Instrumentation et Mesure TP 2

NOM :	
PRENOM :	

Groupe :	Noms et prénoms

NOTE	**/ 20**

TP 2
La mesure de température

Partie A : Vérification d'une sonde résistive Pt100
Partie B : Vérification d'un thermocouple type K
Partie C : Vérification d'un thermocouple type J
Partie D : Temps de réponse des sondes de température
Partie E : Exploitation d'une sonde de température Pt100 industrielle
Partie F : Utilisation des sondes et des convertisseurs industriels

Compléter ce document pendant la séance de TP, ne pas oublier votre nom et prénom.
Ce compte rendu de travaux pratiques sera noté et servira d'évaluation.

Partie A : Vérification d'une sonde résistive Pt100

1. Objectif : Vérifier la conformité de la sonde Pt100 sur l'étendue de mesure 0 à 100°C.

Vous devez vérifier la mesure ohmique de la sonde résistive Pt100 sur 5 points de mesure,

Point1 : T° = 0°C Point2 : T° = T° ambiante Point3 : T° = 50°C
Point4 : T° = 75°C Point5 : T° = 100°C

2. Méthode :

1. Après avoir stabilisé la mesure de température aux différents points de référence, effectuer un relevé de la valeur ohmique délivrée par la sonde Pt100.
2. Grâce à la table de référence donnant la relation température-résistance d'une sonde Pt100 (EIT90), noter la valeur ohmique que vous devez obtenir aux 5 points de mesure de température.
3. En déduire les erreurs de mesure obtenues lors des 5 mesures.
4. Grâce à la table de tolérance des sondes Pt100 pour les classes de précision A et B, vérifier si la sonde Pt100 appartient à la classe de précision A ou B, ou si elle est non conforme.
5. Compléter le tableau ci-dessous pour noter l'ensemble de vos mesures et calculer les erreurs de mesures.

	Pt100 à vérifier R mesurée	Erreur de mesure	Table référence Pt100 (EIT90)	Tolérance (±Ω) NF EN 60751		Conformité (oui – non)	
Température	Valeur Rm (Ω)	Valeur (Ω)	Valeur (Ω)	Classe A	Classe B	Classe A	Classe B
0°C	100,03	0,03	100	0,06	0,12	OUI	OUI
T°Amb : °C				0,13	0,30		
50°C				0,13	0,30		
75°C				0,13	0,30		
100°C				0,13	0,30		

3. Interprétation des résultats et conclusion :

Suivre l'exemple ci-dessous pour interpréter vos résultats :

Point non réalisé à 60°C : T° = 60°C

On mesure avec l'ohmmètre la valeur de la résistance de la sonde Rm(60°C) = 123,13 Ω, or selon la table de référence pour sonde Pt100 (EIT90) à 60°C on devrait obtenir une résistance Rth(60°C) = 123,24 Ω.

On en déduit une erreur de : Ea(60°C) = | 123,13 – 123,24| = 0,11 Ω.

D'après la norme, la tolérance à 60°C pour une précision de classe A est de ±0,13Ω, et ±0,30Ω en classe B.

On peut dire qu'à T°=60°C, la sonde est conforme aux classes de précision A et B.

Interprétation des résultats :

Point 1 : à 0°C, Rm(0°C) = 100,03 Ω donc Ea = | 100,03 – 100 | = 0,03 Ω. Classe de précision A, OUI .
Classe de précision B, OUI .

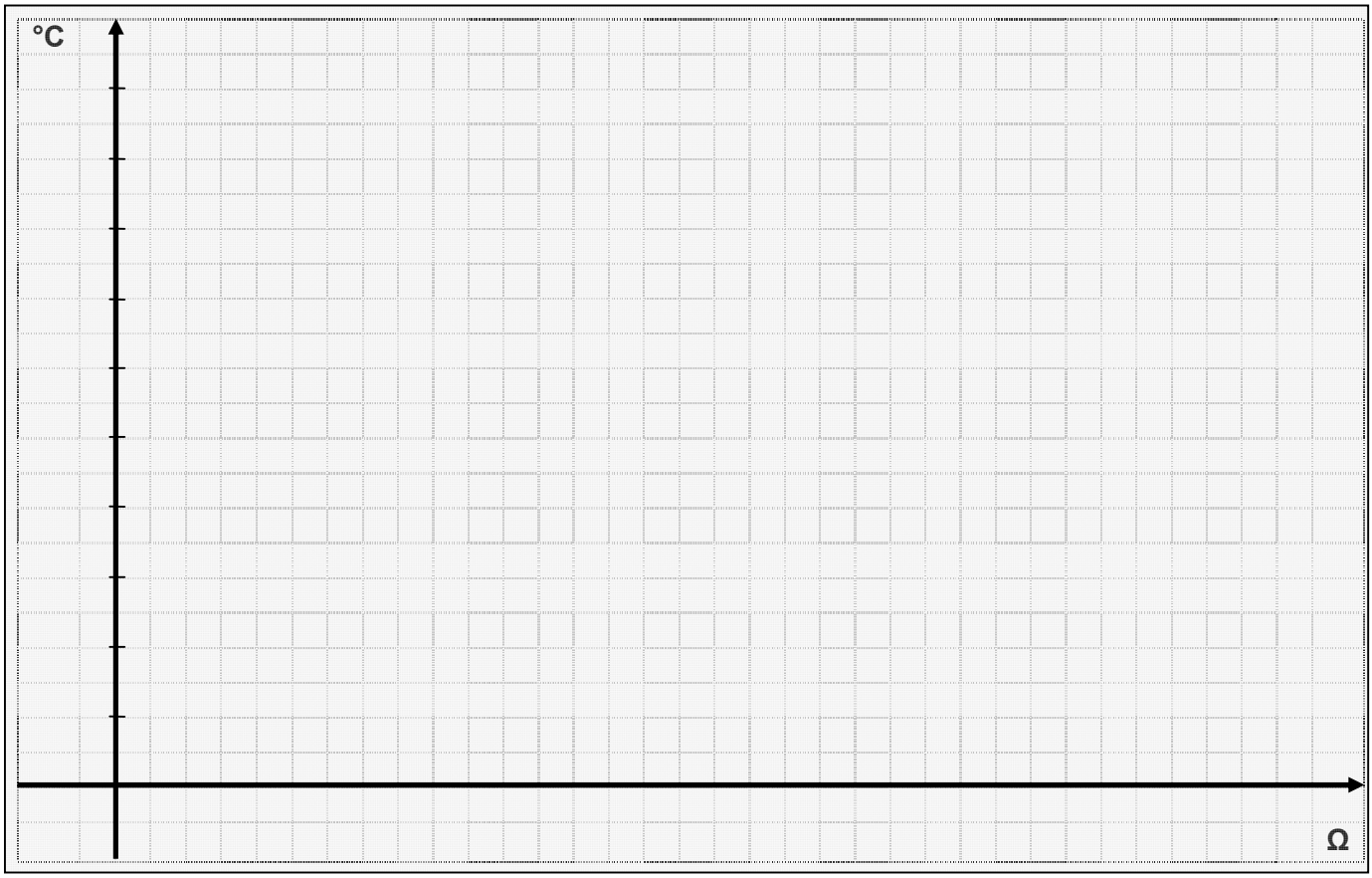
Point 2 :

Point 3 :

Point 4 :

Point 5 :

4. Tracer la caractéristique de la sonde Pt100 donnant la relation T° = f (Rm Ω).



Partie B : Vérification d'un thermocouple type K

1. Objectif : Vérifier la conformité du thermocouple type K sur l'étendue 0 à 100°C.

Vous devez vérifier les mesures des f.é.m. délivrées par le thermocouple sur 5 points de mesure,

Point1 : T° = 0°C Point2 : T° = T° ambiante Point3 : T° = 50°C
Point4 : T° = 75°C Point5 : T° = 100°C

2. Méthode :

1. Après avoir stabilisé la mesure de température aux différents points de référence, effectuer un relevé de la f.é.m. délivrée par le thermocouple type K.
2. Grâce à la table de référence donnant la relation température-millivolts d'un thermocouple type K (EIT90), jonction de référence à 0°C, noter la valeur des f.é.m. que vous obtenez aux 5 points de mesure de T°.
3. En utilisant la loi des températures successives, déduire les erreurs de mesure obtenues.
   Loi des températures successives : $E_K^{Tc,0°C} = E_K^{Tc,Tf} + E_K^{Tf,0°C}$
4. Grâce à la table de tolérance du thermocouple type K, en déduire la conformité des mesures.
5. Compléter le tableau ci-dessous pour noter l'ensemble de vos mesures et calculer les erreurs de mesures.

	f.é.m. mesurée à la jonction *Tf* $E_K^{Tc,Tf}$	Erreur de mesure	Table réf. TC K (EIT90) $E_K^{Tc,0°C}$	Tolérance (±mV) NF EN 60751		Conformité (oui – non)	
Température	Valeur (mV)	Valeur (mV)	Valeur (mV))	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 2
0°C	-0,985	0,015	0,000	0,059	0,099	OUI	OUI
T°Amb : °C				0,061	0,101		
50°C			2,023	0,062	0,104		
75°C			3,059	0,062	0,104		
100°C			4,096	0,062	0,104		

3. Interprétation des résultats et conclusion :

Suivre l'exemple ci-dessous pour interpréter vos résultats :

Point x : T° = 60°C = *Tc* jonction de mesure. Rappel *Tf* = T° référence du point de jonction, ici T° ambiante = 25°C.
La valeur mesurée de la f.é.m. $E_K^{60°C,25°C}$ = 1.460 mV, selon la table (EIT90) à 60°C $E_K^{60°C,0°C}$ = 2,436 mV.
Il faut ajouter à la f.é.m. mesurée, la valeur de la f.é.m. $E_K^{25°C,0°C}$ ici (1,000mV) que l'on peut lire dans la table, et ainsi obtenir la valeur de la f.é.m. $E_K^{60°C,0°C}$ correspondant à la f.é.m. générée, ici on obtient 2,460 mV.

On en déduit une erreur de : Ea = | 2,460 – 2,436 | = 0,024 mV.

La tolérance du TC type K à 60°C pour une précision de classe 1 est de ±0,062mV et ±0,104mV en classe 2.

On peut dire qu'à T°=60°C, la sonde est conforme aux classes de précision 1 et 2.

Interprétation des résultats :

Point 1 : à 0°C, f.é.m. = 0,015 mV donc Ea = | 0,015 – 0,000 | = 0,015 mV. Classe de précision 1, OUI .
Classe de précision 2, OUI .

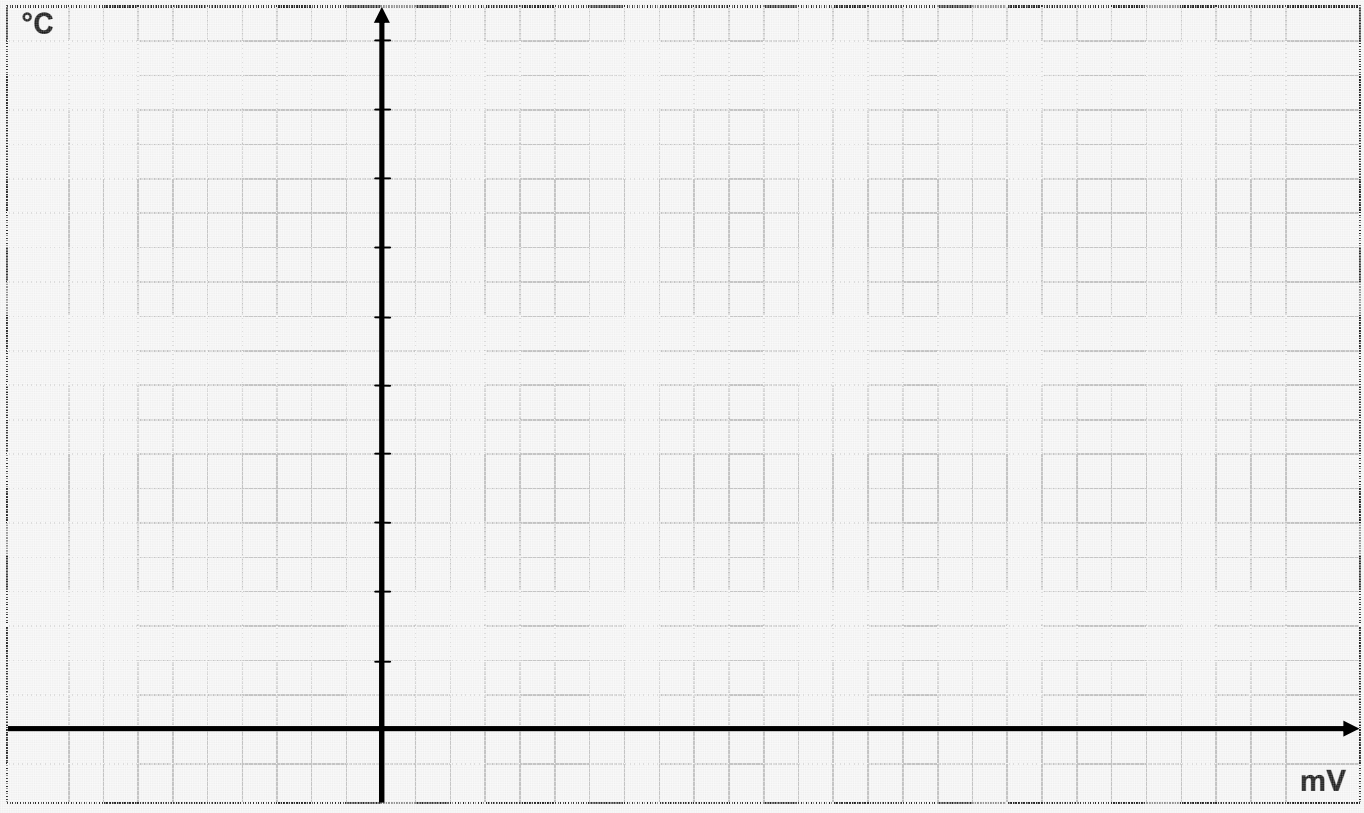
Point 2 :

Point 3 :

Point 4 :

Point 5 :

4. Tracer la caractéristique du thermocouple type K donnant la relation T° = f ($E_K^{Tc,Tf}$ mV).



Partie C : Vérification d'un thermocouple type J

1. Objectif : Vérifier la conformité du thermocouple type J sur l'étendue 0 à 100°C.

Vous devez vérifier les mesures des f.é.m. délivrées par le thermocouple sur 5 points de mesure,

Point1 : T° = 0°C Point2 : T° = T° ambiante Point3 : T° = 50°C
Point4 : T° = 75°C Point5 : T° = 100°C

2. Méthode :

1. Après avoir stabilisé la mesure de température aux différents points de référence, effectuer un relevé de la f.é.m. délivrée par le thermocouple type J.
2. Grâce à la table de référence donnant la relation température-millivolts d'un thermocouple type J (EIT90), jonction de référence à 0°C, noter la valeur des f.é.m. que vous obtenez aux 5 points de mesure de T°.
3. En utilisant la loi des températures successives, déduire les erreurs de mesure obtenues.
   Loi des températures successives : $E_J^{Tc,0°C} = E_J^{Tc,Tf} + E_J^{Tf,0°C}$
4. Grâce à la table de tolérance du thermocouple type J, en déduire la conformité des mesures.
5. Compléter le tableau ci-dessous pour noter l'ensemble de vos mesures et calculer les erreurs de mesures.

	f.é.m. mesurée à la jonction *Tf* $E_J^{Tc,Tf}$	Erreur de mesure	Table réf. TC J (EIT90) $E_J^{Tc,0°C}$	Tolérance (±mV) NF EN 60751		Conformité (oui – non)	
Température	Valeur (mV)	Valeur (mV)	Valeur (mV))	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 2
0°C	-1,240	0,037	0,000	0,075	0,125	OUI	OUI
T°Amb : °C				0,078	0,130		
50°C			2,585	0,079	0,132		
75°C			3,918	0,080	0,134		
100°C			5,269	0,081	0,136		

3. Interprétation des résultats et conclusion :

Suivre l'exemple ci-dessous pour interpréter vos résultats :

Point x : T° = 60°C = *Tc* jonction de mesure. Rappel *Tf* = T° référence du point de jonction, ici T° ambiante = 24°C.
La valeur mesurée de la f.é.m. $E_J^{60°C,24°C}$ = 1.950 mV, selon la table (EIT90) à 60°C $E_J^{60°,0°C}$ = 3,116 mV.
Il faut ajouter à la f.é.m. mesurée, la valeur de la f.é.m. $E_J^{24°C,0°C}$ ici (1,226 mV) que l'on peut lire dans la table, et ainsi obtenir la valeur de la f.é.m. $E_J^{60°C,0°C}$ correspondant à la f.é.m. générée, ici on obtient 3,176 mV.

On en déduit une erreur de : Ea = | 3,176 – 3,116 | = 0,060 mV.

La tolérance du TC type J à 60°C pour une précision de classe 1 est de ±0,079mV, et ±0,132mV en classe 2.

On peut dire qu'à T°=60°C, la sonde est conforme aux classes de précision 1 et 2.

Interprétation des résultats :

Point 1 : à 0°C, f.é.m. = 0,037 mV donc Ea = | 0,037 – 0,000 | = 0,037 mV. Classe de précision 1, OUI .
Classe de précision 2, OUI .

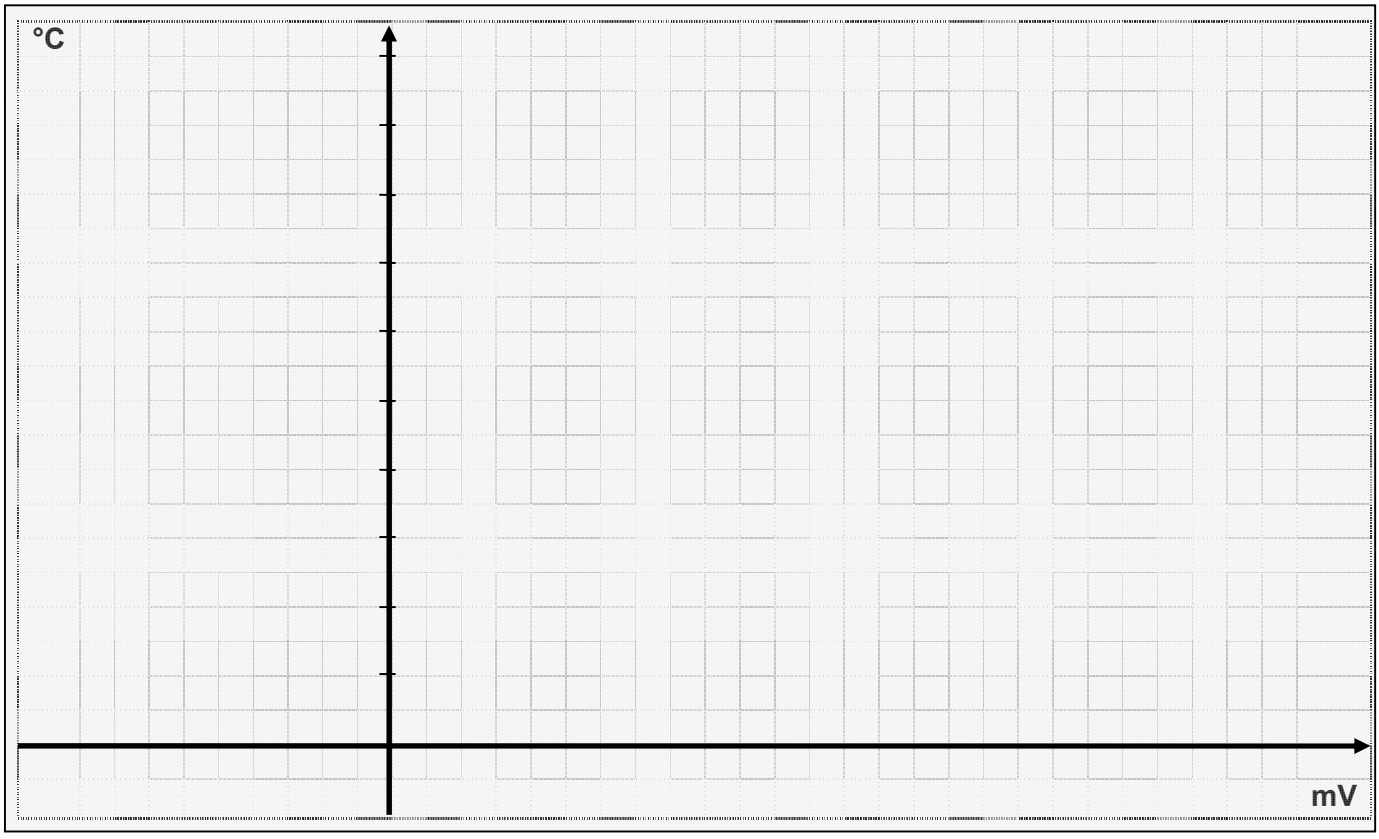
Point 2 :

Point 3 :

Point 4 :

Point 5 :

4. Tracer la caractéristique du thermocouple type J donnant la relation T° = f ($E_J^{Tc,Tf}$ mV).

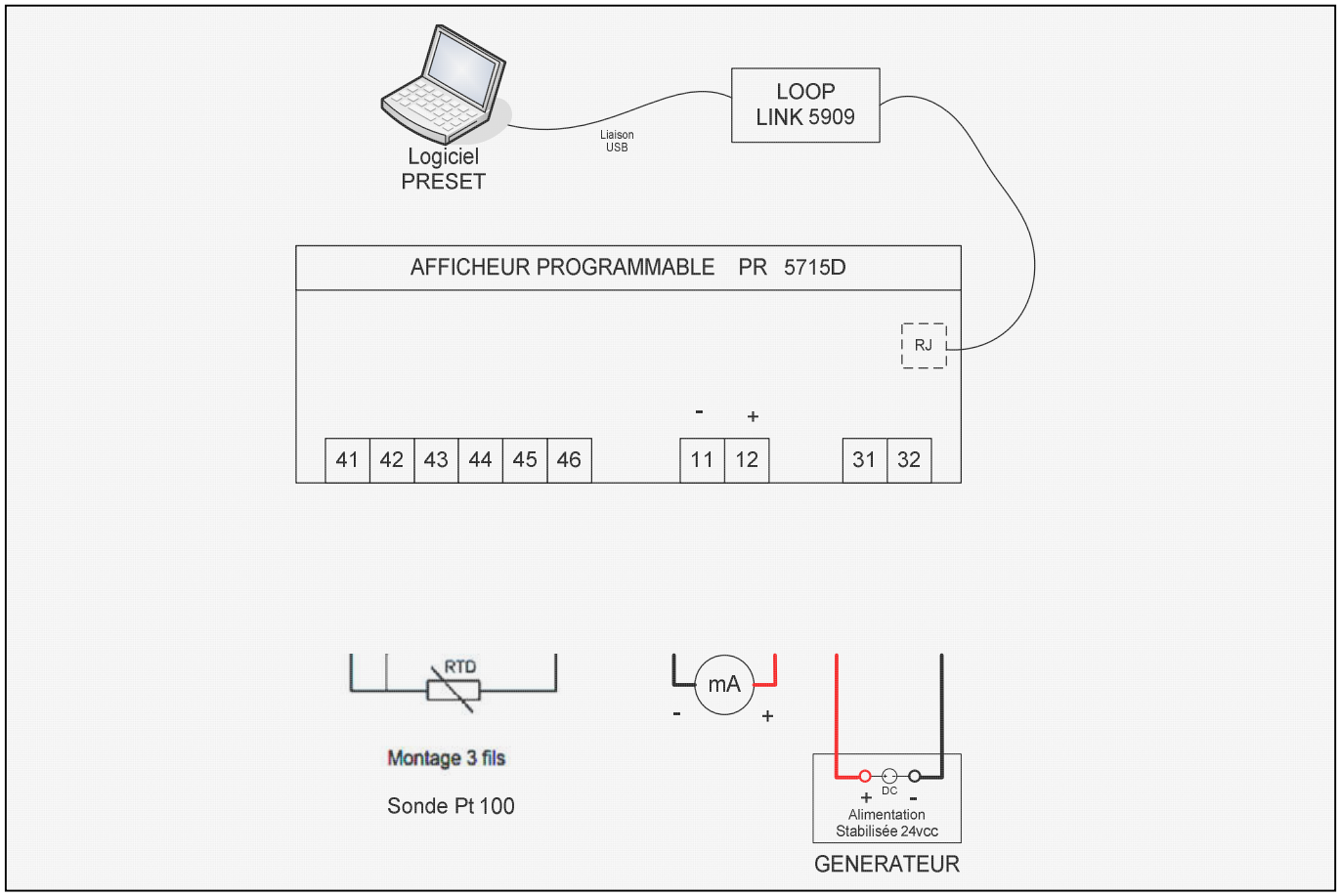


Partie D : Temps de réponse des sondes de température

Cas de la sonde Pt100

1. Affichage de la température sur un afficheur numérique.

Compléter le schéma de raccordement électrique suivant pour exploiter le signal de la Pt100.



2. Réaliser le câblage sur la maquette. Me voir avant la mise sous tension.

3. En vous aidant de la procédure, configurer l'afficheur 5715D et visualiser la T°.

Configuration de l'afficheur (voir procédure) :
Sonde Pt100, 3 fils, sortie 4/20 mA, plage de mesure de 0 à 50°C avec un seuil d'alarme à 30°C
Sauvegarder votre fichier de configuration, mise en service et test de fonctionnement :

Noter les résultats :

T°ambiante lue = °C pour un signal de sortie = mA.

En tenant l'extrémité de la sonde dans la main bien fermée, observer la montée en température jusqu'au maximum. Le relais R1 doit s'enclencher.

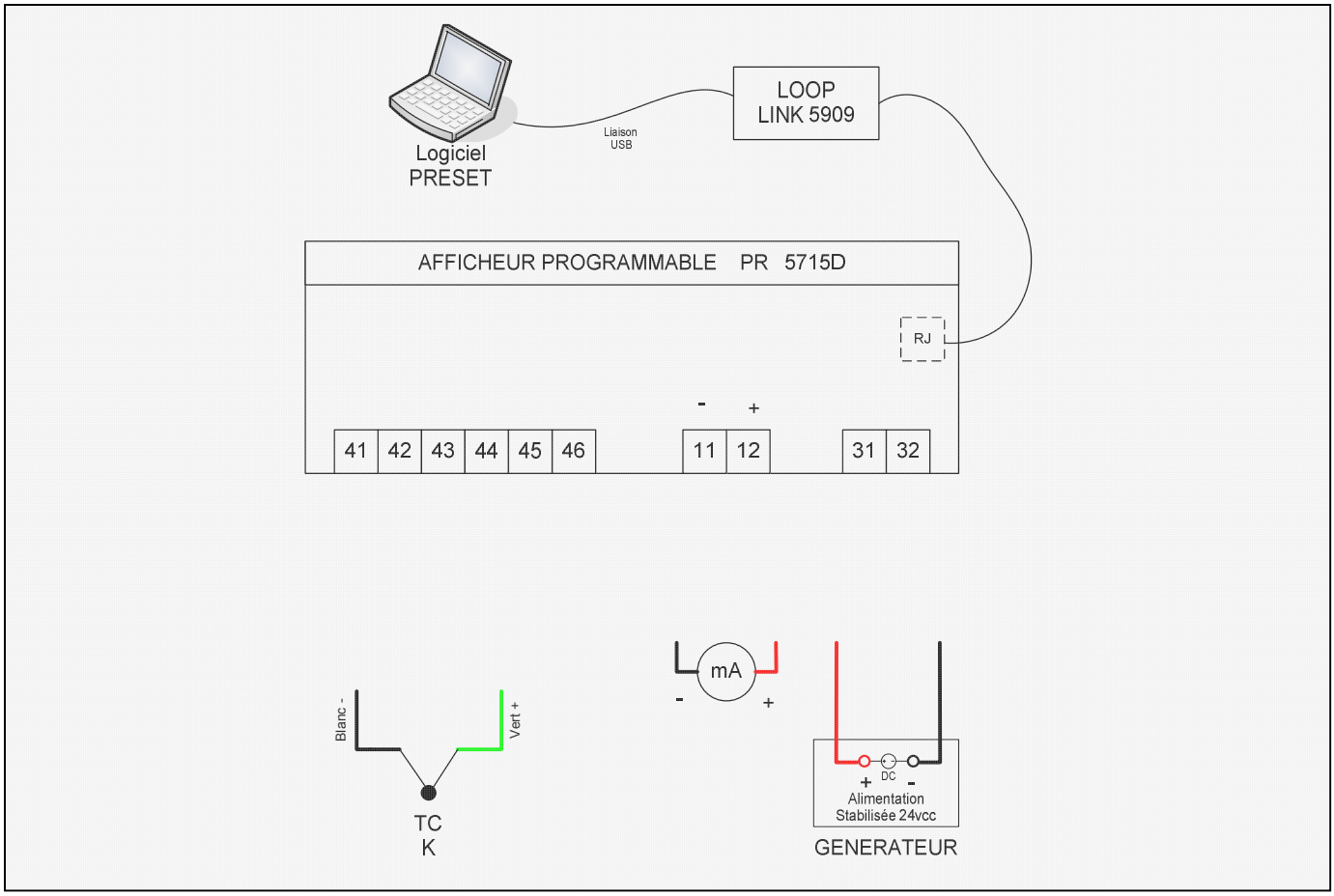
Temps mort : s Temps de réponse : s

Remarques et conclusions :

Cas du thermocouple type K

1. Affichage de la température sur un afficheur numérique.

Compléter le schéma de raccordement électrique suivant pour exploiter le signal du thermocouple.



2. Réaliser le câblage sur la maquette. Me voir avant la mise sous tension.

3. En vous aidant de la procédure, configurer l'afficheur 5715D et visualiser la T°.

Configuration de l'afficheur (voir procédure) :
Thermocouple type K, sortie 4/20 mA, plage de mesure de 0 à 50°C avec un seuil d'alarme à 30°C
Sauvegarder votre fichier de configuration, mise en service et test de fonctionnement :

Noter les résultats :

T°ambiante lue = °C pour un signal de sortie = mA.

En tenant l'extrémité de la sonde dans la main bien fermée, observer la montée en température jusqu'au maximum. Le relais R1 doit s'enclencher.

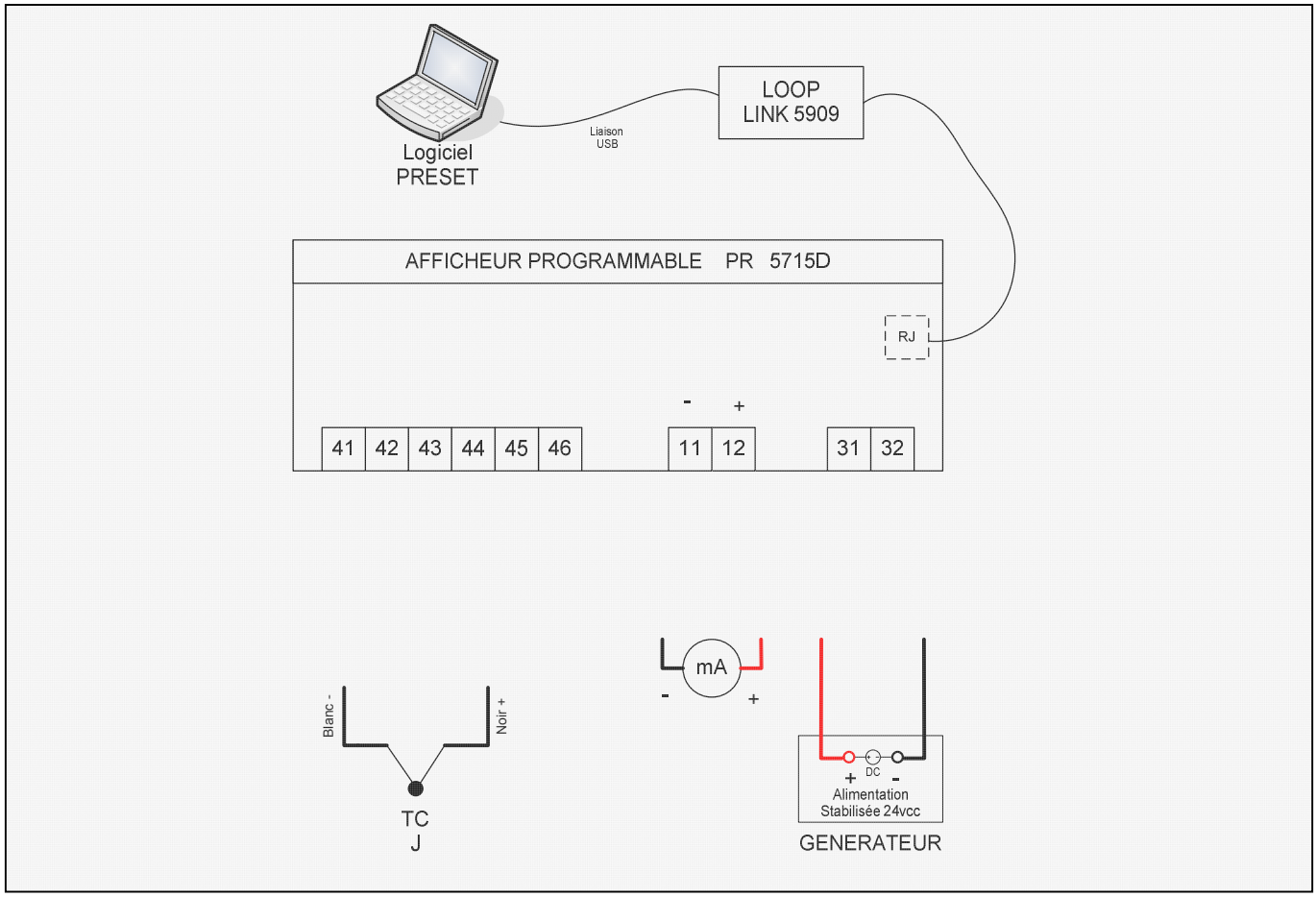
Temps mort : s Temps de réponse : s

Remarques et conclusions :

Cas du thermocouple type J

1. Affichage de la température sur un afficheur numérique.

Compléter le schéma de raccordement électrique suivant pour exploiter le signal du thermocouple.



2. Réaliser le câblage sur la maquette. Me voir avant la mise sous tension.

3. En vous aidant de la procédure, configurer l'afficheur 5715D et visualiser la T°.

Configuration de l'afficheur (voir procédure) :
Thermocouple type J, sortie 4/20 mA, plage de mesure de 0 à 50°C avec un seuil d'alarme à 30°C
Sauvegarder votre fichier de configuration, mise en service et test de fonctionnement :

Noter les résultats :

T°ambiante lue = °C pour un signal de sortie = mA.

En tenant l'extrémité de la sonde dans la main bien fermée, observer la montée en température jusqu'au maximum. Le relais R1 doit s'enclencher.

Temps mort : s Temps de réponse : s

Remarques et conclusions :

Partie E : Exploitation d'une sonde de température Pt100 industrielle.

1. Vérifier le fonctionnement de l'élément de mesure Pt100.

Utiliser la table de référence EIT90 pour sonde Pt100 pour vérifier le bon fonctionnement de l'élément de mesure.

Relever la température ambiante donnée par la sonde de température de référence.

T° sonde référence = °C

Selon la norme CEI 751, la relation de la résistance de platine R(*T*) avec la température T, qui permet de définir sa température à moins de 0,1°C est pour une plage de 0°C à 850°C :

$$R(T) = R(0°C)\,(1 + A.T + B.T^2)$$

Les coefficients A et B sont déterminées par l'étalonnage, pour les sondes industrielles les valeurs sont :
$A = 3{,}90802 \times 10^{-3}\ °C^{-1}$; et $B = -5{,}80195 \times 10^{-7}\ °C^{-2}$

R (*th ambiante*) = Ω

Mesurer la valeur ohmique de la sonde résistive Pt100 avec un ohmmètre.

R (*T° ambiante*) Pt100 = Ω

En déduire la mesure de la température ambiante délivrée par la sonde Pt100 en utilisant la table.

Faire un calcul d'interpolation si nécessaire.
Exemple : on relève une résistance de 111,88 Ω ce qui correspond à une température comprise entre 30°C et 31°C dans la table de référence. C'est-à-dire 111,67 Ω et 112,06 Ω. On peut déduire X°C par :

$$X°C = 30°C + [(R_{X°C} - R_{30°C}) / (R_{31°C} - R_{30°C})] \times (31°C - 30°C)$$

En déduire la valeur de la température ambiante mesurée X°C avec R(*T°mesurée*)

Mesure Pt100 : T° (*ambiante*) = °C

Calculer l'incertitude ou l'erreur de mesure de la Pt100 à la température ambiante :
Ea = |T° sonde référence – T° sonde Pt100|

Erreur de mesure = °C

Classe de précision :
Utiliser le tableau des tolérances des sondes Pt100 pour indiquer si la sonde Pt100 utilisée est de classe de précision A ou B, et si elle est conforme.

Sonde Pt100 : Classe de précision : Conforme :

Expliquer vos résultats :

2. Montage d'une sonde Pt100 industrielle.

Vous devez assembler tous les éléments d'une sonde de température industrielle. Relever les données du transmetteur avant de réaliser le montage : Etendue de mesure, signal de sortie, alimentation.

Elément de mesure

Convertisseur de tête de sonde

Tête de raccordement

Gaine de protection ou doigt de gant

Réaliser le montage de la sonde Pt100.
Réaliser le schéma de connexion du transmetteur : (me voir avant la mise sous tension du transmetteur)

Transmetteur de T° intégré type tête de sonde pour Pt100 3fils Constructeur : Référence : Etendue de mesure (°C) : Signal de sortie : Alimentation :	Schéma de raccordement du transmetteur

Mettre la sonde Pt100 sous tension et relever le signal de sortie du convertisseur (mA) pour T° ambiante.

Signal de sortie (mA) = mA

Compléter le tableau de vérification de l'étendue de mesure de la sonde Pt100 et de son transmetteur.

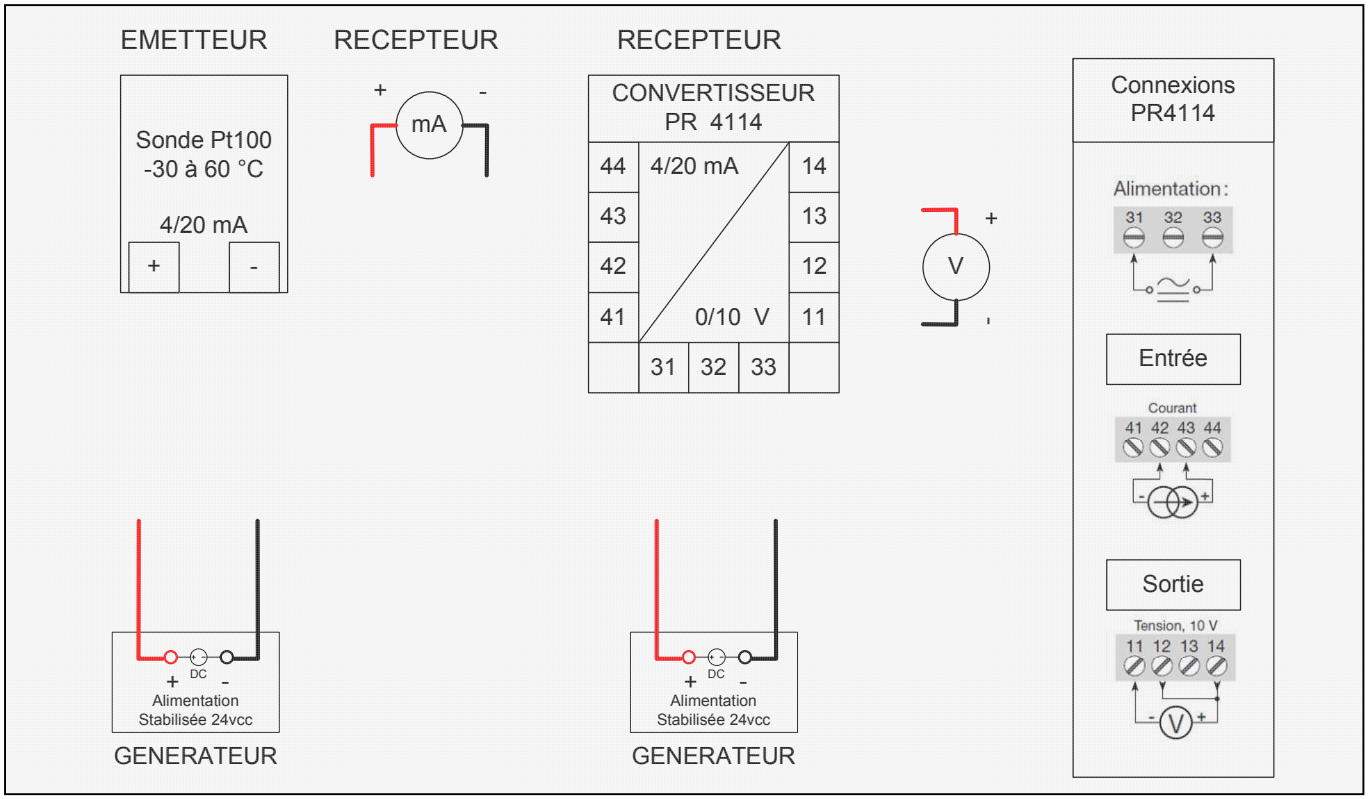
EM %	0	25	50	75	100
T°C					
S (mA)					

Partie F : Exploitation d'un convertisseur de signal déporté.

Paramétrage d'un convertisseur universel via sa façade de configuration.

Objectif : Paramétrer le convertisseur PR 4114 via son interface modulaire PR 4501 de chez PR Electronics.

Compléter le schéma de raccordement suivant :



Réaliser le branchement électrique du transmetteur suivant votre schéma de raccordement.

En vous aidant du diagramme de programmation du convertisseur PR4114, vous devez mettre en service le convertisseur pour effectuer un affichage de la mesure des T° ambiantes de la salle et extérieure :

Étendue de mesure du transmetteur de T° ambiante : -30 à 60°C.

Vous devez également convertir le signal 4/20 mA du transmetteur de T° ambiante en un signal standard de 0/10 V, que vous devez récupérer en sortie du convertisseur PR 4114 sur un voltmètre.

Résultats (laisser la sonde de T° quelques minutes dans son ambiance avant de faire les relevés) :

Mesure de la T° ambiante intérieure	Mesure de la T° ambiante extérieure
Transmetteur de T° Sonde Pt100 Valeur du signal de sortie : **Signal (4/20 mA) =**	Transmetteur de T° Sonde Pt100 Valeur du signal de sortie : **Signal (4/20 mA) =**
Convertisseur PR4114 Valeur du signal de sortie : **Signal (0/10 V) =**	Convertisseur PR4114 Valeur du signal de sortie : **Signal (0/10 V) =**
Affichage valeur de la T° sur le convertisseur PR4114 : **T° ambiante salle =**	Affichage valeur de la T° sur le convertisseur PR4114 : **T° ambiante extérieure =**