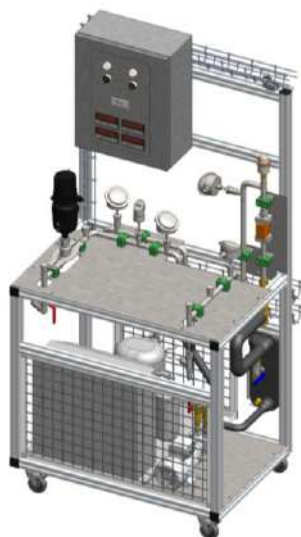




REGULFLEX

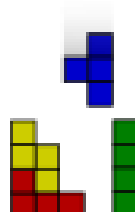
1 OBJECTIF	1
2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE SONDE A VARIATION DE RESISTANCE	2
3 IMPLANTATION	3
4 CALCUL DES POINTS DE CALIBRATION	3
5 ETUDE DU CONVERTISSEUR	5
6 CONFIGURATION DU CONVERTISSEUR	6
7 VERIFICATION DE LA CALIBRATION	8
8 IMPLANTATION INDUSTRIELLE	9
9 ANNEXES	10



Dossier Pédagogique

TP N°1 - MODULE N°3 (RT10)

La mesure de température par sonde à variation de résistance



1 OBJECTIF

Le module N°3 (RT10) correspond à la partie opérative d'un système dédié à l'étude des Régulations de température (Refroidissement de produits "liquides"). Pour ce faire, ce système intègre un groupe froid autonome, deux échangeurs à plaques, différentes sondes de température associées chacune à un afficheur/transmetteur de température. De plus, les sondes de température intégrées au système sont de type "duplex" (Sonde double). Par conséquent, nous avons deux sondes indépendantes mais de même type à chaque point de mesure. Cette configuration matérielle permet donc d'obtenir, pour chaque point de mesure, un signal de sonde "brut" (PT100, Thermocouple "J", Thermocouple "K",...) et sur un signal de sonde "normalisé" en courant 4-20 mA via l'afficheur/transmetteur de température associé.

L'utilisation complète du système permet également l'étude et la mise en œuvre de différents capteurs (Débitmètre) et actionneurs analogiques (Pompe de circulation d'eau glycolée) à partir de signaux de mesure et/ou de commande normalisés en courant (4-20 mA).

L'objectif de ce TP est de réaliser la configuration et la mise en service du convertisseur de signal représenté ci-dessous en utilisant une sonde de température à variation de résistance (PT100, PT1000, ...)

En suivant les étapes listées ci-dessous, ce TP doit permettre d'atteindre les objectifs suivants :

- *Mettre en œuvre différentes sondes de température*
- *Réaliser la configuration d'un convertisseur et/ou d'un transmetteur de température*
- *Utiliser un calibrateur de terrain (Si disponible)*
- *Identifier les constituants d'une boucle de régulation de température*

2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE SONDE A VARIATION DE RESISTANCE

Thermométrie par sondes à résistance

Les conducteurs électriques présentent une résistance qui varie en fonction de leur température.

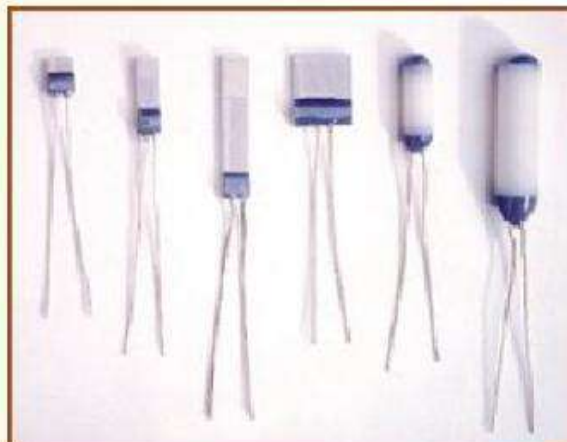
Ce principe est appliqué en utilisant le plus souvent des matériaux comme le platine ou le nickel.

L'or, l'argent ou le cuivre, dont la résistivité électrique est intrinsèquement basse, sont donc moins aptes à la thermométrie par résistance.

En pratique, le capteur doit être réalisé dans un matériau ayant un coefficient de température élevé et une très bonne linéarité.

Le platine est largement utilisé pour les applications mettant le matériau en présence de très hautes températures.

En outre, celui-ci est reconnu pour sa résistance aux produits chimiques ainsi que pour sa facilité de mise en œuvre.



La relation de la résistance des sondes platine avec la température : selon la NORME CEI 751

$$R(t) = R_0 (1 + A.t + B.t^2 + C.(t - 100).t^3)$$

R(t) : résistance du thermomètre à la t°

R₀ : résistance du thermomètre à 0 °C

t : température en °C

A,B,C : coefficients définis par la norme.

Norme	Alpha ohms/ohm/°C	R ₀ ohms	Coefficients
IEC751 (Pt100)	0.00385055	100	Pour -200°C < t < 0°C A = 3.90830x10 ⁻³ B = -5.77500x10 ⁻⁷ C = -4.18301x10 ⁻¹²
			Pour 0°C < t < 850°C A & B comme au dessus C = 0.0

Normes et Tolérances

France NFC 42330

Allemagne DIN 43760

Angleterre BS 1904

Internationale CEI 751

Tolérances admissibles en °C : ± (0,15 + 0,002[t]) pour la classe A
± (0,3 + 0,005[t]) pour la classe B

[t] étant la valeur de la température en °C

Le type de sonde platine le plus couramment utilisé est la Pt100 dont la valeur à 0°C est de 100 Ohms.

Il existe également des éléments sensibles avec des valeurs de 500 Ohms et de 1000 Ohms.

Ils présentent l'avantage d'une plus grande sensibilité, c'est à dire d'une variation plus importante de la valeur de résistance en fonction de la température.

Sensibilité des différents éléments platine:

Élément Pt 100: 0,385 Ohms / °K

Élément Pt 500: 1,925 Ohms / °K

Élément Pt 1000: 3,850 Ohms / °K

3 IMPLANTATION

- ❖ Quelles sont les précautions à prendre pour raccorder une sonde à résistance variable (PT 100, PT 500, PT 100, ...) à un transmetteur de température.

Le montage

Précautions

La section du câble de raccordement doit être choisie en fonction, de sa longueur et de l'appareillage de mesure utilisé qui définit les résistances de lignes maximales admissibles.

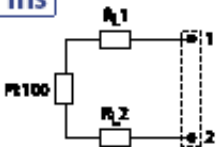
Dans le cas où l'appareillage de mesure ne peut pas compenser la résistance de ligne, il est conseillé d'utiliser des convertisseurs de mesure.

Il est souhaitable de raccorder le Pt 100 avec un câble blindé.

Le courant de mesure traversant un élément de Pt 100 ne doit pas être supérieur à 1mA pour limiter l'auto-échauffement.

Une sonde utilisée dans un liquide doit être immergée à une profondeur d'au moins dix fois son diamètre pour éviter les effets radiateurs qui influeraient sur la mesure.

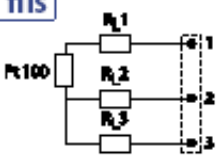
2 fils



le plus simple

C'est la méthode de mesure la plus simple, mais les résistances de lignes (RL1 et RL2) sont en série avec l'élément sensible Pt 100. L'erreur correspond à $RL1 + RL2$, d'où un décalage de la température mesurée et de la température réelle. C'est le montage à éviter.

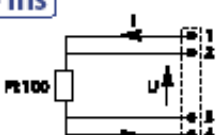
3 fils



le plus utilisé

Ce montage implique des résistances de lignes RL1-RL2-RL3 identiques. RL2+RL3 permettent de mesurer la résistance de lignes que l'on va soustraire à ce qui est mesuré aux bornes 1 et 2.

4 fils



le plus précis

On fait passer un courant constant par les bornes 1 et 4 et l'on mesure directement la tension aux bornes de l'élément sensible Pt 100, ce qui permet complètement de s'affranchir des résistances de lignes.

4 CALCUL DES POINTS DE CALIBRATION

- ❖ Expliquer en détail la méthode de vérification de la calibration d'un transmetteur de température associé à une sonde à résistance.


On remplace la sonde Pt 100 par une résistance variable simulant les valeurs de la sonde aux différentes températures.

- ❖ Réaliser un tableau de calibration théorique en 11 points et tracer les courbes de calibrations et de mesure théoriques sachant que l'étendue de mesure est :

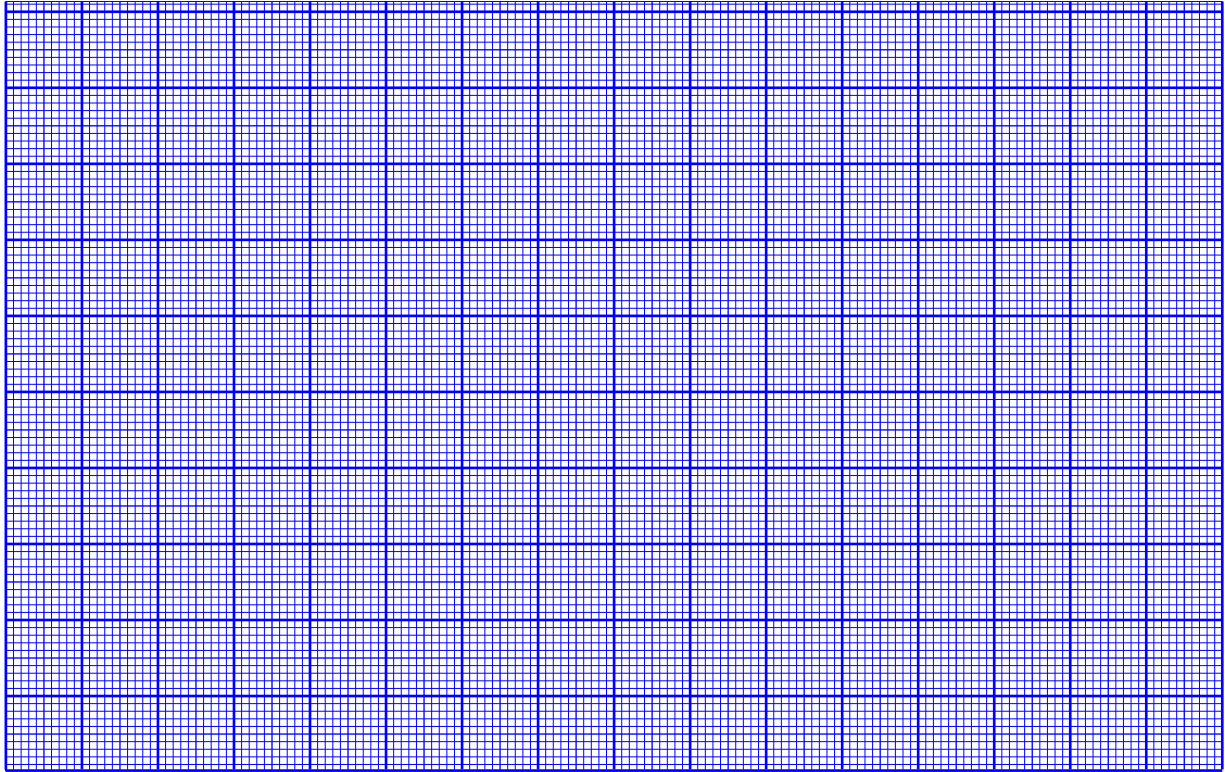
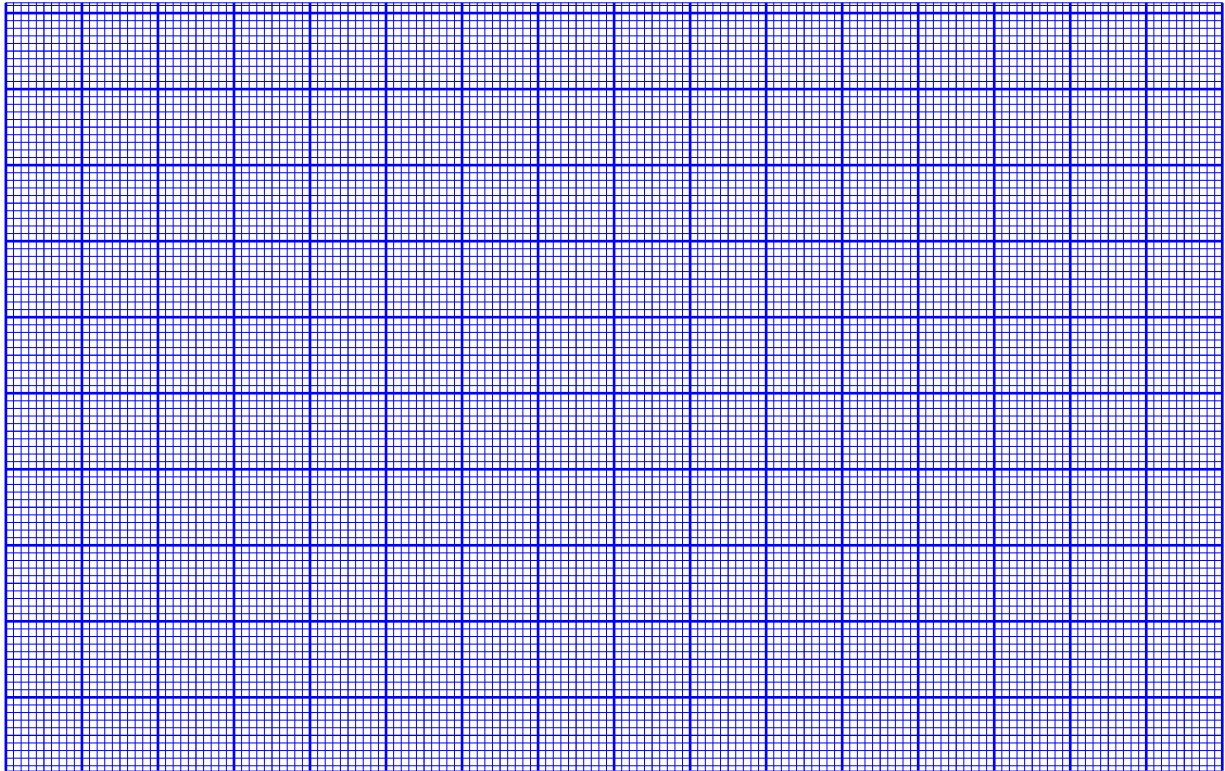
- de _____ °C à _____ °C.
- La sonde à résistance est de type : _____

TABLEAU DE CALIBRATION THEORIQUE :

T° (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
T° (°C)											
R (Ω)											
Is (mA)											



84 200 Carpentras

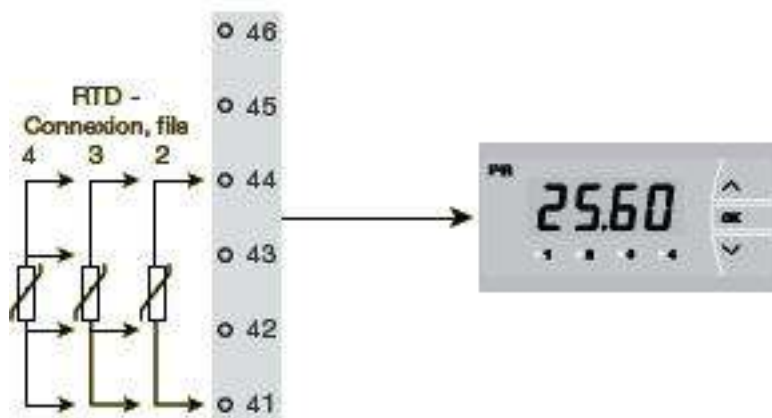
❖ Courbe de mesure théorique d'une sonde PT100❖ Courbe de calibration théorique :

5 ETUDE DU CONVERTISSEUR

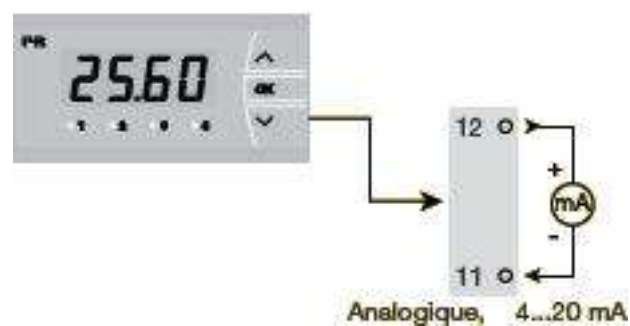
- ❖ Indiquer les caractéristiques fonctionnelles du transmetteur choisi (marque, nom, tension d'alimentation, température de fonctionnement, ...).

- ❖ Réaliser le schéma de câblage du convertisseur en indiquant la numérotation de chaque raccordement.

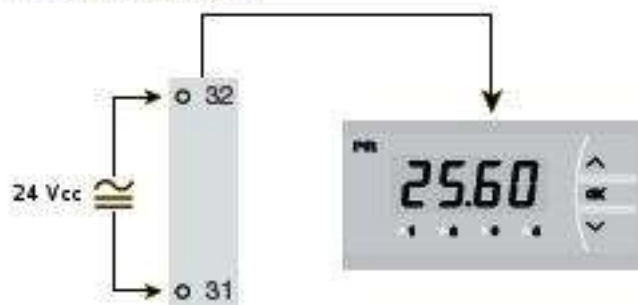
Signaux d'entrée :



Signaux de sortie :

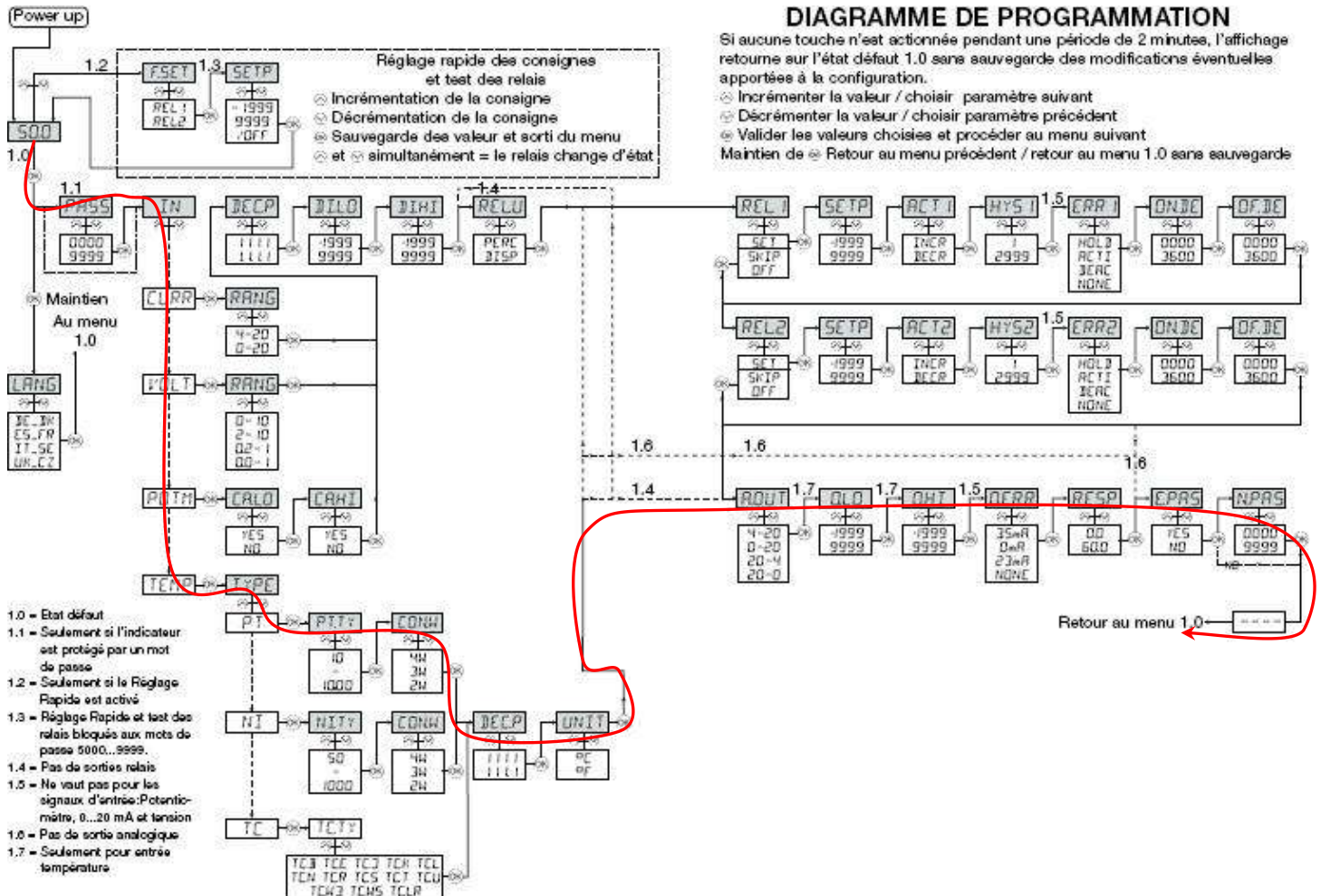


Alimentation :



6 CONFIGURATION DU CONVERTISSEUR

- ❖ Indiquer le cheminement à suivre afin de configurer le convertisseur en transmetteur de température. Vous indiquerez sous forme de synoptique ou d'organigramme le cheminement à suivre dans les différents menus.



PARAMETRES :

Afficheur en état défaut xxxx, erreur hardware:
 SE.BR → RUPTURE CAPTEUR
 SE.8H → COURT-CIRCUIT CAPTEUR
 IN.HI → VALEUR ENTREE HAUTE HORS SPEC.
 IN.LO → VALEUR ENTREE BASSE HORS SPEC.
 0.0/0.0 → AFFICHAGE HORS ECHELLE HAUTE
 -1.0/0.0 → AFFICHAGE HORS ECHELLE BASSE
 HW.ER → ERREUR HARDWARE
 EE.ER → ERREUR EEPROM -
 VERIFIER CONFIGURATION
 RA.ER → ERREUR MEMOIRE RAM
 CJ.ER → ERREUR CAPTEUR CSF

Réglage rapide des consignes (réglage permis):
 F.SET
 REL1 → MENU REGLAGE RAPIDE -
 CHOI. RELAIS
 REL2 →

SETP
 XXXX → CONSIGNE RELAIS -
 OK POUR SAUVEGARDER

Réglage rapide des consignes (réglage non permis):
 SETP
 XXXX → CONSIGNE RELAIS -
 LECTURE SEULEMENT

Menus de configuration:

LANG
 DE → DE - WAHLE DEUTSCHEN HILFTEXT
 DK → DK - VÆLG DANSK HJÆLPETEKST
 ES → ES - SELECCIONAR TEXTO DE
 AYUDA EN ESPANOL
 FR → FR - SELECTION TEXTE D'AIDE
 EN FRANCAIS
 IT → IT - SELEZIONARE TESTI DI
 AIUTO ITALIANI
 SE → SE - VALJ SVENSK HJALPTEXT
 UK → UK - SELECT ENGLISH HELPTEXT
 CZ → CZ - VYBER CESKOU NAPovedU

PASS
 XXXX → ENTRER MOT DE PASSE CORRECT

IN
 C.LIN → TEXTE INTRODUIT PAR L'UTILISATEUR
 EN PRESET

CURR → ENTREE COURANT
 VOLT → ENTREE TENSION
 POTM → ENTREE POTENTIOMETRIQUE
 TEMP → ENTREE TEMPERATURE

RANG Quand courant est sélectionné:
 0-20 → PLAGE D'ENTREE EN mA
 4-20 → PLAGE D'ENTREE EN mA

RANG Quand volt est sélectionné:
 0-10 → PLAGE D'ENTREE EN VOLT
 2-10 → PLAGE D'ENTREE EN VOLT
 0.0-1 → PLAGE D'ENTREE EN VOLT
 0.2-1 → PLAGE D'ENTREE EN VOLT

CALO
 YES → CALIBRATION POSITION BASSE
 POTENTIOMETRE
 NO → CALIBRATION POSITION BASSE
 POTENTIOMETRE

CA.HI
 YES → CALIBRATION POSITION HAUTE
 POTENTIOMETRE
 NO → CALIBRATION POSITION HAUTE
 POTENTIOMETRE

DEC.P
 1111 → POSITION DU POINT DECIMAL
 111.1 → POSITION DU POINT DECIMAL
 11.11 → POSITION DU POINT DECIMAL
 1.111 → POSITION DU POINT DECIMAL

DILO
 XXXX → AFRCHAGE BAS D'ECHELLE
 DIHI →
 XXXX → AFRCHAGE HAUT D'ECHELLE

RELU
 PERC → REGLAGE DES CONSIGNES EN
 POURCENTAGE
 DISP → REGLAGE CONSIGNES EN VALEUR
 D'AFFICHAGE

TYPE
 PT → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 NI → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR NI
 TC → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC

PT.TY
 10 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 20 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 50 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 100 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 200 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 250 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 300 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 400 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 500 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT
 1000 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR PT

NI.TY
 50 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR NI
 100 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR NI
 120 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR NI
 1000 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR NI

CONN Quand capteurs Pt/NI sont sélectionnés:
 2W → SELECT. CONNEXION CAPTEUR 2-FILS
 3W → SELECT. CONNEXION CAPTEUR 3-FILS
 4W → SELECT. CONNEXION CAPTEUR 4-FILS

TC.TY
 TC.B → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.E → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.J → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.K → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.L → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.N → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.R → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.S → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.T → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.U → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.W3 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.W5 → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC
 TC.LR → SELECTIONNER TYPE DE CAPTEUR TC

DEC.P Quand température est sélectionné:
 1111 → POSITION DU POINT DECIMAL
 111.1 → POSITION DU POINT DECIMAL

UNIT
 °C → AFRCHAGE ET CONFIG. RELAIS
 EN CELSIUS
 °F → AFRCHAGE ET CONFIG. RELAIS
 EN FAHRENHEIT

REL1
 SET → ENTRER CONSIGNE RELAIS 1
 SKIP → PASSER CONFIGURATION RELAIS 1
 OFF → RELAIS 1 INACTIF
 SETP
 XXXX → CONSIGNE RELAIS

ACT1
 INCR → ACTION CROISSANTE
 DECR → ACTION DECROISSANTE

HY81
 XXXX → HYSTERESIS RELAIS

ERR1
 HOLD → MAINTIEN POS. REL. EN CAS D'ERREUR
 ACTI → ACTIVER LE RELAIS EN CAS D'ERREUR
 DEAC → DESACTIVER RELAIS EN CAS D'ERREUR
 NONE → ACTION NONDEFINIE EN CAS D'ERREUR

ON.DE
 XXXX → DELAI ACTIVATION RELAIS EN SEC.

OF.DE
 XXXX → DELAI DESACTIVATION RELAIS EN SEC.

REL2
 SET → ENTRER CONSIGNE RELAIS 2
 SKIP → PASSER CONFIGURATION RELAIS 2
 OFF → RELAIS 2 INACTIF

SETP
 XXXX → CONSIGNE RELAIS

ACT2
 INCR → ACTION CROISSANTE
 DECR → ACTION DECROISSANTE

HY82
 XXXX → HYSTERESIS RELAIS

ERR2
 HOLD → MAINTIEN POS. REL. EN CAS D'ERREUR
 ACTI → ACTIVER LE RELAIS EN CAS D'ERREUR
 DEAC → DESACTIVER RELAIS EN CAS D'ERREUR
 NONE → ACTION NONDEFINIE EN CAS D'ERREUR

ON.DE
 XXXX → DELAI ACTIVATION RELAIS EN SEC.

OF.DE
 XXXX → DELAI DESACTIVATION RELAIS EN SEC.

A.OUT
 0-20 → PLAGE DE SORTIE EN mA
 4-20 → PLAGE DE SORTIE EN mA
 20-0 → PLAGE DE SORTIE EN mA
 20-4 → PLAGE DE SORTIE EN mA

QLO
 XXXX → VAL. POUR 0 POUR 100 DE LA SORTIE

QHI
 XXXX → VAL. POUR 100 POUR 100 DE LA SORTIE

Q.ERR
 25 mA → NAMUR NE43 HAUT EN CAS D'ERREUR
 3.5 mA → NAMUR NE43 BAS EN CAS D'ERREUR
 0mA → BAS D'ECHELLE EN CAS D'ERREUR
 NONE → ACTION NONDEFINIE EN CAS D'ERREUR

RESP
 XXXX → TEMPS DE REPONSE SORTIE ANALOG.
 EN SEC.

EPAS
 NO → ACTIVER LA PROTECTION PAR MOT
 DE PASSE
 YES → ACTIVER LA PROTECTION PAR MOT
 DE PASSE

N.PAS
 XXXX → ENTRER LE NOUVEAU MOT DE PASSE

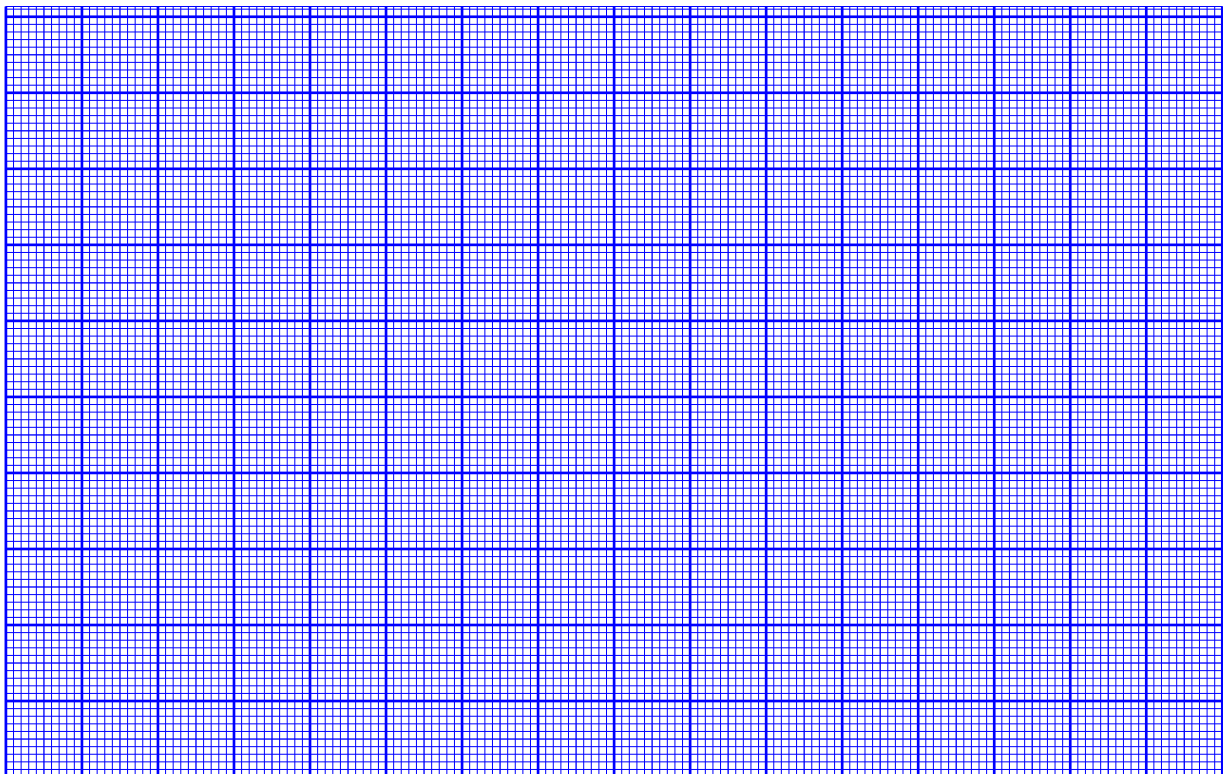
7 VERIFICATION DE LA CALIBRATION

- ❖ Afin de vérifier la configuration du transmetteur, relever et tracer la courbe de calibration pratique ainsi que la courbe du signal délivré par le transmetteur en fonction de la valeur de la température affichée.

TABLEAU DE CALIBRATION PRATIQUE

T° (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
T° (°C)											
R (Ω)											
Is (mA)											

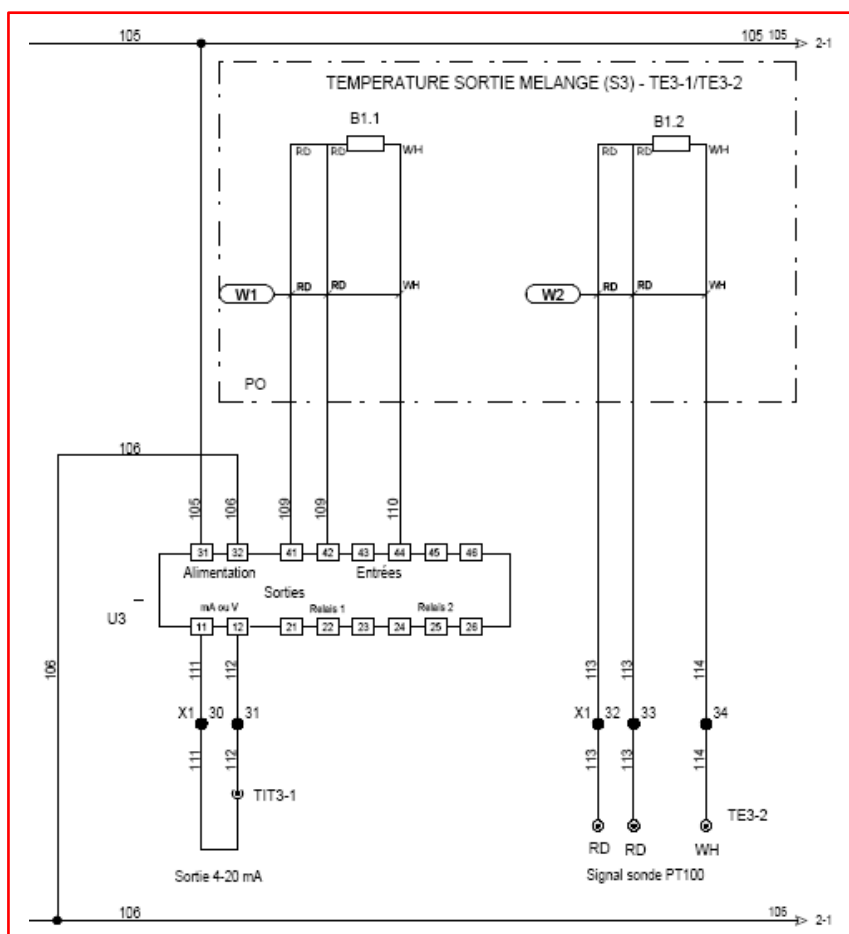
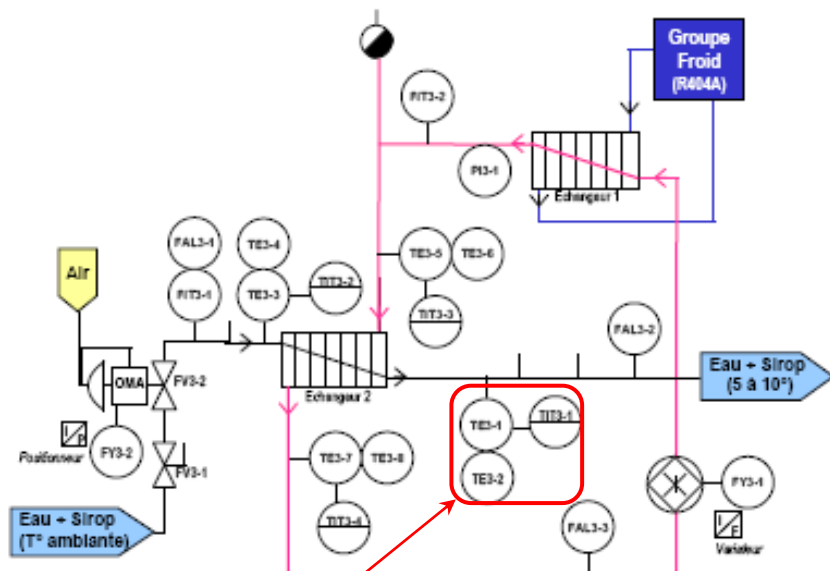
- ❖ Courbe du signal délivré par le transmetteur



- ❖ Quelles sont vos conclusions sur le fonctionnement du transmetteur ?

8 IMPLANTATION INDUSTRIELLE

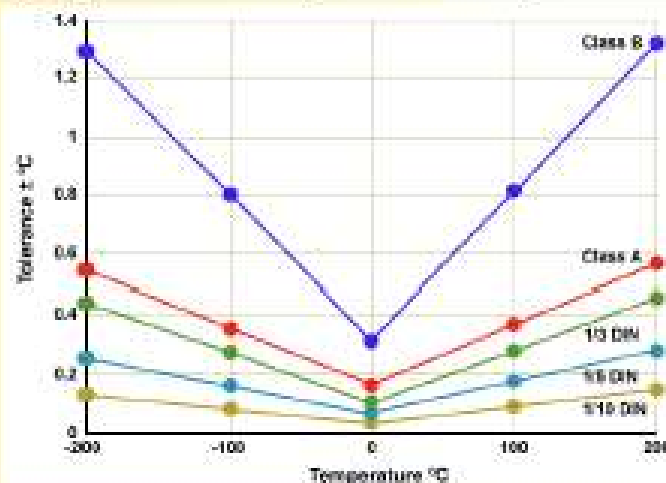
- ❖ Réaliser l'étude de l'implantation de l'ensemble Capteur/Transmetteur sur un procédé industriel. Réaliser un schéma d'installation et indiquer les éléments nécessaires au raccordement du transmetteur, le type de câble, les couleurs de câbles, ...



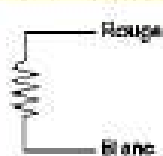
9 ANNEXES

**TOLERANCES DES SONDES A RESISTANCE PT 100 OHMS
SUIVANT LA NORME CEI 751**

TEMP °C	TOLERANCES									
	CLASSE B		CLASSE A		1/3 CLASSE B		1/5 CLASSE B		1/10 CLASSE B	
	± °C	± Ohms	± °C	± Ohms	± °C	± Ohms	± °C	± Ohms	± °C	± Ohms
-200	1,3	0,56	0,55	0,24	0,44	0,19	0,26	0,11	0,13	0,06
-100	0,8	0,32	0,35	0,14	0,27	0,11	0,16	0,06	0,08	0,03
0	0,3	0,12	0,15	0,06	0,1	0,04	0,05	0,02	0,03	0,01
+100	0,8	0,3	0,35	0,13	0,27	0,1	0,16	0,05	0,08	0,03
+200	1,3	0,48	0,55	0,2	0,44	0,16	0,26	0,1	0,13	0,05
+300	1,8	0,64	0,75	0,27	0,6	0,21	0,36	0,13	0,18	0,06
+400	2,3	0,79	0,95	0,33	0,77	0,26	0,46	0,16	0,23	0,08
+500	2,8	0,93	1,15	0,38	0,94	0,31	0,50	0,19	0,28	0,09
+600	3,3	1,08	1,35	0,43	1,1	0,35	0,66	0,21	0,33	0,1
+650	3,6	1,13	1,45	0,46	1,2	0,38	0,72	0,23	0,36	0,11
+700	3,8	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-
+800	4,3	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-
+850	4,6	1,34	-	-	-	-	-	-	-	-

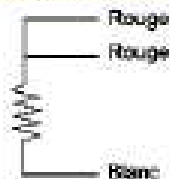


Sondes à résistance - type de raccordement électrique.



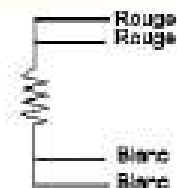
1 / montage 2 fils

Montage le plus simple, mais la précision est influencée par la résistance de ligne.



2 / montage 3 fils

Montage le plus couramment utilisé dans l'industrie. Ce montage permet de minimiser les erreurs systématiques dues aux résistances de lignes.



3 / montage 4 fils

Montage le plus précis permettant de supprimer totalement les erreurs dues à la résistance de ligne ainsi qu'aux variations de température des conducteurs. Montage utilisé dans les laboratoires.

Relation

entre résistance Pt 100 (100 à 0°C-) et la température dans la plage de -200°C à +850°C

Norme IEC 751 (1983), BS 1904 (1984) et DIN 43760 (1980)

Formule
pour calculer la valeur de la résistance par rapport à la température

Pour la plage de -200°C à 0°C

$$R_t = 100 \times (1 + 3,9083 \times 10^{-3} \times T - 5,775 \times 10^{-7} \times T^2 - 4,183 \times 10^{-12} \times (T - 100) \times T^3)$$

Pour la plage de 0°C à 850°C

$$R_t = 100 \times (1 + 3,9083 \times 10^{-3} \times T - 5,775 \times 10^{-7} \times T^2)$$

Avec : R_t : résistance en Ω à une température T
 T : température en $^{\circ}C$

Plage de -200°C à +100°C

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-200	18,52									
-190	22,83	22,40	21,97	21,54	21,11	20,68	20,25	19,82	19,38	18,95
-180	27,10	26,67	26,24	25,82	25,39	24,97	24,54	24,11	23,68	23,25
-170	31,34	30,91	30,49	30,07	29,64	29,22	28,80	28,37	27,95	27,52
-160	35,54	35,12	34,70	34,28	33,86	33,44	33,02	32,60	32,18	31,76
-150	39,72	39,31	38,89	38,47	38,05	37,64	37,22	36,80	36,38	35,96
-140	43,88	43,46	43,05	42,63	42,22	41,80	41,39	40,97	40,56	40,14
-130	48,00	47,59	47,18	46,77	46,36	45,94	45,53	45,12	44,70	44,29
-120	52,11	51,70	51,29	50,88	50,47	50,06	49,65	49,24	48,83	48,42
-110	56,19	55,79	55,38	54,97	54,56	54,15	53,75	53,34	52,93	52,52
-100	60,26	59,85	59,44	59,04	58,63	58,23	57,82	57,41	57,01	56,60
-90	64,30	63,90	63,49	63,09	62,68	62,28	61,88	61,47	61,07	60,66
-80	68,33	67,92	67,52	67,12	66,72	66,31	65,91	65,51	65,11	64,70
-70	72,33	71,93	71,53	71,13	70,73	70,33	69,93	69,53	69,13	68,73
-60	76,33	75,93	75,53	75,13	74,73	74,33	73,93	73,53	73,13	72,73
-50	80,31	79,91	79,51	79,11	78,72	78,32	77,92	77,52	77,12	76,73
-40	84,27	83,87	83,48	83,08	82,69	82,29	81,89	81,50	81,10	80,70
-30	88,22	87,83	87,43	87,04	86,64	86,25	85,85	85,46	85,06	84,67
-20	92,16	91,77	91,37	90,98	90,59	90,19	89,80	89,40	89,01	88,62
-10	96,09	95,69	95,30	94,91	94,52	94,12	93,73	93,34	92,95	92,55
0	100,00	99,61	99,22	98,83	98,44	98,04	97,65	97,26	96,87	96,48
0	100,00	100,39	100,78	101,17	101,56	101,95	102,34	102,73	103,12	103,51
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02	107,40
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,29
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	114,00	114,38	114,77	115,15
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,86	118,24	118,63	119,01
50	119,40	119,78	120,17	120,55	120,94	121,32	121,71	122,09	122,47	122,86
60	123,24	123,63	124,01	124,39	124,78	125,16	125,54	125,93	126,31	126,69
70	127,08	127,46	127,84	128,22	128,61	128,99	129,37	129,75	130,13	130,52
80	130,90	131,28	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,57	133,95	134,33
90	134,71	135,09	135,47	135,85	136,23	136,61	136,99	137,37	137,75	138,13
100	138,51									

Plage de 100°C à +850°C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	138,51	138,88	139,26	139,64	140,02	140,40	140,78	141,16	141,54	141,91
110	142,29	142,67	143,05	143,43	143,80	144,18	144,56	144,94	145,31	145,69
120	146,07	146,44	146,82	147,20	147,57	147,95	148,33	148,70	149,08	149,46
130	149,83	150,21	150,58	150,96	151,33	151,71	152,08	152,46	152,83	153,21
140	153,58	153,96	154,33	154,71	155,08	155,46	155,83	156,20	156,58	156,95
150	157,33	157,70	158,07	158,45	158,82	159,19	159,56	159,94	160,31	160,68
160	161,05	161,43	161,80	162,17	162,54	162,91	163,29	163,66	164,03	164,40
170	164,77	165,14	165,51	165,89	166,26	166,63	167,00	167,37	167,74	168,11
180	168,48	168,85	169,22	169,59	169,96	170,33	170,70	171,07	171,43	171,80
190	172,17	172,54	172,91	173,28	173,65	174,02	174,39	174,75	175,12	175,49
200	175,86	176,22	176,59	176,96	177,33	177,69	178,06	178,43	178,79	179,16
210	179,53	179,89	180,26	180,63	180,99	181,36	181,72	182,09	182,46	182,82
220	183,19	183,55	183,92	184,28	184,65	185,01	185,38	185,74	186,11	186,47
230	186,84	187,20	187,56	187,93	188,29	188,66	189,02	189,38	189,75	190,11
240	190,47	190,84	191,20	191,56	191,92	192,29	192,65	193,01	193,37	193,74
250	194,10	194,46	194,82	195,18	195,55	195,91	196,27	196,63	196,99	197,35
260	197,71	198,07	198,43	198,79	199,15	199,51	199,87	200,23	200,59	200,95
270	201,31	201,67	202,03	202,39	202,75	203,11	203,47	203,83	204,19	204,55
280	204,90	205,26	205,62	205,98	206,34	206,70	207,05	207,41	207,77	208,13
290	208,48	208,84	209,20	209,56	209,91	210,27	210,63	210,98	211,34	211,70
300	212,05	212,41	212,76	213,12	213,48	213,83	214,19	214,54	214,90	215,25
310	215,61	215,96	216,32	216,67	217,03	217,38	217,74	218,09	218,44	218,80
320	219,15	219,51	219,86	220,21	220,57	220,92	221,27	221,63	221,98	222,33
330	222,68	223,04	223,39	223,74	224,09	224,45	224,80	225,15	225,50	225,85
340	226,21	226,56	226,91	227,26	227,61	227,96	228,31	228,66	229,01	229,37
350	229,72	230,07	230,42	230,77	231,12	231,47	231,82	232,17	232,52	232,87
360	233,21	233,56	233,91	234,26	234,61	234,96	235,31	235,66	236,01	236,36
370	236,70	237,05	237,40	237,74	238,09	238,44	238,79	239,13	239,48	239,83
380	240,18	240,52	240,87	241,21	241,56	241,91	242,26	242,60	242,95	243,29
390	243,64	243,99	244,33	244,68	245,02	245,37	245,71	246,06	246,40	246,75
400	247,09	247,44	247,78	248,13	248,48	248,81	249,16	249,50	249,85	250,19
410	250,53	250,88	251,22	251,56	251,91	252,25	252,59	252,93	253,28	253,62
420	253,96	254,30	254,65	254,99	255,33	255,67	256,01	256,35	256,70	257,04
430	257,38	257,72	258,06	258,40	258,74	259,08	259,42	259,76	260,10	260,44
440	260,78	261,12	261,46	261,80	262,14	262,48	262,82	263,16	263,50	263,84
450	264,18	264,52	264,86	265,20	265,53	265,87	266,21	266,55	266,89	267,22
460	267,56	267,90	268,24	268,58	268,91	269,25	269,59	269,92	270,26	270,60
470	270,93	271,27	271,61	271,94	272,28	272,61	272,95	273,29	273,62	273,96
480	274,29	274,63	274,96	275,30	275,63	275,97	276,30	276,64	276,97	277,31
490	277,64	277,98	278,31	278,64	278,98	279,31	279,64	279,98	280,31	280,64
500	280,98	281,31	281,64	281,98	282,31	282,64	282,97	283,31	283,64	283,97
510	284,30	284,63	284,97	285,30	285,63	285,96	286,29	286,62	286,95	287,29
520	287,62	287,95	288,28	288,61	288,94	289,27	289,60	289,93	290,26	290,59
530	290,92	291,25	291,58	291,91	292,24	292,56	292,89	293,22	293,55	293,88
540	294,21	294,54	294,86	295,19	295,52	295,85	296,18	296,50	296,83	297,16
550	297,49	297,81	298,14	298,47	298,80	299,12	299,45	299,78	300,10	300,43
560	300,75	301,08	301,41	301,73	302,06	302,38	302,71	303,03	303,36	303,69
570	304,01	304,34	304,66	304,98	305,31	305,63	305,96	306,28	306,61	306,93
580	307,25	307,58	307,90	308,23	308,55	308,87	309,20	309,52	309,84	310,16
590	310,49	310,81	311,13	311,45	311,78	312,10	312,42	312,74	313,06	313,39
600	313,71	314,03	314,35	314,67	314,99	315,31	315,63	315,95	316,27	316,60
610	316,92	317,24	317,56	317,88	318,20	318,52	318,84	319,16	319,48	319,80
620	320,12	320,43	320,75	321,07	321,39	321,71	322,03	322,35	322,67	322,98
630	323,30	323,62	323,94	324,26	324,57	324,89	325,21	325,53	325,84	326,16
640	326,48	326,79	327,11	327,43	327,74	328,06	328,38	328,69	329,01	329,32
650	329,64	329,96	330,27	330,59	330,90	331,22	331,53	331,85	332,16	332,48
660	332,79	333,11	333,42	333,74	334,05	334,36	334,68	334,99	335,31	335,62
670	335,93	336,25	336,56	336,87	337,18	337,50	337,81	338,12	338,44	338,75
680	339,06	339,37	339,69	340,00	340,31	340,62	340,93	341,24	341,55	341,87
690	342,18	342,49	342,80	343,11	343,42	343,73	344,04	344,35	344,66	344,97
700	345,28	345,59	345,90	346,21	346,52	346,83	347,14	347,45	347,76	348,07
710	348,38	348,69	348,99	349,30	349,61	349,92	350,23	350,54	350,84	351,15
720	351,46	351,77	352,08	352,38						