

Niv : RobIA1	R120 : RACCORDEMENT DES API	Cours n°2
Rép : R120	Exemple du S7-1500	Page 1 sur 8

1 Câblage des automates S71500 – Partie I : E/S logiques

1.1 Câblage des entrées logiques

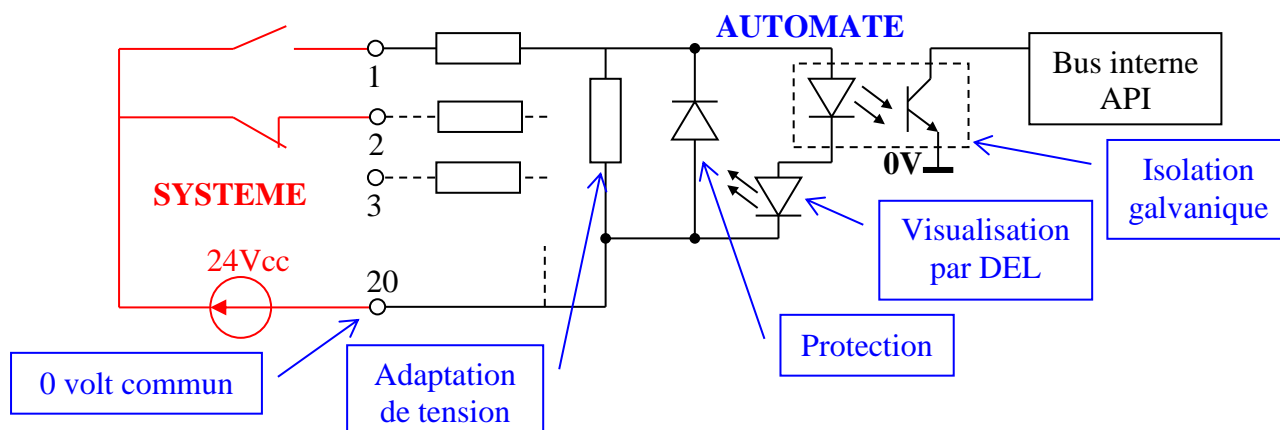
a) Schéma interne des entrées logiques

Les cartes d'entrées logiques sont choisies en fonction de la tension d'alimentation des capteurs (24V courant continu, 24V courant alternatif, 230V alternatif, 120V alternatif ...)

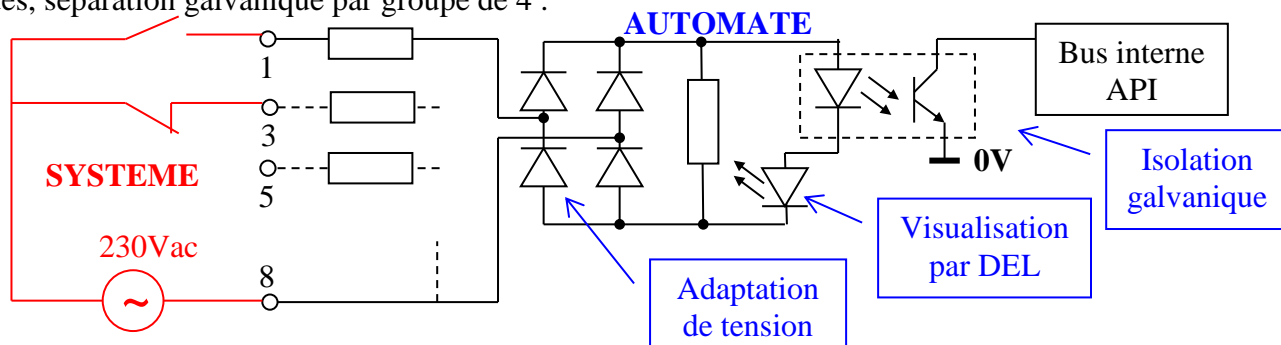
Ces interfaces d'entrées remplissent les fonctions suivantes :

- Adapter le niveau de tension de l'entrée aux capacités de l'automate.
- Visualiser l'état de l'entrée logique par une DEL
- Isoler électriquement la partie commande PC (API) de la partie opérative PO (système).

Exemple n°1 : carte **DI32x24VDC HF** référence **SM521 1BL00 0AB0** : carte de 32 entrées logiques à 0 commun, séparation galvanique par groupe de 16 :



Exemple n°2 : carte **DI16x230VAC BA** référence **SM521 1FH00 0AA0** : carte de 16 entrées logiques, séparation galvanique par groupe de 4 :



Les détecteurs à sortie par contacts, les interrupteurs, boutons poussoirs et commutateurs ne présentent pas de problèmes de compatibilité, car ils sont raccordés à l'entrée de l'automate par le biais d'un contact dit « sec » dont le potentiel sera fixé par l'automate.

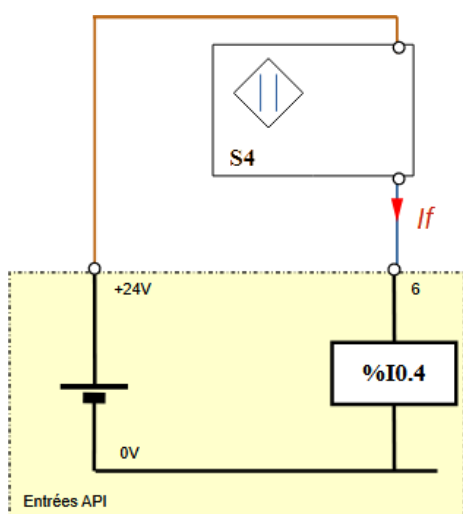
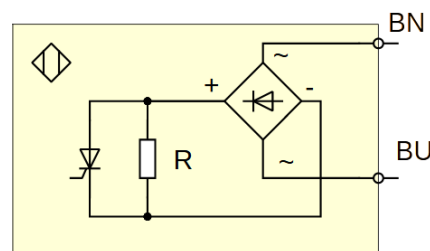
Les détecteurs dont la sortie est à transistors doivent par contre être choisis en fonction de l'automate. Les détecteurs à sortie à transistors, en fonction de leur nombre de fils de raccordements : 2 ou 3 fils.

Niv : RobIA1	R120 : RACCORDEMENT DES API	Cours n°2
Rép : R120	Exemple du S7-1500	Page 2 sur 8

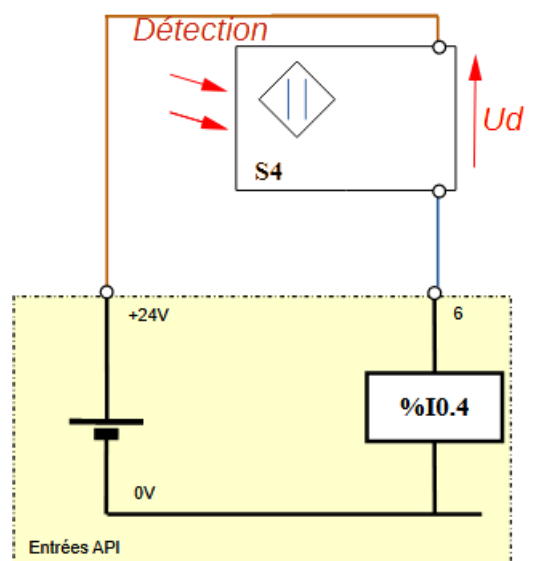
b) Raccordement des détecteurs 2 fils

Les détecteurs 2 fils sont non-polarisés et se raccordent à l'automate comme des interrupteurs ou des boutons poussoir dont la sortie est un contact mécanique. Néanmoins, les détecteurs 2 fils peuvent poser les problèmes de compatibilité suivants :

- A l'état bloqué : présence d'un courant de fuite (*leakage current*) **If** susceptible de faire passer l'entrée de l'automate de l'état logique 0 à l'état logique 1.
- A l'état passant : présence d'une tension de déchet (*voltage drop*) **Ud** trop importante, qui risquerait d'empêcher le passage à l'état logique 1 de l'entrée de l'automate.



Pas de détection (sortie bloquée)
→ présence d'un courant de fuite **If**

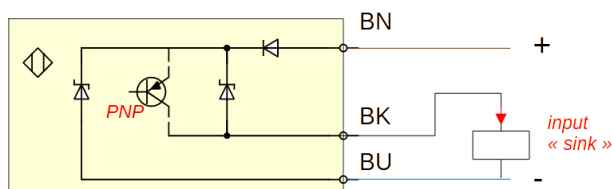


détection (sortie passante)
→ présence d'une chute de tension **Ud**

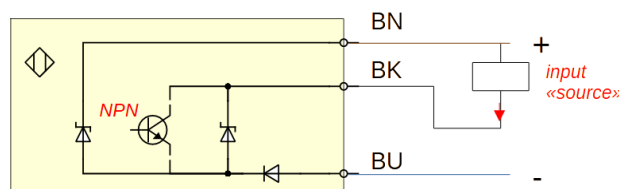
c) Raccordement des détecteurs 3 fils

Les détecteurs 3 fils sont alimentés en courant continu. Ils comportent deux fils pour l'alimentation et un fil pour la transmission du signal de sortie. Certains appareils ont un fil supplémentaire pour la transmission du signal complémentaire (type 4 fils avec une sortie NO + un sortie NF).

Ces détecteurs n'ont pas de courant de fuite **If** et leur tension de déchet **Ud** est négligeable. Le type d'entrée de l'automate doit être adaptée au transistor utilisé en sortie du détecteur.



Un détecteur ayant une sortie utilisant un transistor PNP doit être associé à une entrée d'automate « sink » (évier, ou lavabo en anglais), car cette entrée va recevoir le courant.



Un détecteur ayant une sortie utilisant un transistor NPN doit être associé à une entrée d'automate « source », car cette entrée va fournir le courant.

Niv : RobIA1	R120 : RACCORDEMENT DES API	Cours n°2
Rép : R120	Exemple du S7-1500	Page 3 sur 8

1.2 Câblage d'une sortie logique

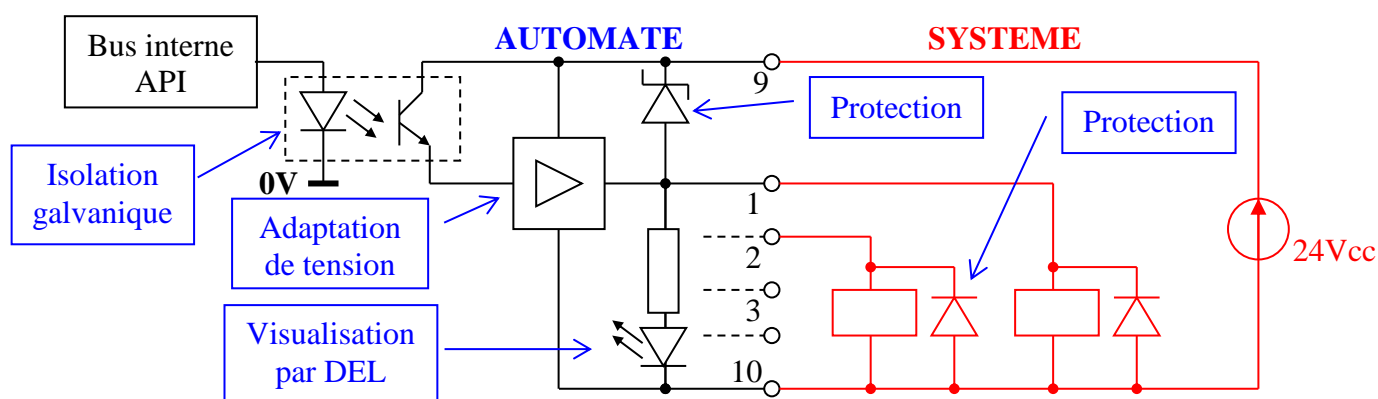
1. Schéma interne

Les cartes de sorties logiques sont choisies en fonction de la tension d'alimentation des pré-actionneurs (24V courant continu, 24V courant alternatif, 230V alternatif, 120V alternatif ...)

Ces interfaces de sorties remplissent les fonctions suivantes :

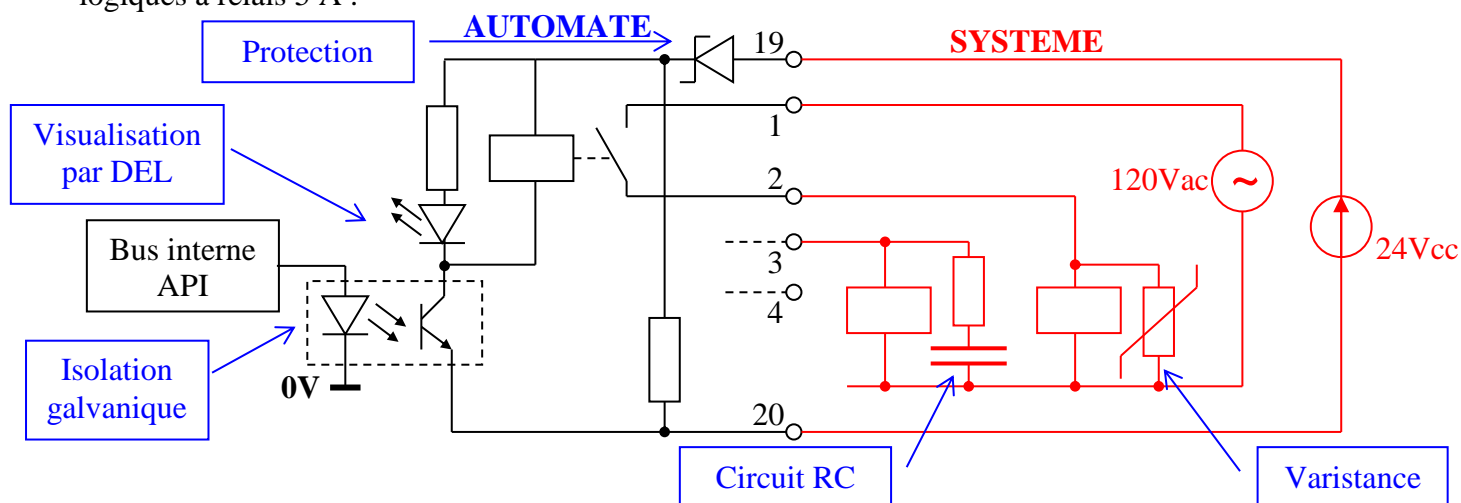
- Adapter le niveau de tension de sortie de l'automate à la tension du pré-actionneurs.
- Visualiser l'état de la sortie logique par une DEL
- Isoler électriquement la partie commande **PC** (API) de la partie opérative **PO** (système).

Exemple n°1 : carte **DQ32x24VDC/0,5A** référence **SM522 1BL01 0AB0** : carte de 32 sorties logiques à transistors courant de sortie 2 A, séparation galvanique par groupe de 8 :



Les sorties logiques à transistor ne fonctionnent qu'en courant continu.

Exemple n°2 : carte **DQ8x230VAC 5A ST** référence **SM522 5HF00 0AB0** : carte de 8 sorties logiques à relais 5 A :

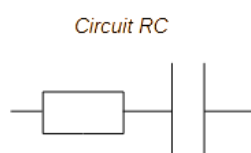


Une sortie à relais est en effet constituée d'un contact « sec », libre de tout potentiel qui peut fonctionner en courant alternatif ou continu, et avec des valeurs de tension d'alimentations variées.

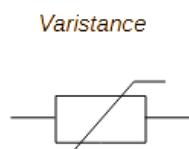
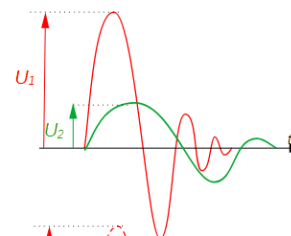
Niv : RobIA1	R120 : RACCORDEMENT DES API	Cours n°2
Rép : R120	Exemple du S7-1500	Page 4 sur 8

a) Protection des sorties

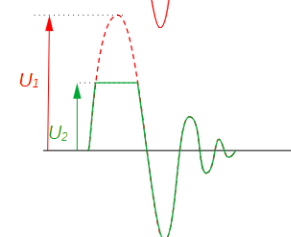
Chaque fois qu'il y a coupure d'une charge inductive (bobine de contacteur par exemple), une surtension apparaît à ses bornes. Cette surtension peut atteindre plusieurs milliers de volts crête et une fréquence de plusieurs MHz. Cette surtension peut créer des arcs électriques dans des sorties à relais, ce qui entraîne l'usure prématurée des contacts des relais. Pour les sorties à transistor, cela entraîne leur destruction immédiate. Pour se prémunir de ce phénomène, des dispositifs de protection doivent être associés aux sorties quand celles-ci pilotent des charges inductives.



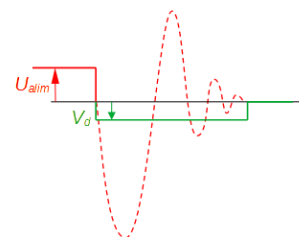
- Circuit RC : Réservé aux charges alternatives. Il va permettre de diminuer la fréquence des oscillations, ce qui aura également pour effet de réduire la valeur de la surtension



- Varistance : s'utilisent avec des charges alternatives ou continues. La varistance est une résistance dont la tension diminue quand la tension à ses bornes augmente. Elle va permettre de réduire la valeur de la surtension, mais ne modifiera pas la fréquence des oscillations.



- Diode : S'utilise avec des charges à courant continu. Souvent appelée **diode de roue libre**. Elle va permettre au courant de circuler librement dans la bobine lorsque son alimentation sera coupée, jusqu'à ce que l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine soit évacuée. De ce fait, il n'y aura ni surtensions, ni oscillations.



2 Câblage des automates S71500 – Partie II : E/S analogiques

De nombreux capteurs et actionneurs ont besoin de communiquer avec un automate autrement qu'en utilisant des informations TOR. Si certains capteurs ou actionneurs communiquent en numérique avec l'automate, en utilisant des réseaux de terrain, la majorité de ces communications non-logiques se font en utilisant des signaux analogiques :

Exemples de communications analogiques avec un automate :

- Température dans un four,
- Niveau dans une cuve,
- Pression dans une canalisation,
- Consigne de vitesse communiquée à un variateur,
- Consigne d'ouverture d'une vanne de régulation.

2.1 Signaux standards linéaires

Pour faciliter la communication entre les transmetteurs et les automates, des signaux analogiques normalisés ont été définis. Les automates sont capables de traiter plusieurs signaux standards afin de s'adapter à la majorité des transmetteurs disponibles sur le marché.

Energie	Bas d'échelle	Haut d'échelle
Pneumatique	0,2 bar	1 bar
Electrique	4 mA	20 mA
	0 mA	20 mA
	0 V	10 V
	1 V	5 V

Niv : RobIA1	R120 : RACCORDEMENT DES API	Cours n°2
Rép : R120	Exemple du S7-1500	Page 5 sur 8

2.2 Influence de la longueur du câble de liaison

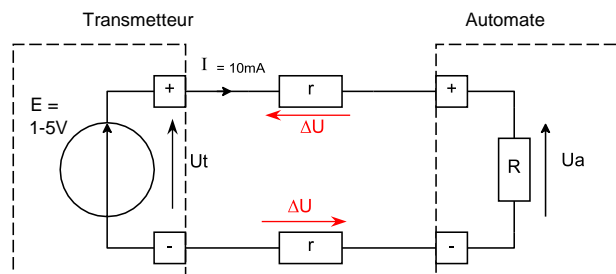
Les liaisons 0-10V et 1-5V sont limitées à quelques mètres car elles sont trop sensibles aux parasites. Les câbles de liaison se comportent comme des antennes. De plus la résistance du câble R qui est proportionnelle à la longueur l de celui-ci, cause un affaiblissement de tension.

Exemple :

Un transmetteur de température délivre un signal 1-5V. Le signal de mesure vaut $U_t=2V$ au niveau du transmetteur avec un courant $I=10mA$ circulant dans les conducteurs. La longueur du câble de cuivre utilisé est de 100m. Sa section vaut $1mm^2$. Quelle est la perte de signal (en %) due à la résistance des conducteurs ?

Réponse : $r = \rho \cdot L / S = 1.7 \Omega$. $\Delta U = 0.017 V$ perte = $100 \cdot 2\Delta U / U = 1.7\%$

Rappel : résistivité du cuivre : $\rho = 1,7 \Omega.m$

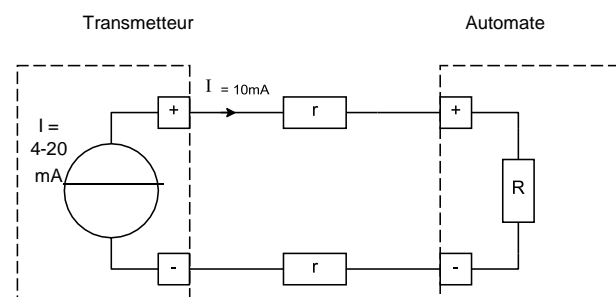


Les liaisons 0-20 mA et 4-20 mA autorisent de grandes distances (jusqu'à 1500 m) car elles sont peu sensibles aux parasites et elles s'affranchissent de la résistance électrique du câble. L'intensité du courant électrique est la même d'un bout à l'autre, on parle de boucle de courant.

Exemple :

Si on reprend l'exemple précédent, en supposant que le signal de mesure est à présent le courant $I=10 mA$, quelle est la perte de signal (en %) due à la résistance des conducteurs ?

Réponse : 0% ; le signal est transmis en intégralité.



1.1 Sécurité

Comment détecter le fait que la liaison capteur-automate est coupée ?

- En 0-10V ou en 0-20 mA il n'y a pas de solution.
- En 1-5V ou en 4-20 mA, en cas de rupture d'un fil, la lecture sera de 0 donc hors des limites de l'échelle standard. L'automate appliquera alors sur sa sortie un signal de repli, généralement 0%.

Exemple d'un automate S71200

Dans un automate S71200, la détection de la rupture de la liaison n'est pas configurée par défaut. Il faut cocher la case « Rupture de fil » pour qu'elle soit prise en compte.

Niv : RobIA1	R120 : RACCORDEMENT DES API	Cours n°2
Rép : R120	Exemple du S7-1500	Page 6 sur 8

Diagnostic

☐ Absence de tension d'alimentation L+
☐ Débordement haut
☐ Débordement bas
☐ Erreur de mode commun
☐ Voie de référence
☒ Rupture de fil

Limite de courant pour diagnostic de rupture de fil: 1.185 mA

Mesure

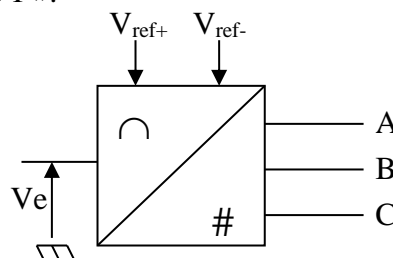
Type de mesure: Courant (transducteur de mesure 2 fils)

Plage de mesure: 4..20 mA

2.3 Rappels sur la conversion analogique / numérique

La fonction de conversion analogique consiste à transformer un signal analogique en un signal numérique représenté par une suite ordonnée de « 0 » et de « 1 ».

Exemple de CAN 3 bits : Vref+ et Vref- représentent les tensions de références du convertisseur. Elles permettent de fixer les amplitudes maximales et minimales de la grandeur d'entrée à convertir.

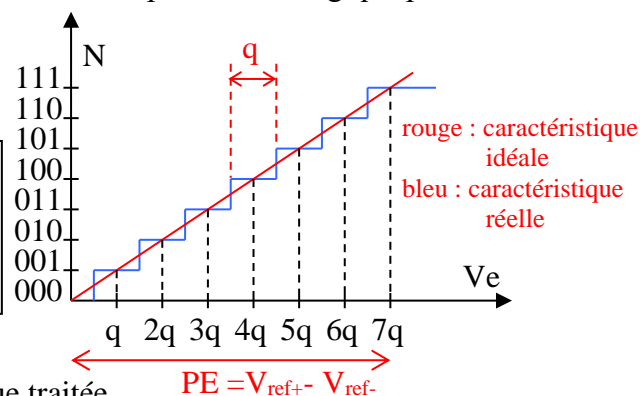


L'opération de conversion se déroule en deux étapes :

- La **quantification** consiste à prélever à divers instants (t1, t2, t3 ...) la valeur de la tension Ve : c'est ce qu'on appelle aussi **l'échantillonnage ou discrétisation** de Ve.
- Le **codage** consiste à faire correspondre à ces échantillons (les diverses valeurs de Ve prélevées aux temps t1, t2 t3 ...) un mot binaire, en respectant une logique précise.

Caractéristique de transfert :

La courbe est constituée d'une série de paliers horizontaux (signal Ve discrétisé). La ligne diagonale représente la grandeur d'entrée réelle. Ici, Vref- = 0. Et Vref+ = $2^3 * q - 1$



Principales caractéristiques d'un convertisseur :

- le nombre de bits **n** de la grandeur numérique traitée.
- la plage de conversion ou tension de Pleine Echelle **PE**. exemple : 0-10V ; $\pm 10V$
- le quantum q ou erreur de quantification du convertisseur : $q = \frac{PE}{2^n - 1}$.

Exemple : Un API TSX 37-22 et convertisseur (4-20mA => 10V) : TSX ACZ03 propose 4 entrées analogiques avec une résolution de 8 bits ; Il est utilisé pour récupérer l'information d'un transmetteur de débit étalonné entre 0 et 120L/min.

- Calculer le nombre de valeurs différentes pouvant représenter le débit.. $2^8 - 1 = 255$ valeurs
- Calculer le quantum en courant $q = (20 - 4) / 255 = 62,5 \mu A$

- Remplir les colonnes « valeur numérique » du tableau suivant :

Débit	Valeur analogique	Valeur numérique		
L/min	mA	Binaire	Hexadécimal	Décimal
0	4	0000 0000	0 0	0
24	7,2	0011 0011	3 3	51
59	11,87	0111 1101	7 D	125
82,2	14,96	1010 1111	A F	175
82,5	15	1010 1111	A F	175
120	20	1111 1111	F F	255

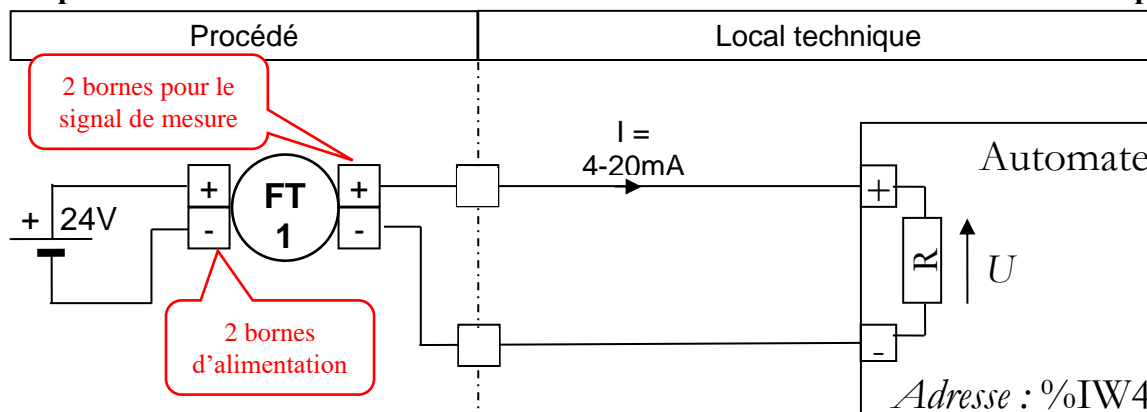
2.4 Câblage des entrées analogiques

Si le raccordement des entrées automates est assez intuitif lorsque le signal de mesure est une tension, différents cas de figure se présentent lorsqu'il s'agit d'une intensité.

a) Transmetteurs 4-20 mA 4 fils

Un transmetteur 4 fils possède au moins deux bornes pour son alimentation (24VDC ; 24VAC ; 230 VAC) et deux bornes pour la transmission du signal de mesure en 4-20 mA.

Exemple de raccordement d'un transmetteur de débit 4 fils à une entrée d'automate passive :

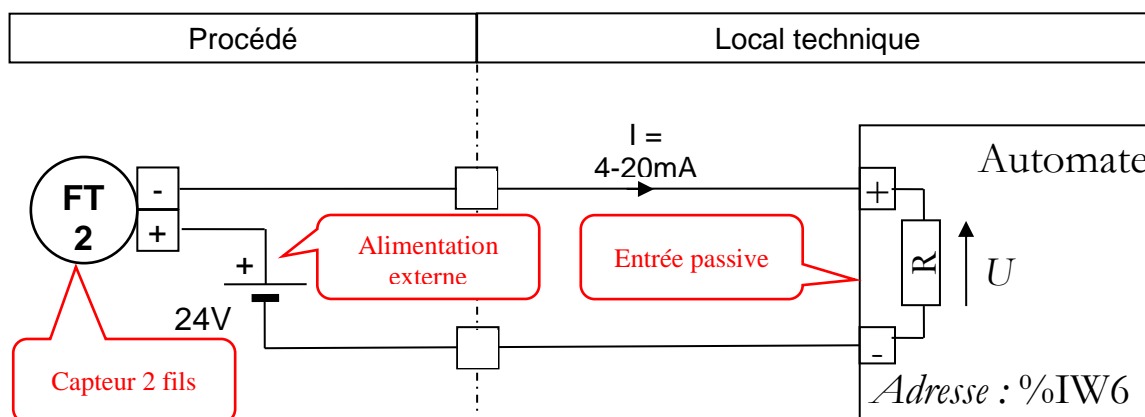


b) Transmetteurs 4-20 mA 2 fils

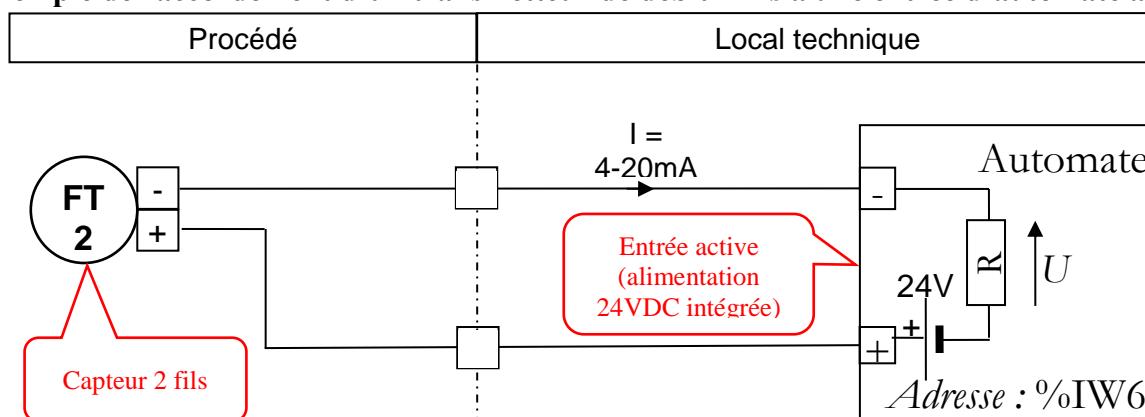
Dans le cas d'un transmetteur 2 fils, l'alimentation et la transmission du signal de mesure sont assurées par la même boucle de courant en 4-20 mA. Il faut inclure une alimentation 24VDC externe dans cette boucle. Cette alimentation peut être :

- Externe dans le cas d'une entrée d'automate dite « passive »,
- Interne à l'automate dans le cas d'une entrée d'automate dite « active »

Exemple de raccordement d'un transmetteur de débit 2 fils à une entrée d'automate passive :



Exemple de raccordement d'un transmetteur de débit 2 fils à une entrée d'automate active :

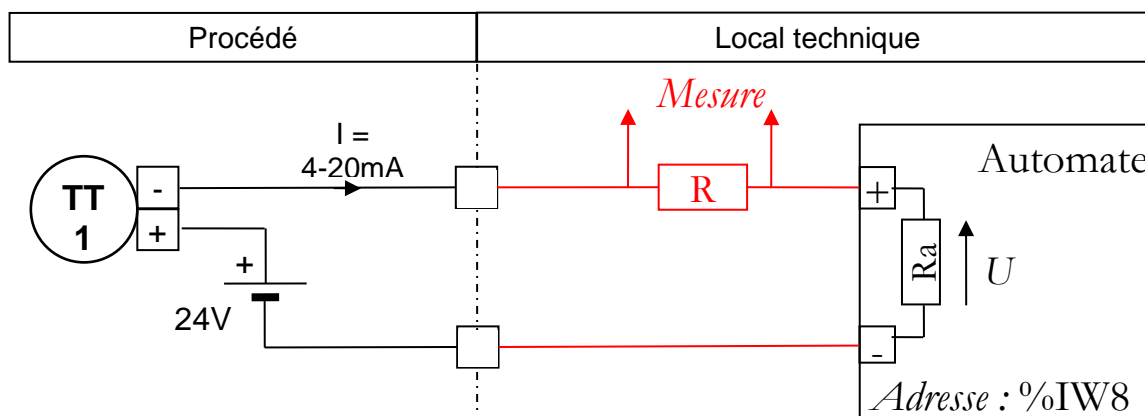


Charge maximale dans une boucle de courant comportant un transmetteur 2 fils

Un transmetteur deux fils étant alimenté par la boucle 4-20 mA, il doit pouvoir fonctionner d'une tension minimale à ses bornes pour pouvoir fonctionner correctement. Cela limite en pratique la résistance de charge de la boucle

Exemple d'application :

On considère ci-dessous un capteur de température **TT1**, raccordé en 2 fils, et dont la tension d'alimentation minimale est de $U_{t_{mini}} = 8V$. Le transmetteur est raccordé à l'entrée analogique de l'automate dont la résistance interne vaut $R_a = 67\Omega$. On insère dans la boucle de mesure un instrument de mesure dont la résistance interne est notée R .



- Quelle doit être la valeur maximale de R pour garantir un fonctionnement correct du transmetteur TT1 ? **Courant maximal de 23 mA pour tenir compte d'un dépassement de la plage de réglage du capteur.** $U_R = 24V - 8 - R_a \times 0,023 = 14,5V$, $R_{max} = 14,5/0,023 = 628\Omega$

Niv : RobIA1	R120 : RACCORDEMENT DES API	Cours n°2
Rép : R120	Exemple du S7-1500	Page 9 sur 9

- On branche dans la boucle un modem FSK dont la résistance vaut 250Ω et un enregistreur dont la résistance vaut 500Ω . La boucle de courant peut-elle fonctionner correctement ? **Non** car $250 + 500 = 750 > 628 \Omega$. On peut utiliser l'un ou l'autre des instruments mais pas les 2 en même temps.