

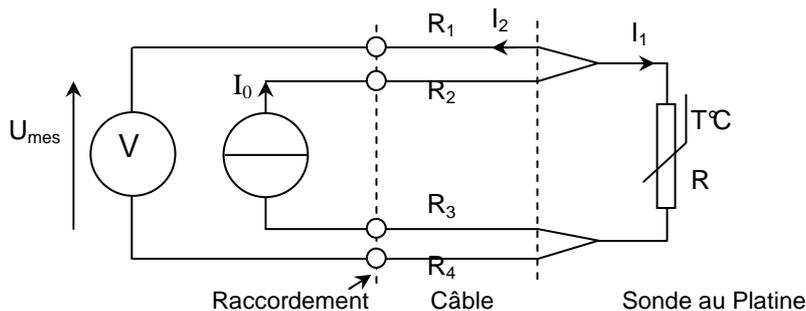
Final MC43

I Mise en œuvre de la sonde au platine (9 pts)

La sonde utilisée est une sonde à résistance de Platine. Sa caractéristique fournie en annexe, donne la valeur de résistance de la sonde de -100°C à 509°C par pas de 1°C (caractéristique $R(\theta)$). L'étendue de mesure (EM) est définie par l'intervalle de température -100°C à 500°C .

- I.1 Déterminer le nom de la résistance à partir de sa caractéristique $R(\theta)$.
- I.2 Montrer que la caractéristique de variation de résistance en fonction de la température $R(\theta)$ n'est pas linéaire.
- I.3 Déterminer S la sensibilité de la sonde à partir des extrema de l'EM en supposant sa caractéristique linéaire.
- I.4 Déterminer ε_R l'écart de linéarité de la sortie en ohm sur l'EM, en considérant que l'écart maximal de linéarité est obtenu au milieu de l'EM.
- I.5 Déterminer ε_{θ} l'écart de linéarité correspondant de l'entrée, en degré Celsius.
- I.6 Déterminer $\varepsilon\%$ l'écart de linéarité correspondant en %.

Pour réaliser la mesure de température, il faut convertir la variation de résistance en une variation de tension sans ajouter d'erreur. Or la résistance des câbles de connexion de la sonde ainsi que la résistance de contact de raccordement de cette sonde sont sources d'erreurs. Pour remédier à ce problème, on a adopté des câbles quadrifilaires pour les sondes. La méthode de Kelvin représentée ci-dessous est utilisée.



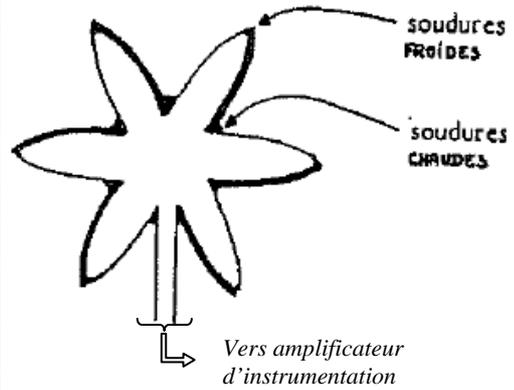
Mesure de température par la méthode de Kelvin avec sonde au Platine.

On appelle R_1 , R_2 , R_3 et R_4 la résistance de chacun des câbles et de leur raccordement. Le montage de mesure comprend un générateur de courant constant I_0 . L'appareil de mesure repéré par la lettre V symbolise la chaîne d'acquisition constituée d'un amplificateur d'instrumentation et d'un CA/N.

- I.7 Exprimer U_{mes} en fonction de $R(\theta)$ et des différentes grandeurs référencées sur le schéma.
- I.8 Quelle propriété de l'amplificateur d'instrumentation peut être exploitée ici pour simplifier l'expression ?
- I.9 Exprimer U_{mes} après avoir fait cette simplification.
- I.10 Déterminer S_m la sensibilité en approximation linéaire de la caractéristique $U_{mes}(\theta)$ en fonction de I_0 et S .
- I.11 La sonde au platine possède un coefficient d'auto-échauffement de $30^{\circ}\text{C}/\text{W}$. Déterminer l'erreur de mesure en $^{\circ}\text{C}$ lorsque la température mesurée vaut 300°C , pour un courant I_0 de 10mA .

II Principe de fonctionnement du pyranomètre à thermocouples (5.5 pts)

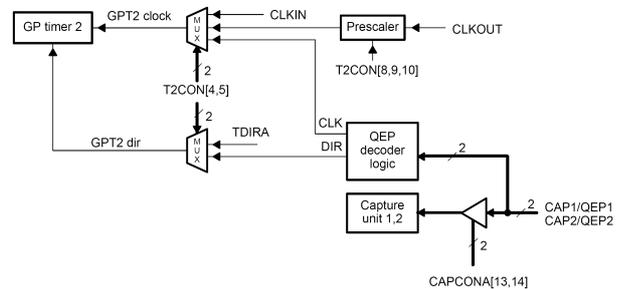
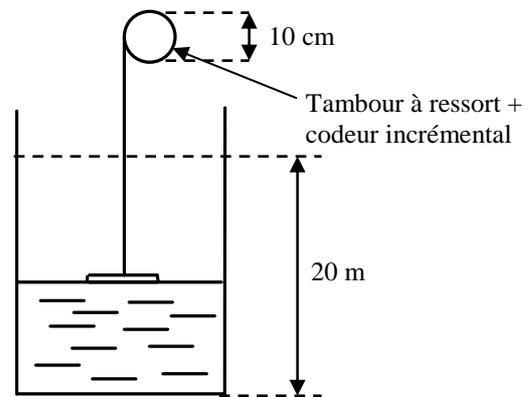
Le pyranomètre permet de mesurer l'intensité du rayonnement solaire (notée I). Il est constitué d'un disque de $D=20\text{mm}$ de diamètre constituant un corps noir capable d'absorber $R=98\%$ du rayonnement solaire. Sur ce disque sont disposés en étoile 100 thermocouples, les soudures chaudes étant en contact avec le centre du disque soumis à l'éclairage tandis que les soudures froides en périphérie sont refroidies par un dissipateur thermique (voir schéma de principe ci-dessous). Les thermocouples sont de type PtPd/AuPd de potentiel thermoélectrique $e=33.4\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$. Le disque possède une résistance thermique équivalente $R_{th} = 9.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ entre le centre (les soudures chaudes) et la périphérie (les soudures froides). Un amplificateur d'instrumentation permet d'adapter la tension totale fournie par les thermocouples à l'entrée analogique comprise entre 0V et 3.3V d'un convertisseur analogique numérique.



- II.1 Calculer P la puissance absorbée (en W) par le disque capteur en fonction de I l'éclairement (en W/m^2), D et R .
- II.2 Déterminer l'expression de la différence de température ΔT entre le centre du disque capteur et la périphérie en fonction de R_{th} et P .
- II.3 Déterminer V_{capt} l'expression de la tension fournie par le capteur (les 100 thermocouples) en fonction de e et ΔT .
- II.4 L'étendue de mesure de l'intensité du rayonnement solaire est $[0 ; 1000W/m^2]$. Déterminer le gain de l'amplificateur d'instrumentation permettant d'obtenir la résolution maximale.
- II.5 Expliquer ce qu'est une compensation de soudure froide.
- II.6 Indiquer dans quel cas la compensation de soudure froide est nécessaire.

III Mesure de niveau par codeur incrémental (5.5 pts)

La mesure du niveau d'une cuve est réalisée à l'aide du procédé schématisé ci-contre. Un tambour à ressort est entraîné en rotation lorsque la hauteur du flotteur accroché à l'extrémité du fil évolue avec le niveau de la cuve. La hauteur à mesurer est comprise entre 0 et 20 mètres. Le flotteur est guidé verticalement. Le diamètre du tambour est de 10cm, ce qui correspond au diamètre d'enroulement du fil quel que soit le niveau de la cuve. La position de rotation de l'axe du tambour à ressort est mesurée par un codeur incrémental de type GI 355 dont les caractéristiques sont données en annexe. Les signaux A et B de sortie du codeur sont reliés aux entrées QEP1 et QEP2 du circuit QEP du DSP 16 bits TMS320LF2407 dont le principe est rappelé ci-contre.



- III.1 Représenter schématiquement les signaux A (QEP1), B (QEP2), Clk et Dir permettant d'illustrer le principe de fonctionnement du circuit QEP.
- III.2 On désire obtenir une résolution de mesure de niveau de 2 mm. Déterminer la résolution nécessaire du codeur en nombre de pas/tour.
- III.3 Faire le choix définitif de la résolution à partir de la documentation du codeur et déterminer la résolution finale de la mesure de niveau avec le codeur choisi.
- III.4 Calculer le nombre de tours effectués par le codeur pour toute l'étendue de mesure.
- III.5 La position (registre T2CNT du DSP) est réinitialisée à 0 pour le niveau bas. Déterminer la valeur du registre T2CNT pour un niveau haut maximum.
- III.6 La taille du registre T2CNT est-elle suffisante pour recevoir l'information de position ?

Annexes

Caractéristique de la sonde à résistance de Platine

°C	-0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-100	60.25	59.85	59.44	59.04	58.63	58.22	57.82	57.41	57.00	56.60
- 90	64.30	63.90	63.49	63.09	62.68	62.28	61.87	61.47	61.06	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	77.13	76.73
- 40	84.27	83.83	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
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	104.65	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	111.28
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	113.99	114.38	114.77	115.15
40	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.85	118.24	118.62	119.01
50	119.40	119.78	120.16	120.55	120.93	121.32	121.70	122.09	122.47	122.88
60	123.24	123.62	124.01	124.39	124.77	125.16	125.54	125.92	126.31	126.69
70	127.07	127.45	127.84	128.22	128.60	128.98	129.37	129.75	130.13	130.51
80	130.89	131.27	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.56	133.94	134.32
90	134.70	135.08	135.46	135.84	136.22	136.60	136.98	137.36	137.74	138.12
100	138.50	138.88	139.26	139.64	140.02	140.39	140.77	141.15	141.53	141.91
110	142.29	142.66	143.04	143.42	143.80	144.17	144.55	144.93	145.31	145.68
120	146.06	146.44	146.81	147.19	147.57	147.94	148.32	148.70	149.07	149.45
130	149.82	150.20	150.57	150.95	151.33	151.70	152.08	152.45	152.83	153.20
140	153.58	153.95	154.32	154.70	155.07	155.45	155.82	156.19	156.57	156.94
150	157.31	157.69	158.06	158.43	158.81	159.18	159.55	159.93	160.30	160.67
160	161.04	161.42	161.79	162.16	162.53	162.90	163.27	163.65	164.02	164.39
170	164.76	165.13	165.50	165.87	166.24	166.61	166.98	167.35	167.72	168.09
180	168.46	168.83	169.20	169.57	169.94	170.31	170.68	171.05	171.42	171.79
190	172.16	172.53	172.90	173.26	173.63	174.00	174.37	174.74	175.10	175.47
200	175.84	176.21	176.57	176.94	177.31	177.68	178.04	178.41	178.78	179.14
210	179.51	179.88	180.24	180.61	180.97	181.34	181.71	182.07	182.44	182.80
220	183.17	183.53	183.90	184.26	184.63	184.99	185.36	185.72	186.09	186.45
230	186.82	187.18	187.54	187.91	188.27	188.63	189.00	189.36	189.72	190.09
240	190.45	190.81	191.18	191.54	191.90	192.26	192.63	192.99	193.35	193.71
250	194.07	194.44	194.80	195.16	195.52	195.88	196.24	196.60	196.96	197.33
260	197.69	198.05	198.41	198.77	199.13	199.49	199.85	200.21	200.57	200.93
270	201.29	201.65	202.01	202.36	202.72	203.08	203.44	203.80	204.16	204.52
280	204.88	205.23	205.59	205.95	206.31	206.67	207.02	207.38	207.74	208.10
290	208.45	208.81	209.17	209.52	209.88	210.24	210.59	210.95	211.31	211.66
300	212.02	212.37	212.73	213.09	213.44	213.80	214.15	214.51	214.88	215.22
310	215.57	215.93	216.28	216.64	216.99	217.35	217.70	218.05	218.41	218.76
320	219.12	219.47	219.82	220.18	220.53	220.88	221.24	221.59	221.94	222.29
330	222.65	223.00	223.35	223.70	224.06	224.41	224.76	225.11	225.46	225.81
340	226.17	226.52	226.87	237.22	227.57	227.92	228.27	228.62	228.97	229.32
350	229.67	230.02	230.37	230.72	231.07	231.42	231.77	232.12	232.47	232.82
360	233.17	233.52	233.87	234.22	234.56	234.91	235.26	235.61	235.96	236.31
370	236.65	237.00	237.35	237.70	238.04	238.39	238.74	239.09	239.43	239.78
380	240.13	240.47	240.82	241.17	241.51	241.86	242.20	242.55	242.90	243.24
390	243.59	243.93	244.28	244.62	244.97	245.31	245.66	246.00	246.35	246.69
400	247.03	247.38	247.73	248.07	248.41	248.76	249.10	249.45	249.79	250.13
410	250.48	250.82	251.16	251.50	251.85	252.19	252.53	252.88	253.22	253.56
420	253.90	254.24	254.59	254.93	255.27	255.61	255.95	256.29	256.63	256.98
430	257.32	257.66	258.00	258.34	258.68	259.02	259.36	259.70	260.04	260.38
440	260.72	261.06	261.40	261.74	262.08	262.42	262.76	263.10	263.43	263.77
450	264.11	264.45	264.79	265.13	265.47	265.80	266.14	266.48	266.82	267.15
460	267.49	267.83	268.17	268.50	268.84	269.18	269.51	269.85	270.19	270.52
470	270.86	271.20	271.53	271.87	272.20	272.54	272.88	273.21	273.55	273.88
480	274.22	274.55	274.89	275.22	275.56	275.89	276.23	276.56	276.89	277.23
490	277.56	277.90	278.23	278.56	278.90	279.23	279.56	279.90	280.23	280.56
500	280.90	281.23	281.56	281.89	282.23	282.56	282.89	283.22	283.55	283.89

