓ avec un protocole Modbus/TCP.Téléverser le projet modifié dans l'API.
- o) Vérifier le bon fonctionnement :
 - ✓ Connecter l'API et le pupitre en Ethernet
 - ✓ Vérifier que les voyants de l'affichage reflètent bien l'état des variables API.

3.4. Découverte des fonctionnalités graphiques

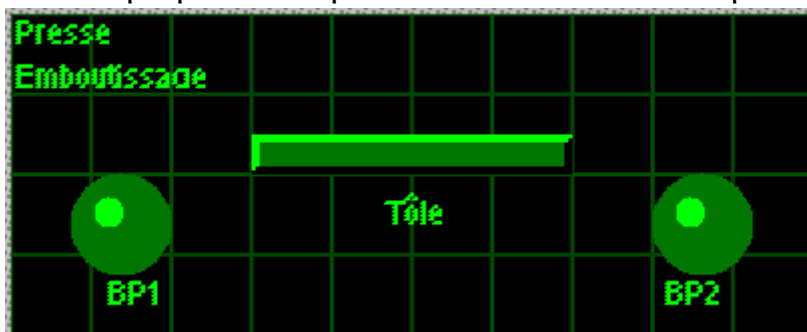
3.4.1. Affichage Tout-ou-Rien

- p) Modifier le style d'affichage du voyant de la tôle pour en faire un rectangle de dimensions Larg. 4 div. x Haut. 1 division. Centrer le texte "Tôle" sur le bouton.
Voir les "Paramètres du voyant" | onglet "Général" | Champ "Style"



Vérifier le fonctionnement.

- q) Modifier les dimensions du voyant de tôle pour qu'il fasse une demi-division de haut, et soit aligné sur le bas de la seconde ligne de divisions.
Voir les propriétés disponibles dans le volet "Inspecteur de propriétés"



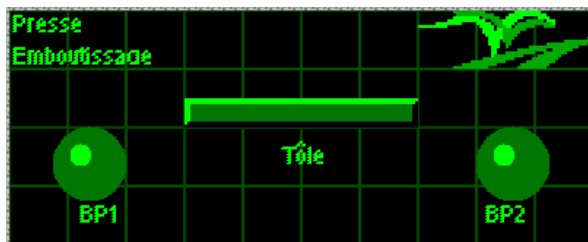
Vérifier le fonctionnement.

- r) Modifier les paramètres de la tôle pour que l'affichage des états inactif / actif ne soit pas représenté par un changement de couleur, mais par l'apparition et la disparition de l'objet.
Voir les "Paramètres du voyant" | onglet "Visibilité" | Champ "Activer la visibilité"

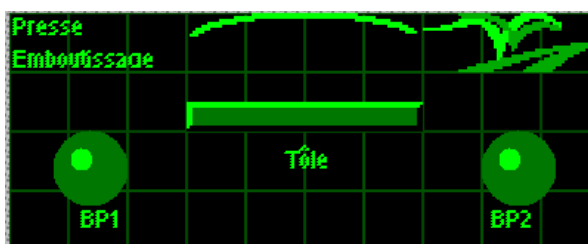
Vérifier le fonctionnement.

- s) Insérer dans l'angle supérieur droit un logo (image) de dimension Larg. 60 pixels x Haut. 20 pixels avec l'image jointe au sujet.

Vérifier le fonctionnement.

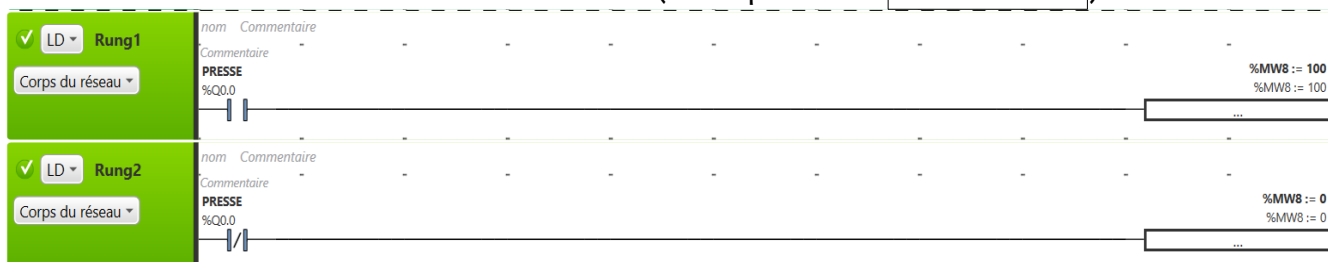


- t) Insérer au centre haut de l'écran, un arc d'ellipse (~ demi-ellipse) de 4 divisions de large, ouverte vers le bas. Définir son épaisseur de trait à 3 pixels.



- u) L'objectif est de déplacer l'arc de cercle représentant la presse lorsque celle-ci est activée. La position de l'arc sera définie par la lecture d'un mot mémoire %MW8 de l'API.

- Dans VijeoDesigner, créer une nouvelle variable
 - nommée "Desc_presse",
 - de type INT,
 - liée à l'API par le mot mémoire %MW8.
- Dans les propriétés de l'arc : onglet "Position" :
 - Cocher "Activer l'animation de position verticale"
 - Sélectionner la variable "Desc_presse" pour l'animation.
 - Définir une plage de valeurs du mot API de 0 à 100
 - Définir une plage de positions de l'arc sur le pupitre de 0 à -20 (déplacement vers le bas)
- Dans l'API, insérer 2 rungs qui :
 - Lorsque la presse est activée (contact normalement ouvert lié à %Q0.0), écrit la valeur 100 dans le mot %MW8 (bloc opération : `%MW8 := 100`)
 - Lorsque la presse n'est activée (contact normalement fermé lié à %Q0.0), écrit la valeur 0 dans le mot %MW8 (bloc opération : `%MW8 := 0`)



Vérifier le fonctionnement.

- v) On désire avoir un déplacement progressif de la presse.

Dans l'exercice précédent, la position passe directement de 0 à 100 dans le mot mémoire de l'API %MW8. On va faire évoluer le programme API pour faire varier %MW8 de 0 à 100 progressivement.

- Rechercher dans SoMachine l'aide à propos des "bits système (%S)"
- Rechercher l'adresse du bit système qui est une base de temps à une période de 100 ms

- Compléter le programme API :

- Ajouter un rung :

- Recopier l'état du bit système dans la mémoire bit interne %M5 :
"Recopier un état TOR" -> 1 contact est relié à une bobine

- Modifier le précédent rung d'affectation du mot %MW8 à 100 :

- Lorsque la presse est activée ET qu'un front montant de %M5 est détecté,
(contact front montant | P | : "Positive edge")
- effectuer l'opération d'ajouter 10 dans le mot de position de presse %MW8 :

```
%MW8 := %MW8 + 10
```

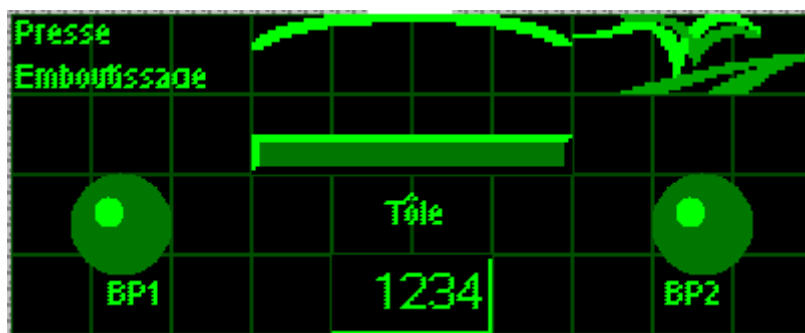
- Vérifier le bon fonctionnement

3.4.2. Affichage numérique

- w) On désire afficher la position de la presse durant son déplacement.

En bas au centre de l'écran, insérer un champ numérique de largeur 2 divisions :

- lié au mot de l'API %MW8,
- sur 4 chiffres décimaux,
- en police Vijeo-S Albany taille 12,
- aligné à droite et verticalement centré.

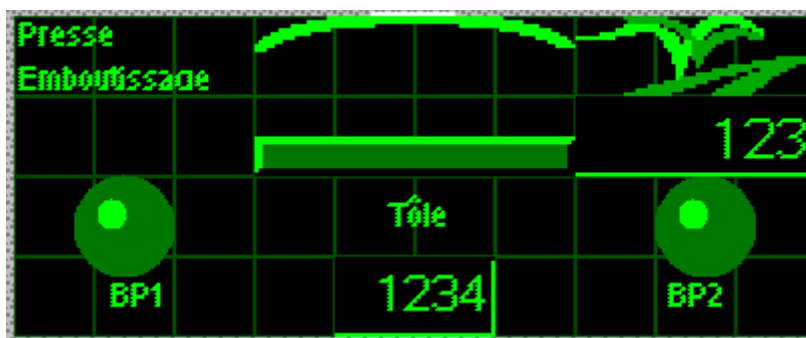


- Expliquer pourquoi la valeur affichée en bas de l'écran augmente alors que la position de la presse s'arrête à 100.

- x) Modifier le programme API pour que la valeur de la position dans l'API se limite à 100 même si l'on reste appuyé.

□ y) On désire pouvoir définir la force (grand force -> petite vitesse, petite force -> grande vitesse) d'emboutissage de la tôle.

- Dans l'API :
 - déclarer le symbole "force" sur le mot %MW7,
 - ajouter un nouveau Rung qui écrit 10 dans %MW7 seulement au démarrage du programme -> Rechercher le bit système qui n'est actif qu'au passage en mode RUN.
- Dans VijeoDesigner :
 - Déclarer une nouvelle variable "Force" liée à l'API par la variable %MW7
 - Insérer un champ numérique
 - sur 3 divisions de large, sous le logo,
 - lié à la force (%MW7),
 - sur 3 chiffres décimaux.



□ z) On désire pouvoir modifier la force d'emboutissage de la tôle.

- Dans l'API :
 - Modifier le rung qui déplace la position de la presse pour que le pas ne soit pas fixé à 10, mais défini par la force %MW7
- Dans VijeoDesigner :
 - Rendre le champ numérique éditable :
 - Paramètres de l'affichage numérique | Onglet "Mode de saisie" | Cocher "Activer mode de saisie"
 - Vérifier que "Afficher le clavier Popup" est coché
 - Valider
- Vérifier le bon fonctionnement, vérifier la possibilité de modifier la vitesse d'emboutissage.

- aa) On désire modifier la couleur de rétro-éclairage : vert en attente, orange lorsque la presse descend.
- Dans l'API :
 - Définir la variable %MW27 pour contenir la couleur de rétro-éclairage :
 - 0 : vert
 - 1 : rouge
 - 2 : orange
 - Modifier le programme pour que cette variable passe à l'orange durant la descente et le maintien en bas de la presse.
 - Dans VijeoDesigner :
 - Créer une nouvelle variable "Couleur" liée à la variable de l'API précédemment définie.
 - Dans le Navigateur :
 - Sélectionner le pupitre ST0531
 - Section "Matériel" | Rubrique "Rétroéclairage", cocher "Couleur" et lier à la variable de couleur.

Mise en œuvre de capteurs analogiques sur API

Affichage des grandeurs analogiques sur pupitre opérateur

1. Objectifs

Être capable de :

- Connecter un capteur analogique sur une entrée analogique d'API
- Paramétrer une entrée analogique sur un module d'entrée analogique d'API
- Paramétrer (voire programmer) un projet API afin de gérer une communication avec un pupitre.
- Paramétrer/ programmer un pupitre opérateur connecté à un API
- Afficher/ formater la valeur issue d'une entrée analogique sur un pupitre opérateur

2. Préparation

Ce sujet est lié au document de cours :

« Mise en œuvre des capteurs analogiques »,

fichier Cours-i2341-Capteurs-analogiques-Mise-en-oeuvre.vXXX.odt

2.1. Capteur analogiques

Nous avons étudié, dans les séances précédentes, les *détecteurs électroniques* qui fournissent une valeur *Tout-Ou-Rien* de présence d'objet, connectés sur une entrée TOR d'un API.

Les **capteurs analogiques** permettent de transformer la valeur d'une grandeur physique en une grandeur électrique afin de la traiter, par exemple par l'acquisition sur un module d'**entrée analogique** d'API.


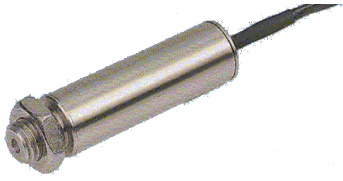

- Un **détecteur** de proximité inductif informe s'il y a oui ou non un objet dans sans portée de 0 à 20 mm ;
- Un **capteur** " " " que l'objet est à une distance de 5,48 mm (par exemple).

Vous disposez du capteur analogique de votre choix, mais aussi :

- ❖ d'un automate programmable industriel (API) Schneider **M221CE16R**, et d'un module d'entrées analogiques TM2 ou TM3,
- ❖ de l'application Windows Schneider **SoMachine Basic**,
- ❖ d'un dialogue opérateur de type **MAGELIS HMISTO531** de la marque Schneider-Electric,
- ❖ de l'application Windows Schneider **VijeoDesigner**,
- ❖ de cordons de programmation et d'exploitation du dialogue opérateur.

2.2. Modèles disponibles

On dispose de différents modèles de capteurs analogiques :

Grandeur	Type de mesure	Modèle	Prix	
Température avec contact	Sonde « RTD » Pt100 inox 3 fils Ø6x100, gamme -25 à 250°C	Correge D00584/PS6	20 €	
Si la sonde Pt100 est utilisée en mode 2 fils, relier les 2 conducteurs rouges ensemble.	Sonde « RTD » Pt100 inox 3 fils Ø6x100, gamme -25 à 250°C + Adaptateur RTD 2 fils → 4-20mA gamme 0-100°C	Correge D00584/PS6 + Burkert ST25	20 € + €	
Température sans contact	Infrarouge gamme 0-250°C	Calex EL21A	165 €	
Niveau	Ultrason gamme 200-1500 mm	Jeambrun JUM18-2A-APC	285 €	
Niveau	Ultrason gamme 0-500 mm			
Proximité analogique	Inductif, gamme 0-8mm Sortie 0-10 mA, adaptable 0-10V Peut nécessiter une résistance R=1kΩ	Telemecanique XS4P18AB110	97 €	
Proximité analogique	Inductif, gamme 0-8mm Sortie 4-20mA	Telemecanique XS4P18AB120	101 €	
Déprimomètre		750D-311-20		

2.3. Analyse de documentation

- ❑ a) Relever dans les documentations constructeur les caractéristiques techniques nécessaires à la mise en œuvre et à l'exploitation de ce capteur analogique.

Référence du capteur ?

Grandeur physique mesurée, technologie (contact ou pas, matériau détecté, ...) ?

Gamme d'utilisation de la mesure (échelle d'entrée) ?

Sortie en courant ou sortie en tension ? Échelle électrique de sortie ?

Nombre de fils de connexion, rôle des différentes bornes, numéros associés aux bornes ?

- ❑ b) Relever la référence du module d'entrée analogique de l'API disponible sur votre poste.

Référence ?

- ❑ c) Vérifier la compatibilité avec le capteur analogique choisi. Le cas échéant, changer le module analogique de l'API ou le capteur.

Caractéristiques/ échelle de sortie du capteur :

Caractéristiques/ échelle d'entrée du module analogique de l'API :

- ❑ d) Relever dans la documentation de l'API les caractéristiques de connexion du capteur analogique choisi (schéma de connexion des fils du capteur).

Note : les références TM2xxxxyy sont des versions plus récentes des modèles TWDxxxxyy.

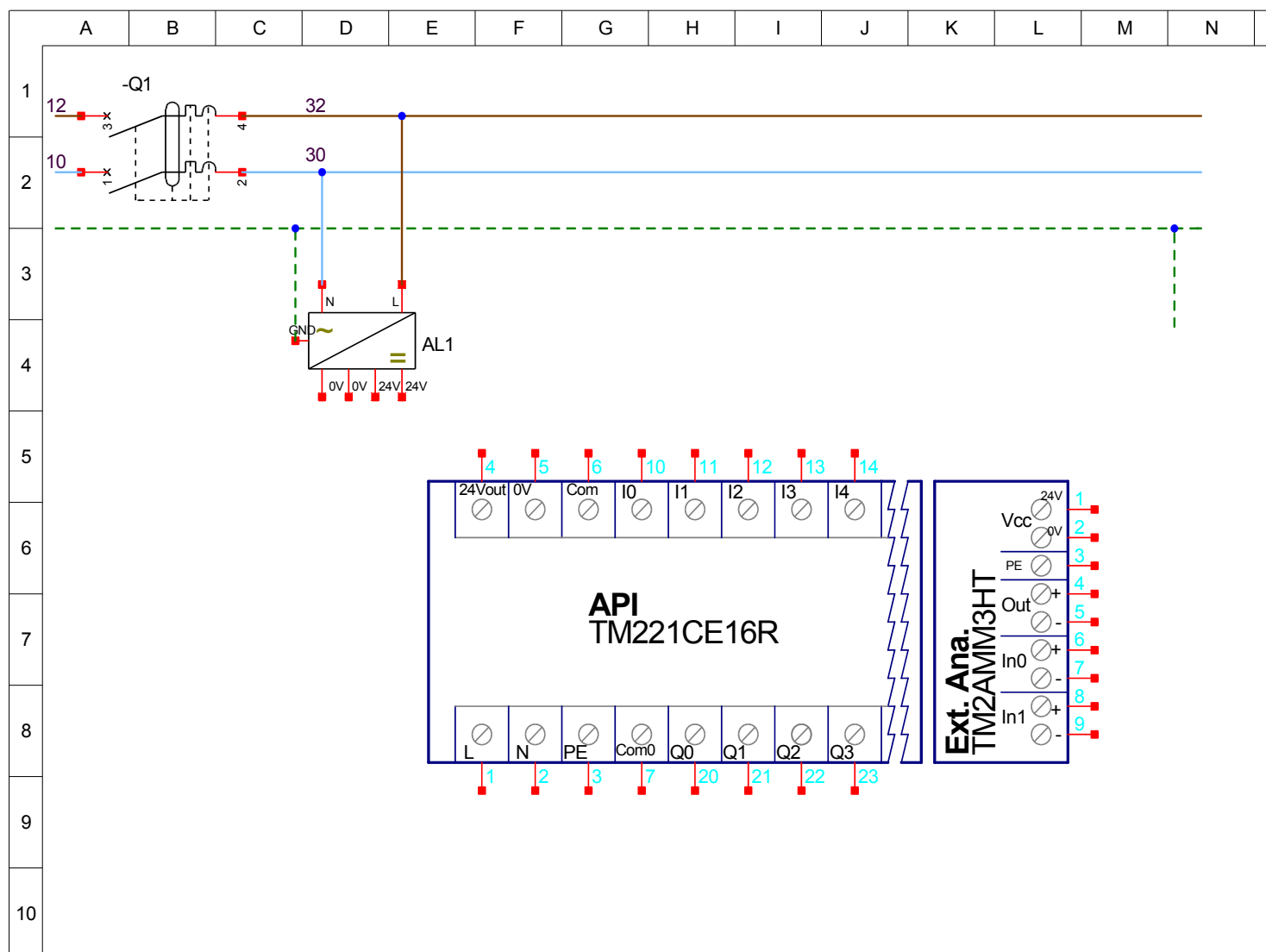
Les caractéristiques de connexions sont identiques.

2.4. Schéma

- e) Élaborer le schéma complet mettant en œuvre l'API et son module d'extension analogique, et le capteur analogique connecté sur l'entrée d'API adaptée.

Attention :

- NE PAS connecter la sortie 24VDC de l'API à une alimentation externe !!
- Il n'est pas nécessaire de câbler les sorties API et la puissance.



3. Manipulations

- En fin de séance, veuillez effacer le programme de l'automate.

3.1. Câblage des entrées

- f) Mettre en œuvre (câbler) les équipements selon le schéma établi précédemment.
- g) Mettre sous tension. *Pour les capteurs en sortie tension (0-10V), vérifier électriquement la variation de la sortie du capteur en fonction de l'évolution de la grandeur physique.* (Pour les sorties en courant, le module API n'étant pas paramétré, la résistance de boucle 4-20mA est absente.)

3.2. Paramétrage logiciel

- h) Configurer un nouveau projet SoMachine Basic, enregistrer le projet sous le nom : TP-Capteur -Nom1 -Nom2.
- i) Comment est défini l'objet logiciel (adresse) correspondant à l'entrée analogique à laquelle est connecté le capteur analogique ?
(Voir SoMachine, onglet *Programmation*, onglets *Outils*, rubrique Objets d'entrées/sorties)

- j) Configurer le paramétrage du module additif d'entrée analogique.

Type :

Portée :

Min :

Max :

- k) SoMachine exigeant au moins une ligne de programme pour compiler son projet, écrire un rung qui active la sortie %Q0.6.

- l) Transférer la configuration dans l'API.
- m) Mettre en marche ; vérifier électriquement la variation de la sortie du capteur en fonction de l'évolution de la grandeur physique (*pour tous les capteurs, sortie tension ou courant*).
- n) Faire varier la grandeur physique mesurée (température, distance, ...) et visualiser la **valeur de l'entrée analogique sur une table d'animation**.

3.3. Affichage de la grandeur physique sur pupitre opérateur

- o) Programmer une page sur le pupitre opérateur Magelis sur l'API afin d'afficher la valeur numérique de la grandeur analogique.
Le type de donnée de valeur numérique est « INT ».
- p) Ajouter un affichage graphique de la valeur par un « bargraph » (graphique à barres horizontales).

3.4. Diagnostic et maintenance

- q) Mettre en œuvre les appareils nécessaires (voltmètre/ ampèremètre) afin de lire la mesure dans le signal électrique de sortie de capteur. Relever une mesure significative.

Mesure :

Unité :

- r) Convertir l'amplitude du signal électrique mesuré en l'unité de la grandeur physique acquise. Vérifier la cohérence du résultat.

Mesure :

Unité :

- s) Noter le comportement du capteur en dehors de sa gamme d'utilisation.

Valeur en deçà de la gamme :

Valeur en dépassement de la gamme :

4. Séance complémentaire

4.1. Utilisation du Magélis et de l'API

- t) Mettre en œuvre le même système avec un capteur différent choisi parmi les matériels disponibles.
- u) Définir sur une page du pupitre
 - ✓ un champ lié à %MW20 en lecture seule affichant la mesure du capteur analogique,
 - ✓ un champ modifiable depuis le pupitre lié à %MW40, contenant une valeur de consigne dans la plage du capteur analogique installé.
- v) Écrire un programme API de type « Thermostat », qui met une sortie %Q0.2
 - ✓ à 1 si la mesure est inférieure à la consigne,
 - ✓ à 0 si la mesure est supérieurs à la consigne.
- w) Définir sur le pupitre un nouveau champ en lecture seule qui contient la consigne augmentée de 10%.
- x) Modifier le programme API afin de réaliser un thermostat avec hystérésis.
- y) Réaliser une deuxième page sur le pupitre Magélis affichant l'état des touches du pupitre.
- z) Activer le changement de page par l'appui sur un bouton poussoir connecté sur l'API.

Programmation en langage Grafcet

1. L'outil de description GRAFCET

- ❖ Étudier les paragraphes « 1. Description générale » et « 2. Structures de base » du cours sur le GRAFCET joint à ce sujet de travaux dirigés,
- ❖ Répondre à ces quelques questions :
 - ◆ Qu'est-ce qu'une étape ?

- ◆ Qu'est-ce qu'une transition ?

- ◆ Qu'est-ce qu'une réceptivité ?

2. Recherche de Grafcet

- ❖ Télécharger (enregistrer) le fichier d'animations de Systèmes Automatisés de Production :
https://sitelec.org/flash/exercices_grafcet.swf
- ❖ Ouvrir l'animation Flash téléchargée :
 - Sur les postes récents, uniquement à travers l'ancien navigateur Web **Internet Explorer**.
 - En cas de problème, installer *l'application* « **Flash Player** » disponible sur le réseau.
- ❖ **Établir sur papier tous les Grafkets** des systèmes automatisés proposés sur le site de l'EPSIC dans l'ordre suivant :
 - ◆ Tête d'usinage / Wagonnet / Pont roulant / Bac de dégraissage / Transfert
 - ◆ et enfin : Porte coulissante

3. Édition de Grafcet

- ❖ Rechercher et tester sur Google Drive les applications :
 - ◆ [draw.io Diagrams](https://draw.io) par Lucidchart
 - ◆ ...

Automate Programmable Industriel Schneider-Electric M221 : éléments basiques de programmation

1. Objectifs

Être capable de :

- ❖ Programmer des fonctions élémentaires sur un API Schneider-Electric M221 :
 - ◦ Condition de type « Bloc comparateur »
 - ◦ Action de type « Bloc opération »
 - ◦ Bobines « Set » (mise à 1 avec mémorisation) et bobines « Reset » (Mise à zéro avec mémorisation)
- ❖ Tester le programme par les différentes animations : table, programme, ...
- ❖ Rendre le programme plus lisible par une table des symboles et des commentaires.
- ❖ Établir une liaison avec un pupitre opérateur

2. Préparation

- a) Déterminer le type de capteur disponible sur la platine :

Nom de la grandeur physique :

Gamme de mesure, avec unités :

Échelle de sortie, avec unités :

- b) Par quelle action pourriez-vous faire varier la mesure liée à ce capteur ?

- c) Relever la référence du module d'entrées analogiques associé à l'automate.

- d) Vérifier la compatibilité avec le capteur.

- e) Donner 3 formules arithmétiques permettant de calculer y la valeur représentant 10% de plus qu'une valeur initiale x, en n'utilisant que des nombres entiers :
- Ne pas écrire de fraction dans la forme mathématique, mais utiliser le symbole de division « / » (slash) employé dans les écritures de programmation.
 - Sachant que l'on ne travaille qu'avec des nombres entiers, tous les résultats intermédiaires sont toujours tronqués à la partie entière.
 - Tous les résultats supérieurs à 32767 sont tronqués à 32767.
- f) Calculer les résultats obtenus pour chaque formule et différentes valeurs de x ci-dessous :

x	Résultat mathématique attendu	$Y = f_1(x) =$	$Y = f_2(x) =$	$Y = f_3(x) =$
20				
29				
154				
2528				
26990				

- g) Trouver la formule la plus optimisée pour ajouter 7 % à une valeur $x < 30600$.
Tester pour 26556.

Bilan :

Dans les opérations arithmétiques :

- Il ne faut pas **multiplier** par des nombres trop grands afin d'éviter les dépassements de calcul.
- Il ne faut pas **diviser** par des nombres trop grands afin d'éviter de perdre de la précision dans les calculs.


3. Manipulations

3.1. Support matériel

- h) Mettre en service le système basique d'automatisation avec le capteur analogique choisi parmi les composants disponibles (différent sur chaque platine).
- i) Paramétrer un nouveau projet SoMachine, et un nouveau projet VijeoDesigner.
 - ✓ Sauver les projets :
 1. SoMachine sous le nom tp-bas1-nom1-nom2
où « nom1 » et « nom2 » sont les noms des étudiants du poste.
« bas1 » représente ce TP « éléments basiques N° 1 »
 2. VijeoDesigner sous le nom hmi-bas1-nom1-nom2

3.2. Affichage, saisie



On appelle « **consigne** » la valeur d'une grandeur physique à atteindre. Par exemple, pour le chauffage d'une pièce de vie, la consigne de température sera de 19°C.

- j) Mettre en œuvre le pupitre opérateur lié à l'API afin d'afficher :
 - ✓ la **mesure du capteur** dans un champ numérique, issue du mot%MW20, copie de l'entrée analogique physique,
 - ✓ et une **consigne**, dans un champ numérique éditable, définie **dans la gamme de mesure du capteur**, stockée dans un mot %MW40. 



3.3. Thermostat à 1 seuil

On désire réaliser un thermostat électronique pour la chauffe d'un bain de traitement thermique (ou simplement pour un convecteur électrique).

L'élément de chauffe doit être piloté afin que la **mesure** s'approche au mieux de la **consigne**.

- ❖ On désire piloter une sortie %Q0.2 selon que la mesure est inférieure ou supérieure à la consigne.
 - k) Écrire un programme API de type « Contact de chauffe » ou « Action positive », qui met la sortie %Q0.2 :
 - ✓ à 1 si la mesure est inférieure à la consigne,
 - ✓ à 0 si la mesure est supérieure à cette même consigne. 
- ❖ On désire afficher l'état de la sortie par le caractère 'A' (Arrêt) ou 'M' (marche) selon l'état.
 - l) Ajouter sur la page du pupitre un champ qui affiche la lettre correspondant à l'état de la sortie. 

3.4. Thermostat à 2 seuils

- ❖ Les contrôles de grandeurs à variation lente *autour d'un seul seuil* provoquent des instabilités. Il convient alors de **contrôler la grandeur autour de 2 seuils** de commutation **haut et bas** autour de la consigne prédéfinie.
 - ❑ m) Compléter la page du pupitre opérateur afin d'afficher :
 - ✓ un champ %MW42 « Seuil haut » en lecture seule qui contient la **consigne augmentée de 10%**,
 - ✓ un champ %MW41 « Seuil bas » en lecture seule qui contient la **consigne abaissée de 10%**.
 - ❑ n) Écrire le programme API permettant de **calculer les valeurs** %MW42 et %MW41. 
 - ❑ o) Modifier la valeur de consigne sur le pupitre opérateur, constater et commenter les variations des 2 seuils de commutation.
- ❖ On désire permettre le changement de page (sans programmation) sur le pupitre Magelis.
 - ❑ p) Créer sur l'interface (dans VijeoDesigner) une page pour afficher les « paramètres de maintenance » du procédé.
 - ❑ q) Déplacer sur cette page les affichages des 2 seuils de commutation ; placer sur la 1^{ère} page un bouton pour atteindre la page 2, et vice-versa. 
- ❖ On désire piloter la sortie sans oscillations et sans instabilité grâce à un hystérésis (commande à 2 seuils).
 - ❑ r) Modifier le programme API afin de réaliser un « Thermostat » ou « Action positive » avec hystérésis, qui :
 - ✓ met la sortie %Q0.2 à **1 lorsque** la mesure passe **en-dessous du seuil bas**,
 - ✓ remet la sortie %Q0.2 à **0 lorsque** la mesure passe **au-dessus du seuil haut**.
- ❖ Note : Pour accéder à un bit de mot (ex. bit N°5 du mot %MW20) par l'utilisation d'un simple contact, on notera son libellé ainsi : %MW20:X5

3.5. Lisibilité du programme API

- ❖ On désire rendre le programme plus lisible en remplaçant les repères %MWnn par des symboles comme « MESURE » « CONSIGNE », « SEUIL_H », « SEUIL_B », ...
 - ❑ s) Définir les symboles appropriés dans la table des symboles, dans la configuration du projet SoMachine.
- ❖ On désire rendre le programme plus lisible en insérant des explications à chaque RUNG.
 - ❑ t) Définir les commentaires nécessaires dans l'entête de chaque RUNG.

3.6. Variation de consigne

- ❖ On désire pouvoir modifier la consigne par l'appui sur 2 touches (+) et (-) de l'écran tactile.
 - ❑ u) Écrire un programme qui incrémente (ajoute 1) la consigne par l'appui sur (+) ou décrémente (retire 1) la consigne par l'appui sur (-).
 - Les essais correspondent-ils au résultat attendu ?
 - ❑ v) Si non, modifier la ligne d'initialisation de la consigne %MW40 pour que l'opération d'affectation n'ait lieu qu'au premier cycle de programme après la mise en RUN (voir les « bits système » dans l'aide en ligne de SoMachine).
 - Que constatez-vous ? Pourquoi ?
 - ❑ w) Modifier le programme API pour que le contrôle de la consigne soit plus modéré, avec par exemple une variation d'un point à chaque 1/10^e de seconde.

3.7. Impression du projet

- ❖ On désire imprimer le programme.
 - ❑ x) Définir les options d'impression selon votre choix.
Lancer une impression vers une imprimante virtuelle de type PDFCreator.

3.8. Mesure de durée

- ❖ On désire mesurer le temps de fonctionnement de la sortie (temps de chauffe, ...) afin de déclencher des opérations de maintenance après un certain nombre d'heures de fonctionnement.
 - ❑ y) Créer un programme qui cumule le temps de fonctionnement d'un actionneur en secondes.
 - ❑ z) Permettre l'affichage du résultat sous la forme Heures-minutes-secondes.
 - ❑ aa) Évaluer la durée maximum qui peut être stockée dans un double mot exprimé en secondes.