

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la
Recherche Scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued



FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologies

Filière: Génie mécanique

Spécialité: Electromécanique

Thème

Acquisition sur PC des résultats d'assais de fluage

Devant le jury composé de :Présenté par :

GUERFI Yousef

Président

- DOUIB Abdelghani

TRIAA F- Ezzahra

Examinateur

- AROUA Baderreddinne

LAOUINI A- eldjilile

Encadreur

- MENNAI Ridha

2014-2015

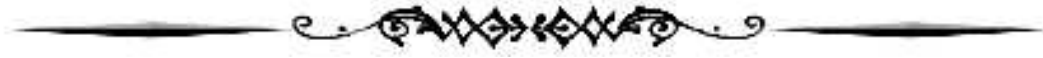
DÉDICACE

À nos parents,

À nos familles,

À nos amis.

Remerciements



Mes remerciement vont tout premièrement à dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il ma donné durant toutes ces années d'études.

*Je tiens aussi à exprimer ma profonde gratitude et mes remerciements les plus sincères à M^{ème} **LAOUINI.A.Eldjalil**, enseignante à l'université de HAMMA LAKHDER EL OUED et directrice de mon mémoire, pour m'avoir encadré, initié à la recherche et pour sa patience et soutien permanent. J'ai tout particulièrement apprécié ses encouragements et ses conseils qui m'ont été très précieux et qui m'ont permis de mener à bien mon travail.*

Nous remercions tous de l'aide pour nous Je remercie mes très chers amis (es) pour leurs soutiens.

Mes remerciements vont également à tous mes enseignants qui ont contribués à ma formation, et à tous ceux qui m'ont aidé de prés ou de loin.

Introduction général

La connaissance des propriétés mécaniques des métaux et des alliages métalliques nécessitent des tests mécaniques. Parmi ces tests, on a l'essai de fluage qui a pour but de connaître le comportement d'un matériau lors de l'application d'une charge constante mais à une température donnée. Parmi les matériaux, on peut citer l'exemple des fils électriques de cuivre et d'aluminium et qui sont utilisés dans le domaine de transport de l'électricité et qui nécessitent la connaissance de leurs résistances au fluage.

Pour rendre cette étude réalisable nous avons intéressés à concevoir une machine de fluage équipée d'un four électrique, Dispositif électronique permettant l'acquisition et l'enregistrement des mesures physiques de la température de four réalisées par un autre matériel de mesure comme un capteur. Les données stockées par la central d'acquisition (Carte Arduino Uno) sont récupérées automatiquement.

Dans ce travail nous avons fait la conception d'un microcontrôleur à base de l'**ARDUINO UNO** , Notre thermoregulateur utilise un thermocouple normal pour la mesure la température, Les calculs et la conversion nécessaires sont confiés au microcontrôleur et l'affichage sur des afficheurs 7 segment ou afficheur LCD.

Après une introduction générale, le manuscrit est composé de trois chapitres.

- Le premier chapitre est consacré aux notions de différents types d'essais mécaniques, c'est-à-dire, des essais comme la dureté, la traction et le fluage sont bien détaillés.
- Le deuxième chapitre est consacré aux différents types des cartes ARDUINO (CARTE ARDUINO YUN, CARTE ARDUINO LEONARDO et CARTE ARDUINO UNO).
- Le troisième chapitre décrit la carte ARDUINO UNO et toutes des pièces de thermorégulateur.

CHAPITRE I
LES ESSAIS
MÉCANIQUE

I.1 Généralités

Les essais mécaniques sont des expériences dont le but est de caractériser les lois de comportements des matériaux (mécanique des milieux continus). La loi de comportement établit une relation entre les contraintes (pression=force/surface) et les déformations (allongement unitaire sans dimensions). Il est à noter qu'il ne faut pas confondre une déformation avec un déplacement ou une dilatation.

Cependant, la déformation d'une pièce dépend de la forme de la pièce et de la manière dont sont exercés les efforts extérieurs sur cette pièce. Il faut donc normaliser les essais. Des normes définissent donc : la forme de la pièce dont est fait le matériau on parle d'éprouvette, Comment sont exercés les efforts sur l'éprouvette on parle d'essai normalisé.

I.2 Essai de dureté

Si la notion de dureté est l'une des plus intuitives, sa mesure correspond en pratique à celle de la résistance à la pénétration locale du matériau considéré. Les essais de la dureté permettent de définir quelques caractéristiques des matériaux tels que ; (les modules d'Young et de Coulomb, coefficient de poisson, dureté, viscosité, forces d'adhésion (entre la pointe et le substrat) ou encore ténacité et énergie de rupture, etc.), mais aussi de la nature et de la forme du pénétrateur et du mode de pénétration [20, 21].

I.2.1 Définition de dureté

La définition valable pour la dureté est la résistance qu'oppose un corps à la pénétration d'un corps plus dur. La dureté est un complément indispensable de l'examen métallographique, qui donne une première impression sur les caractéristiques mécaniques et corrobore souvent l'interprétation des textures. Selon le type de charge du corps d'essai lors de la pénétration dans le matériau, on distingue deux procédés: [22].

- procédé avec action statique (par pénétration).
- procédé par action dynamique (par rebondissement) [22].

I.2.2 Principe de l'essai de pénétration

Il consiste à enfoncer un pénétrateur dans le métal à essayer. La charge est constante et on mesure la dimension de l'empreinte. L'empreinte est d'autant plus grande que le métal est moins dur. La dureté H s'exprime par le rapport de la force sur la surface de l'empreinte :

$$H = \frac{F}{S} \quad (I.1)$$

Les essais les plus classiques sont les essais Brinell, Vickers et Rockwell (Tableau. I.1) [23].






Pénétrateur	Brinell	Rockwell		Vickers	Knoop
Nature	Acier trempé ou carbure de tungstène	Diamant	Acier trempé	Diamant	Diamant
Forme	Sphère	Cône	Sphère	Pyramide à base carrée	Pyramide à base losange
Dimensions	 D = 10 mm ; 5 mm ; 2,5 mm ; 1 mm	 $\theta = 120^\circ$	 D = 1/16" (1,587 mm) D = 1/8" (3,175 mm)	 $\theta = 136^\circ$	 c = 130° phi = 172° 30'

Tableau I.1 : Tableau pénétrateurs Brinell, Rockwell, Vickers et Knoop [20].

I.2.3 Procédé avec action statique

Les différentes méthodes d'essai faisant partie de ce procédé sont les essais du domaine macro avec force d'essai $F > 30$ N tels que:

- essai Brinell
- essai Rockwell
- et l'essai Vickers [22].

I.2.3.1 L'essai de dureté Brinell

Il consiste à imprimer dans la pièce à essayer une bille en acier ou en carbure de tungstène de diamètre D sous une charge F, et à mesurer le diamètre d de l'empreinte laissée sur la surface après l'enlèvement de la charge (Fig. I.2). La dureté Brinell HB est un nombre proportionnel au rapport F/S , où S est la surface en millimètre carrés de l'empreinte [23].

I.2.3.2 Principe

On interpose entre la bille et la charge un bloc de dureté connue (le bloc étalon). La comparaison entre l'empreinte relevée sur le bloc étalon S et l'empreinte relevée sur la pièce S' permet de déterminer la dureté de cette dernière (Fig. I.1.a).

$$H' = H \cdot \frac{S}{S'} \quad (I.2)$$

L'appareil portatif (Fig. I.1.b) permet des essais de dureté directement sur les pièces quelles que soient leurs dimensions [24].

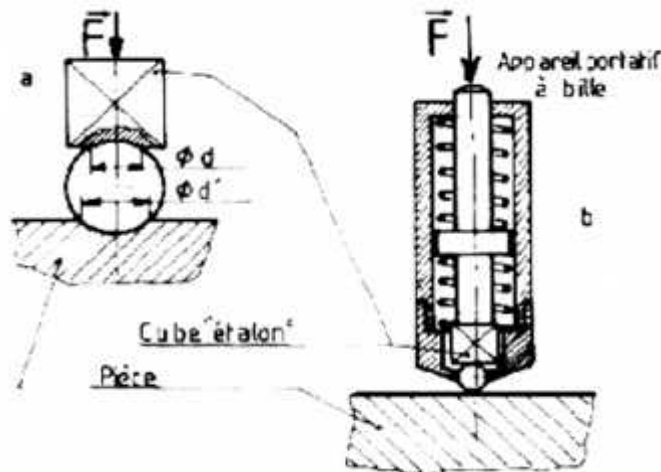


Figure I.1 : Appareil portatif à bille [24].

I.2.3.3 Pénétrateur d'essai

Le diamètre de la bille ne peut être inférieur à 1 mm. Diamètres et tolérances sont fixés par la norme : $\phi 10 - 5 - 2,5 - 2 - 1$.

Les billes sont en acier trempé ou en carbure de tungstène [24].

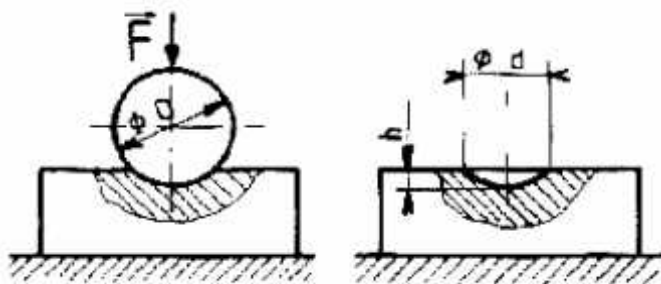


Figure I.2: Essai Brinell [24].

I.2.3.4 Machine d'essai

La plus courante est schématisée (Fig. I.3). L'éprouvette à tester est placée sur le plateau P. L'opérateur amène la bille au contact grâce au volant V agissant sur la vis. Une friction entre la vis et le volant limite l'effort de façon à éviter toute pénétration de la bille due à cette manœuvre.

L'action sur le bras B, détermine la rotation de la came qui agit sur le levier L.

L'articulé sur les couteaux C, comprime les rondelles «Belleville» qui forment ressort de compression, assurant ainsi la force de pénétration [24].

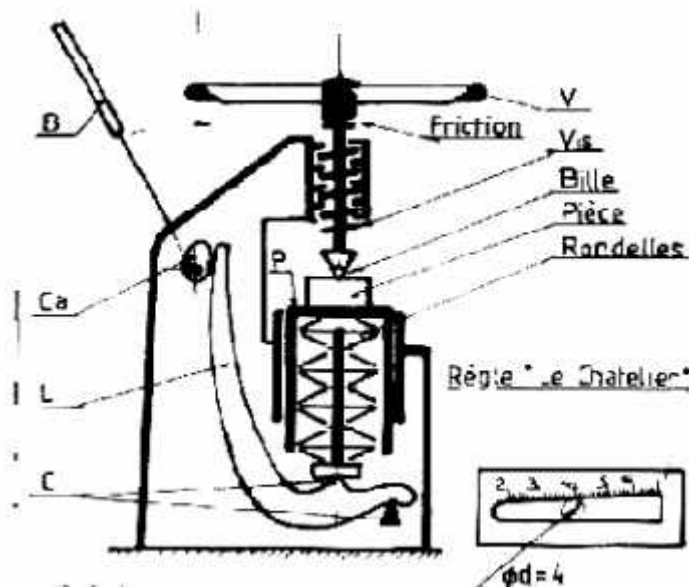


Figure I.3: Machine d'essai de dureté [24].

I.2.3.5 Conduite de l'Essai

On applique la charge normalement à la surface et sans choc, en la faisant croître progressivement de manière à atteindre en 15 s la charge fixée. On la maintient pendant 10 à 30 s, on décharge et on mesure le diamètre de l'empreinte [24].

L'essai s'effectue à la température ambiante. La surface de la pièce à étudier doit être lisse et propre : éventuellement pratiquer un meulage sur une surface brute.

- La pièce est mise en place et la bille amenée au contact ; en principe, la distance au centre de l'empreinte au bord de la pièce doit être supérieure à 2,5 fois le diamètre de l'empreinte.

Le bras est amené en butée, sans choc, ni vibration, de manière à atteindre la charge d'essai [24].

I.2.3.6 Caractéristiques de l'essai

La dureté Brinell HB est déterminée par le rapport entre la force F et la surface de l'empreinte A et se calcule sans mesure.

$$HB = \frac{0,102F}{A} \quad (II.3)$$

F= force d'essai en newton.

A= surface de l'empreinte en mm²

$$A = \pi \cdot D \cdot h \quad (I.4)$$

D= diamètre de la bille.

H= profondeur de pénétration.

Le facteur 0.102 pour donner la dureté en système SI.

La calculé Durant l'essai on ne mesure pas la hauteur de pénétration h, mais on selon:

$$h = \frac{D - (D^2 - D^2)^2}{2} \quad \text{D'où} \quad HB = \frac{2,102.F.2}{\pi.D[D - (D^2 - D^2)^2]} \quad (I.5)$$

Le diamètre de l'empreinte d est mesuré à l'aide de la règle le Chatelier (Fig. I.4), qui est une plaque en verre sur laquelle sont gravées deux droites concourantes dont l'une est graduée et indique les millimètres. La règle est posée de façon que les deux droites soient tangentes à l'empreinte. Le diamètre est lu sur la division correspondante au point de tangence [22].

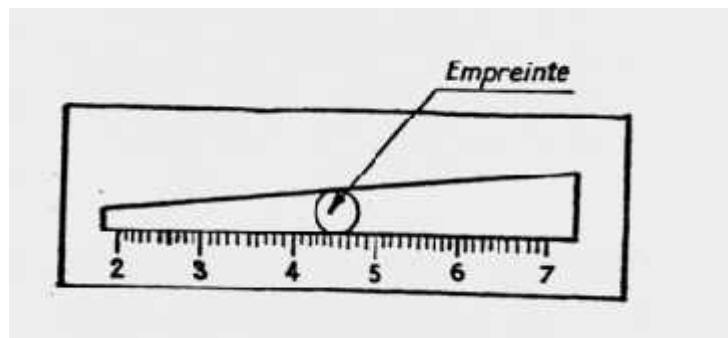


Figure I.4: Règle de mesure de l'empreinte [22].

1.2.4.1 Essai de dureté Rockwell

L'essai Rockwell consiste à imprimer dans la couche superficielle du métal une empreinte à l'aide d'une bille ou pointe de diamant sous l'action d'une charge connue.

La détermination de la dureté Rockwell se réduit par la mesure de la profondeur de pénétration. Plus le métal sera dur, moins il y aura de pénétration et plus grand sera le chiffre de Rockwell lu sur la comparateur de mesure.

1.2.4.2 Pénétrateur de L'essai

La figure I.5 présente les pénétrateurs.

- Cône de diamant : essai HRC
- Bille en acier trempé : $\varnothing 3,175$ essai HRE et $\varnothing 1,5875$ essai HRB et HRE

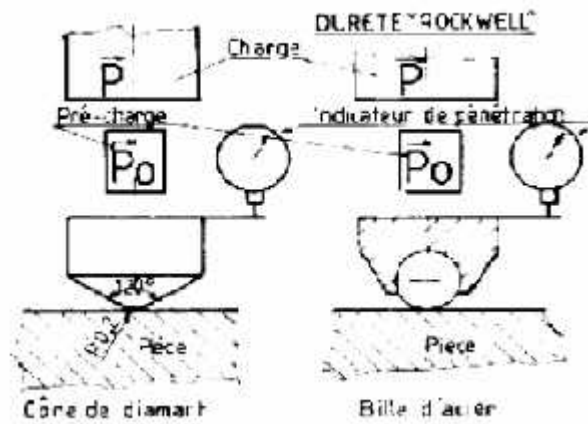


Figure I.5: Les pénétrateurs [24].

I.2.4.3 Machine d'essai

Elle comporte essentiellement :

- 2 mécanismes permettant d'assurer distinctement la pré-charge P_0 et la charge P (Fig. I.5).
- Un dispositif indicateur de pénétration constitué par un comparateur [24].

I.2.4.4 Conduite de l'essai

Essai avec le cône (Fig. I.6.a) essai avec la bille (Fig. I.6.b)

- Le pénétrateur est amené au contact.
- La pré-charge P_0 est appliquée (la couche superficielle est brisée). L'indicateur de pénétration est réglé sur 100 pour l'essai avec le cône ou 130 pour l'essai avec la bille.
- La charge P est appliquée 1 400 N (cône) ; HRC ; 1 000 N (bille) : MRB ; 900 N ; HRE ; 500 N ; HRF
- La charge P est supprimée. La suppression des déformations élastiques est constatée sur l'indicateur de pénétration. Le pénétrateur remonte un peu. On lit la valeur de HR sur le cadran du comparateur [24].

I.2.4.5 Caractéristiques de l'essai

L'indicateur d'enfoncement est un comparateur permettant les mesures, au micromètre près, de la profondeur de pénétration e après suppression de la charge F_1 . La dureté est exprimée par la différence à 100 ou 130, les formules utilisées étant :

$$\text{Echelle Rockwell avec Cône en diamant HRC} = 100 - e$$

$$\text{Ou Echelle Rockwell avec Bille en acier HRB} = \text{HRE} = \text{HRF} = 130 - e$$

Avec e exprimée en millimètres.

La dureté est naturellement d'autant plus grande que la pénétration e est moindre. La lecture sur le cadran se fait directement en unités Rockwell. Une unité Rockwell correspond à un enfoncement de 0,002 mm [24].

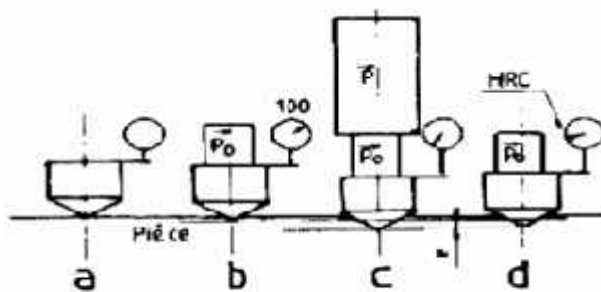


Figure II.6.a: le cône

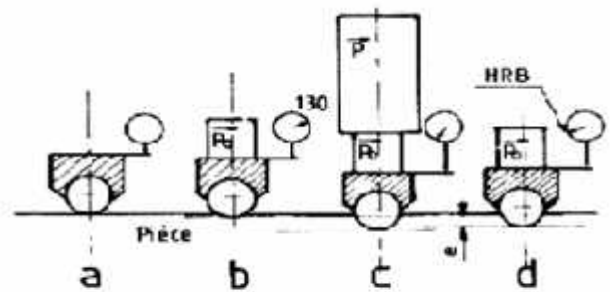


Figure II.6.b: la bille

I.2.5.1 Essai de dureté Vickers

La détermination de la dureté selon vickers s'effectue de la même façon que le procédé brinell, il consiste à imprimer dans le métal testé un pénétrateur en diamant de forme géométrique pyramidal à base carrée, d'angle au sommet entre deux faces opposées de 136° . On mesure la diagonale de l'empreinte carrée laissée par le pénétrateur [22, 24].

I.2.5.2 Principe de L'essai

Il consiste à imprimer dans la pièce à essayer. Un pénétrateur pyramidal sous l'effet d'une charge F et à mesurer la diagonale de l'empreinte (Fig. I.7) après suppression de la charge [24].

I.2.5.3 Pénétrateur de L'essai

Dans ce procédé le pénétrateur est un diamant pyramidal à base carrée dont l'angle au sommet (l'angle dièdre des deux faces opposées) vaut 136° (Fig. I.7) [22].

I.2.5.4 Conduite de l'essai

- L'essai est normalement est effectué à température ambiante.
- La charge est appliquée progressivement, sans choc ni vibrations, et maintenue à sa valeur finale pendant 10 à 15 secondes.
- On prépare la surface pour éviter toute altération.
- On choisira l'épaisseur de la pièce $\geq 1.5xd$.

I.2.5.5 Caractéristiques de l'essai

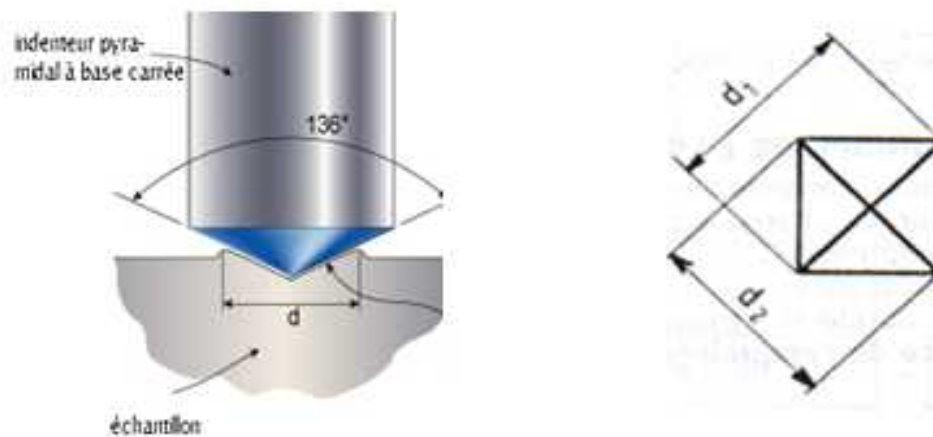


Figure I.7 : Pénétrateur pyramidal [23].

Angle au sommet du pénétrateur : 136° .

F : charge d'essai en newton à \pm

d : diagonale de l'empreinte en mm.

Avec $d = (d_1 + d_2) / 2$ (Fig. II.4).

Dureté Vickers = $HV = 0.189 F/d^2$.

$$HV = \frac{F(N)}{e(mm^2)} \quad (II.7)$$

I.2.5.6 Conclusion

L'essai Brinell laisse sur les pièces une empreinte importante. De plus, il ne peut être utilisé sur des pièces très dures ou pour des épaisseurs minces. On réservera donc l'essai aux essais sur des pièces brutes et assez épaisses : (laminés, barres, etc...).

Par contre, les essais Vickers et Rockwell laissent des empreintes très très petites et peuvent être employés pour les essais sur des pièces usinées, des pièces dures cémentées, trempées (couche superficielle dure) ou pour des épaisseurs minces.

I.4 Essai de traction

Il s'agit d'un des essais les plus pratiqués et qui permet de déterminer des caractéristiques mécaniques fondamentales des matériaux : limite d'élasticité, charge de rupture, allongement de rupture notamment. Il consiste à réaliser, dans une éprouvette, un champ de contrainte uniforme uniaxiale de traction et à enregistrer l'allongement résultant [26].

I.4.1 But d'essai

Ces essais permettent de tracer une courbe de traction à partir de laquelle les caractéristiques suivantes peuvent être déduites :

- La déformation élastique en fonction de la force appliquée d'où on peut déduire, connaissant les dimensions de l'éprouvette, le module d'Young.
- la limite élastique souvent notée R_e , ou bien la limite d'élasticité à 0,2% $R_{e0,2}$.
- la déformation plastique.
- la résistance à la traction ou tension de rupture souvent notée R_r .

I.4.2 Principe

L'essai est réalisé sur une machine de traction. On applique progressivement et lentement (sans choc) à une éprouvette cylindrique de formes et de dimensions normalisées, un effort de traction croissant à une éprouvette sur laquelle on a tracé deux repères initialement distants de L_0 , et on mesure simultanément l'effort F et l'allongement.

$$\Delta L = L - L_0 \quad (I.10)$$

I.4.3 Eprouvettes

L'essai de traction est exécuté soit sur des barres de section constante, soit sur des éprouvettes cylindriques (Fig. I.13), ou prismatiques prolongées de part et d'autre par des têtes d'attache de forme appropriée pour la fixation. Afin de garantir des résultats obtenus sous contrainte uniaxiale, toutes les déterminations faites au cours de l'essai ne portent que sur une partie de la longueur de l'éprouvette.

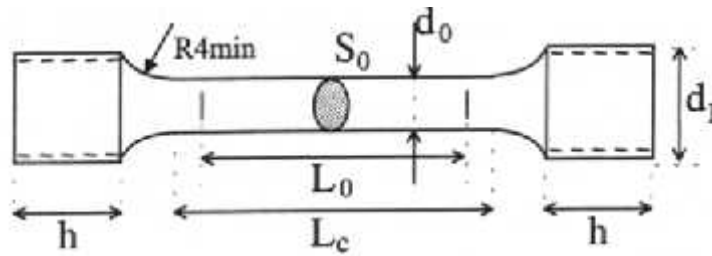


Figure I. 13 : Exemple d'une éprouvette de traction [27].

$d_0 = \varnothing$ partie calibrée

$S_0 =$ section initiale

$d_1 = \varnothing$ des têtes filetées ou diamètre initial

$h =$ longueur des têtes

$L_0 =$ longueur entre repère = $5 d_0$

Conventionnelles:

$L_c =$ longueur calibrée

$$L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{S_0}$$

I.4.4 Machine d'essai

Une machine de traction moderne (Fig. II.14), dispose d'un entraînement électrique réglable pour effectuer des essais simples ou cycliques à vitesse contrôlée. Elle doit être équipée de capteurs de force et d'allongement, ainsi que d'un système d'amarrage. Grâce aux micro-ordinateurs, le contrôle de l'essai et l'acquisition des données sont devenus très simples. Des capteurs combinés avec des cartes d'acquisition de données, gérés par des logiciels hautement polyvalents, permettent de contrôler des machines pouvant développer des forces de 100 kN, à l'aide de quelques touches [27].



Figure I.14 : Machine de traction [28].

I.4.5 Diagramme de traction

Les valeurs mesurées directement lors d'un essai de traction sont la force F et l'allongement L , plutôt que les contraintes et la déformation. La contrainte σ , rapportée dans un diagramme de traction est la force divisée par la section initiale S_0 de l'éprouvette (contrainte nominale).

$$\sigma = \frac{F}{S_0} \quad (I.11)$$

De même la déformation ϵ , se réfère à la longueur initiale L_0 de la partie délimitée par l'extensomètre (déformation nominale) [29].

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (I.12)$$

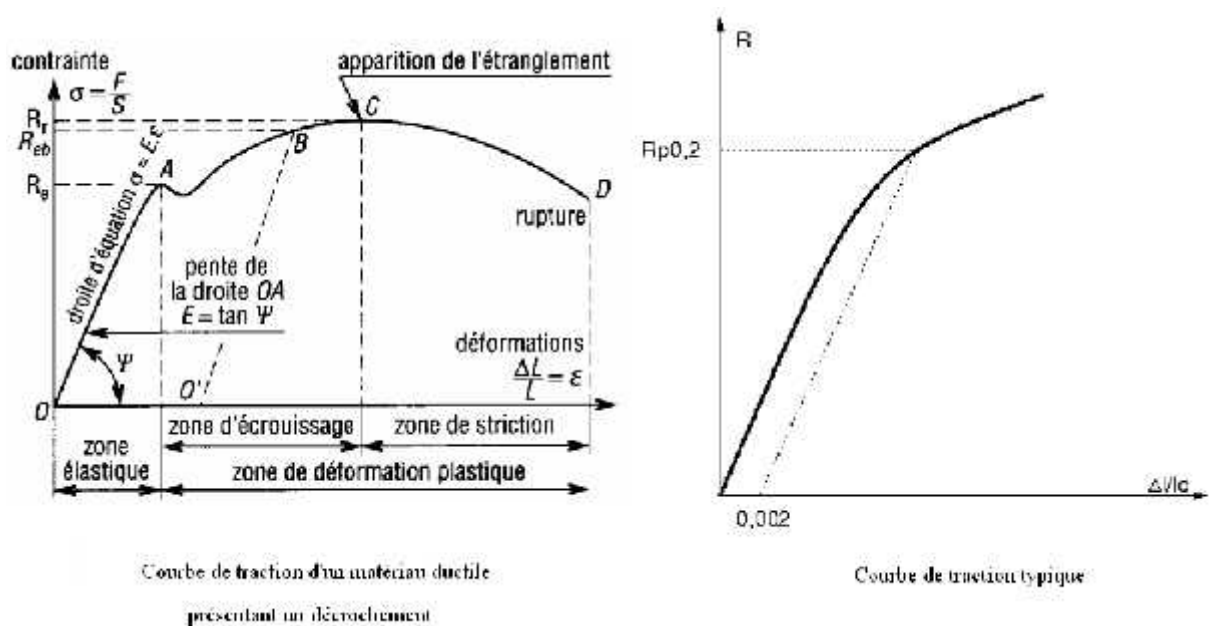


Figure I.15 : Diagramme de traction

Premier période : c'est la période élastique ou de résistance à la déformation des matériaux. Si on relâche les forces appliquées avant d'atteindre la limite $(R_e)_{t_1}$ le matériau reprend sa forme initiale, c'est la limite élastique.

Deuxième période : c'est la période de déformation permanente ou période de mise en forme des matériaux. Le matériau se déforme, mais ne rompt pas et gardera la déformation même si on relâche les forces appliquées.

Troisième période : c'est la période de striction ou de décohésion structurale localisée entraînant la rupture de l'éprouvette.

I.4.6 Caractéristiques de l'essai

Limite élastique (R_e) :

C'est la charge unitaire (charge par unité de section) exprimée en hb (hectobar) ou 10^7 Pa (environ 102 kgf/cm² pour les anciens) correspondant à la fin de la première période.

$$R_e = \frac{\text{Force élastique}(F_e)}{\text{Section éprouvette}(S_0)} \quad (\text{I.13})$$

Résistance de rupture (R_r) :

C'est la charge unitaire maxi que peut supporter l'éprouvette avant rupture exprimée en hb (hectobar) ou 10^7 Pa (environ 1,02 kgf/mm² pour les anciens).

$$R_r = \frac{\text{Force rupture}(F_r)}{\text{Section éprouvette}(S_0)} \quad (\text{I.14})$$

Allongement (A %) :

C'est le rapport de changement de longueur après rupture de la partie travaillante (l_0) exprimé en %.

$$A\% = \frac{l_f - l_0}{l_0} \cdot 100 = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100 \quad (\text{I.15})$$

Striction (Z%) :

C'est le rapport de changement de section après rupture

$$Z\% = \frac{S_f - S_0}{S_0} \cdot 100 \quad (\text{I.16})$$

Dans cette expression, L_0 et L_f sont respectivement les longueurs initiales et finales après rupture.

Module d'élasticité longitudinal ou module de YOUNG :

Il caractérise la stabilité dimensionnelle sous charge pendant la première période. C'est le rapport de la charge unitaire sur l'allongement unitaire correspondant dans la première période de proportionnalité.

$$E = \frac{Re\ t}{\frac{\Delta l}{l_0}} \quad (I.17)$$

Plus le module est important et plus la stabilité dimensionnelle de la pièce est grande.

I.6 Essai de fluage

La déformation d'un matériau induite pendant le maintien constant de la température et de la contrainte est appelée fluage. Il s'agit d'une déformation permanente évoluant avec le temps, autrement dit de nature viscoplastique. Si ce genre de déformation est possible à toute température au dessus du zéro absolu, elle n'intervient de manière significative qu'à des températures relativement élevées. Typiquement, ce genre de phénomène est pris en compte à partir de températures avoisinant $0,2.T_f$, où T_f est la température de fusion du matériau [32].

I.6.1 Définition

Le fluage est la déformation isotherme sous contrainte constante en fonction du temps.

Le fluage d'un matériau se produit à haute température et correspond à un régime de déformation lente, sous charge constante, la contrainte étant potentiellement inférieure à la limite d'élasticité. Ces essais intéressent donc les domaines où les matériaux sont soumis à des températures élevées, tels que l'aéronautique ou le nucléaire.

Les essais de fluage nécessitent l'usage d'une machine de mise en charge, d'un four et d'un extensomètre. Dans le cas des métaux, les essais de fluage sont le plus souvent effectués en traction, quoique des essais de compression sont également possibles pour des matériaux fragiles, le risque d'endommagement étant plus limité dans ce mode (les fissures perpendiculaires à l'axe de sollicitation ne pouvant pas se développer) [33].

Les courbes de fluage représentent la variation de l'allongement en fonction du temps. Leur aspect général est schématisé sur la (Fig. II.21). Le courbe n° 1 est caractéristique du fluage logarithmique qui se manifeste aux températures relativement basses ($T < 0,3 T_f$) et ne conduit pas à la rupture. La courbe n° 2 est relative au fluage restauration ($T > 0,3 T_f$) très largement gouverné par des processus de diffusion. La courbe n° 3 correspond au fluage visqueux (ou fluage Nabarro), observé au voisinage de la température de fusion pour des contraintes faibles[33].

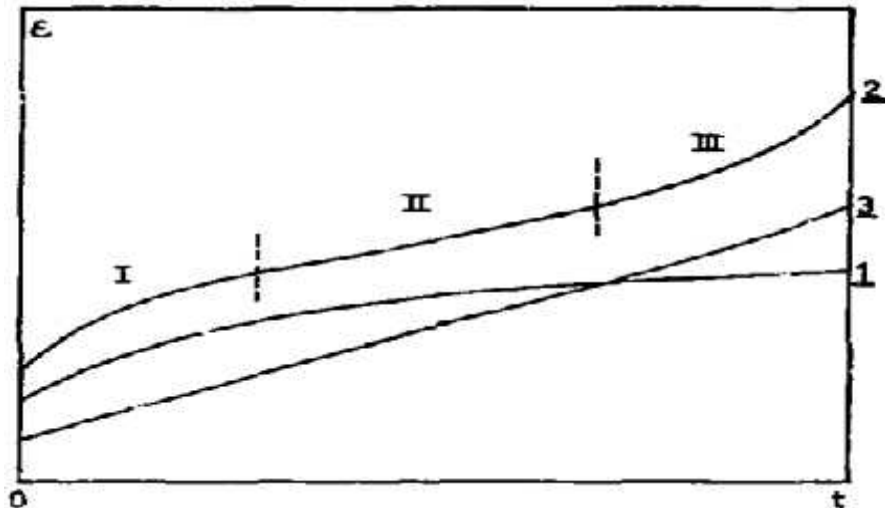


Figure I.2.1 : Courbes de fluage [33]

1 : Fluage logarithmique

2 : Fluage restauration

3 : Fluage visqueux

Le courbe n° 2 représente le cas le plus général. Elle se compose de trois stades (Fig. I.2.2.a):

I.6.2 Diagramme typique de fluage (fluage restauration)

Typiquement, le fluage des matériaux présente trois phases : le fluage primaire, pendant lequel la vitesse de déformation décroît continûment, le fluage secondaire, à vitesse de déformation minimum, et enfin le fluage tertiaire pendant lequel la vitesse de déformation augmente jusqu'à la rupture de l'échantillon. La (Fig. I.2.2.a) présente une courbe type d'essai de fluage [34].

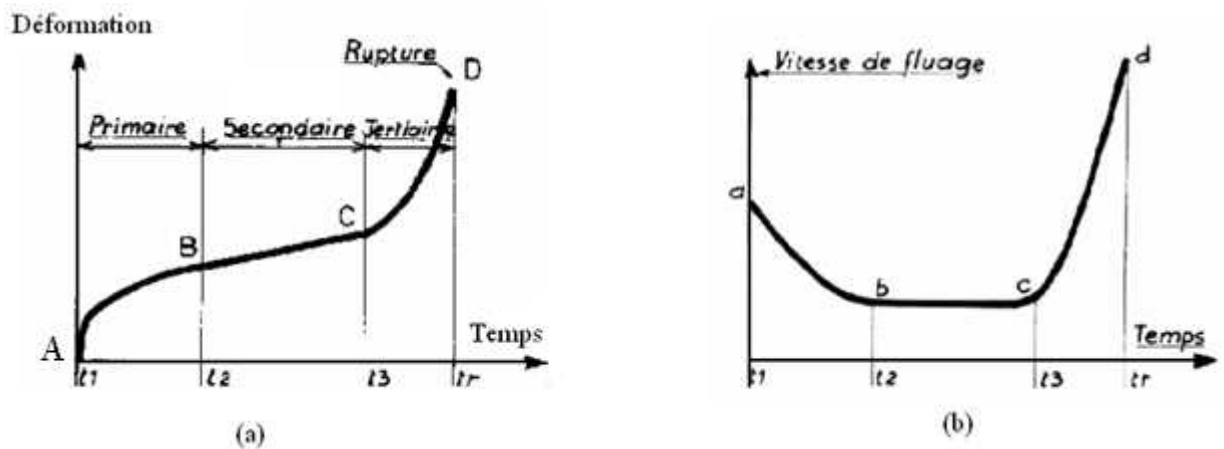


Figure I.2.2 : (a) Allure générale d'une courbe de fluage, Evolution de la déformation et (b) la vitesse de déformation en fonction du temps [32].

I.6.3 Différents stade de fluage restauration A

On distingue généralement trois stades d'évolution de la déformation (Fig. I.2.2.a):

Le stade primaire, ou transitoire (AB) : pendant lequel la vitesse de déformation diminue avec le temps, ce qui traduit une augmentation de la résistance du matériau. Cette tendance provient en général d'un accroissement de la densité de dislocations jusqu'à saturation.

Le stade secondaire, ou stationnaire (BC) : pendant lequel la vitesse de déformation se stabilise. Cette phase correspond à l'équilibre atteint entre les phénomènes de durcissement et ceux de restauration à l'échelle des dislocations.

Le stade tertiaire (CD) : où la vitesse de déformation augmente jusqu'à rupture de l'éprouvette. La densité et la mobilité des dislocations augmentent. En parallèle, des phénomènes de cavitation interne et d'endommagement en surface vont mener à la création de fissures. Ces dernières vont diminuer la surface portante de l'éprouvette entraînant la rupture par augmentation de la contrainte macroscopique [35].

I.6.4 Eprouvettes

Les éprouvettes de fluage sont analogues à celles utilisées en pour les essais de traction uniaxiale ordinaires, éprouvettes cylindriques (Fig. I.23) ou plates, encore que d'autres géométries peuvent être utilisées selon la disponibilité du matériau ou les contraintes géométriques. Il est préférable, toutefois, étant donnée la faible vitesse de déformation, de disposer d'éprouvettes relativement longues pour augmenter la précision de la mesure du déplacement.

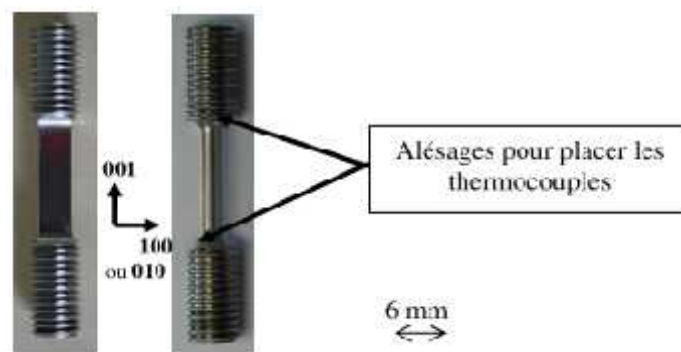


Figure I.23: Eprouvette de fluage prismatique [36].

I.6.5 Dispositif d'application de la charge

Lors d'une expérience de fluage, il est plus courant de travailler à charge qu'à contrainte constante, toutefois il est possible d'effectuer des essais à contrainte constante, ce qui implique de faire varier la charge appliquée au fur et à mesure de la déformation de l'échantillon. Les dispositifs de fluage sont généralement composés d'un poids et d'un bras de levier relié à un mors sur lequel l'éprouvette est fixée (Fig. II.24). Il peut être nécessaire, pour conserver l'équilibre de cette balance, de disposer d'un moteur qui compense l'élongation de l'éprouvette, les dispositifs correctement conçus pouvant tout de même assurer une précision satisfaisant les normes pour des angles du bras de levier de l'ordre de 10°. Il faut porter une attention particulière à l'alignement des têtes d'amarrage, afin de limiter les moments de flexion imposés à l'éprouvette (la norme ASTM recommande une déformation en flexion inférieure à 10 % de la déformation axiale).

Une étape sensible de l'essai de fluage est la mise en charge qui doit être accomplie de façon soignée pour éviter de perturber l'essai. L'éprouvette doit déjà être à la température de l'essai pour cette opération. La mise en charge peut être réalisée soit de manière "instantanée" pour s'approcher de la courbe théorique de fluage, mais cela peut entraîner une perturbation du dispositif de mesure de la déformation ou un effet de choc sur l'éprouvette qui entraîne l'apparition d'un transitoire. Autrement, on peut procéder à un chargement progressif qui a l'avantage d'être reproductible, soit par paliers discontinus (ajout de masses), soit en augmentant continûment la charge, typiquement à l'aide de petites billes de plomb [35].

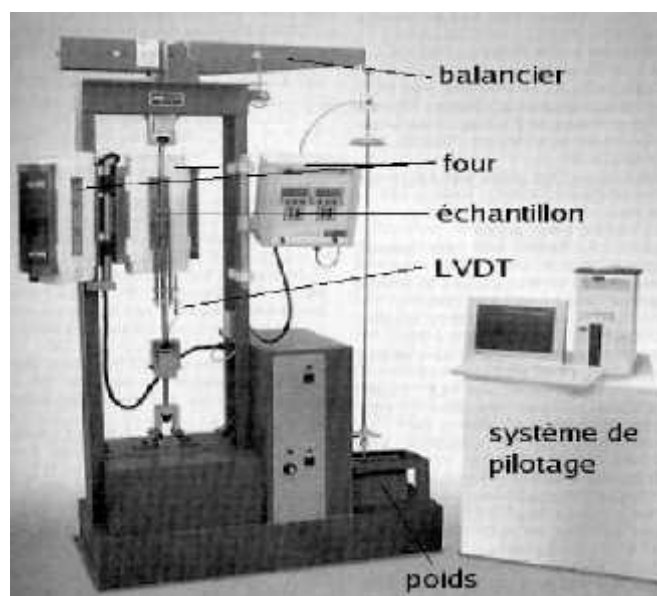


Figure I.24 : Machine de fluage [35].

I.6.6 Four

Les fours utilisés sont en général des fours tubulaires à résistance électrique qui chauffe par radiation (Fig. I.25). Les variations de température ayant un impact fort sur les résultats de fluage, il est important d'assurer un contrôle précis de la température (la norme fixe une variation maximale de $\pm 1,7$ C au-dessous de 980 C et $\pm 2,8$ C au-dessus. La montée en température à elle seule peut durer plusieurs heures pour éviter de dépasser la température d'essai, ce qui invaliderait les résultats. La mesure de température est généralement effectuée par un thermocouple fixé sur l'échantillon. Les éprouvettes longues peuvent imposer d'utiliser plusieurs thermocouples an de s'assurer de l'homogénéité de la température [35].



Figure I.25: Fours tubulaires

I.6.7 Mesure du déplacement

La mesure du déplacement est effectuée par extensomètre. Détaille les différentes techniques d'extensomètre existantes sur la (Fig. I.26). Dans le cas des essais de fluage, la température élevée interdit le plus souvent de placer l'extensomètre directement dans le four et on utilise un système de tiges capables de supporter la température d'essai, transférant la déformation à un LVDT .comme présenté sur la (Fig. I.26). Il est aussi possible de faire appel à de l'extensomètre sans contact, ce qui implique de disposer d'une fenêtre dans le four pour suivre la déplacement des points de la surface pris comme repères [35].

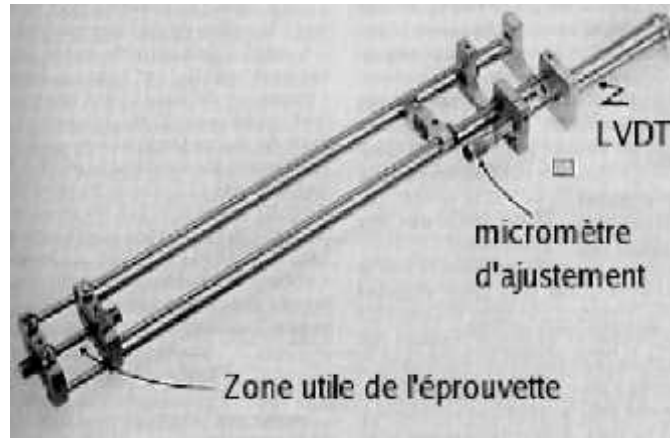


Figure I.26: Dispositif de mesure de la déformation pour essai de fluage [35].

➤ Jauges de déformation

Un premier type d'extensomètres avec contact sont des dispositifs traduisant en variation de résistance électrique leur propre déformation, en principe égale à celle de la structure à l'endroit où ils sont collés. Ils permettent typiquement de mesurer des déformations de $\pm 1\mu\text{m}/\text{m}$. L'image de gauche de la (Fig. I.27) présente le schéma de fonctionnement de ces dispositifs [35].

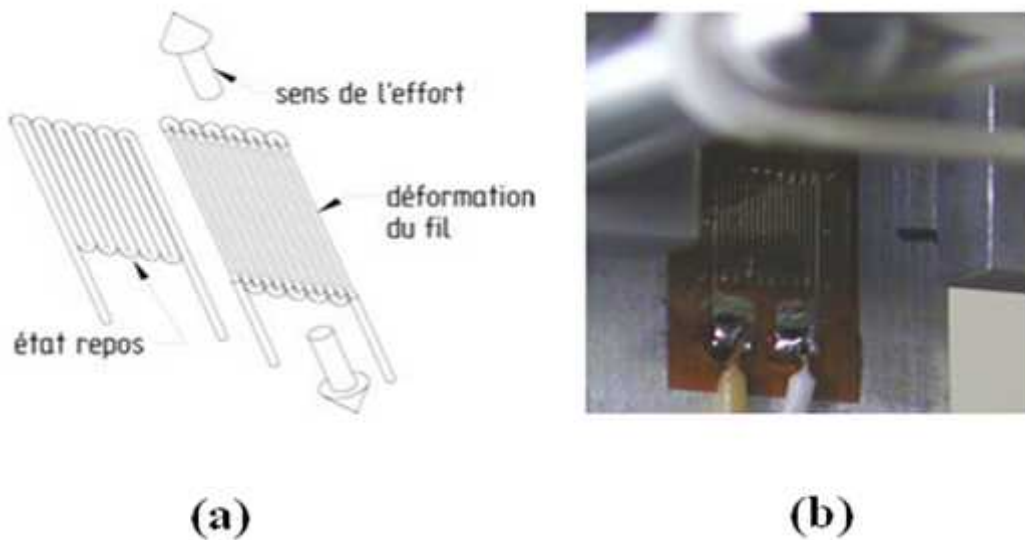


Figure I.27: (a) jaugé collée sur une éprouvette (image CdM), (b) schéma de principe du fonctionnement d'une jaugé de déformation [35].

➤ Extensomètres à pinces

Le deuxième type d'extensomètres avec contact sont les extensomètres à pinces (Fig. I.28). Il en existe deux types. Les extensomètres à LVDT (Linéar variable différentiel transformer) ont un corps constitué d'un noyau central autour duquel s'enroulent trois bobines. Une de ces bobines - primaire - est alimentée en courant et lorsque le noyau coulisse, cela induit du courant dans les bobines secondaires dont les variations sont proportionnelles au déplacement du noyau.

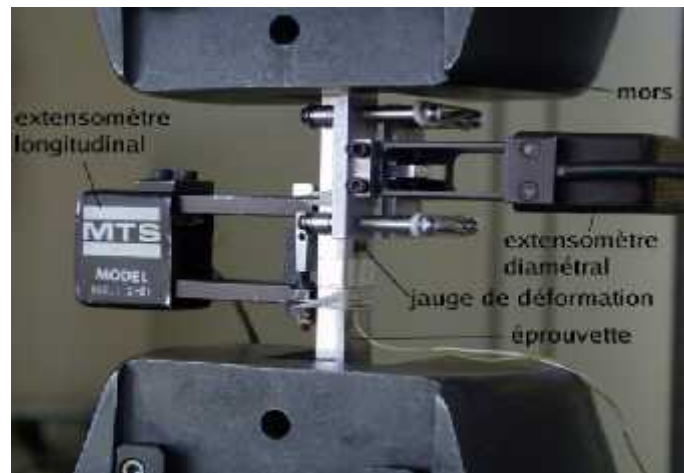


Figure I.28: Extensomètres diamétral et longitudinal sur une éprouvette de traction (Cliché CdM) [35].

Le deuxième type d'extensomètre à pince repose sur la mesure de la déflexion d'une barre par des jauges de déformation. Cette barre, située dans le corps de l'extensomètre, fléchit sous le déplacement des couteaux suite à la déformation de l'échantillon.

1.6.8 Effets de la température et de la contrainte sur le comportement en fluage

On a vu différents types de fluage que le fluage présentait trois stades différents si la température était supérieure à environ $0,3 T_f$ et se réduisait à un fluage de nature logarithmique pour des températures inférieures.

On distingue aussi les essais réalisés à des contraintes inférieures à la limite d'élasticité σ_e et ceux réalisés à des contraintes supérieures. Dans ce dernier cas, le stade secondaire est d'autant plus réduit que le taux d'écrouissage $\frac{d\epsilon}{d\sigma}$ du matériau est faible lors d'un essai de traction. C'est le cas, en particulier, pour les superalliages base nickel.

D'une manière générale, la vitesse de fluage augmente avec la contrainte et la température T. La durée du fluage primaire et tertiaire augmente avec et T, tandis que celle du fluage secondaire diminue [36].

I.6.9 Effets de la taille de grain sur le comportement en fluage

La vitesse de déformation $\dot{\epsilon}$ varie de façon inversement proportionnelle à la taille de grain. Pour augmenter la résistance au fluage, il faut augmenter la taille de grain [36].

I.6.10 Variations de ϵ et de $\dot{\epsilon}$ avec le temps

Les variations de ϵ (et de $\dot{\epsilon}$) avec le temps sont souvent données par la somme de quatre fonctions :

- Avec
- 1 Déformation instantanée correspondant à la mise en charge,
 - 2 fonction du temps de type t^x , avec $x < 1$ (stade primaire),
 - 3 fonction linéaire du temps (stade secondaire),
 - 4 fonction du temps de type t^y , avec $y > 1$ (stade tertiaire).

Cette expression permet de décrire une courbe de fluage à une température et une contrainte données. Pour chacune des fonctions 2, 3 et 4, il existe un très grand nombre d'équations différentes. Les fonctions qui décrivent le mieux les courbes de fluage sont la somme d'une fonction puissance avec une fonction linéaire et une fonction logarithmique. Il faut garder à l'esprit que bien souvent ces fonctions ne sont valables que dans un intervalle de contrainte set de températures données. L'expression la plus courante est la loi d'Andrade [36]:

$$\epsilon = \epsilon_0 + \lg(1 + k t) \quad (I.18)$$

Ou encore, pour la vitesse de déformation :

$$\dot{\epsilon} = \frac{\beta}{3(1+\beta t^{1/3})t^{2/3}} + k \quad (I.19)$$

Où k et β sont des paramètres ajustables.

I.6.11 Variation de la vitesse de déformation ($\dot{\epsilon}$) avec la température

La vitesse de déformation ($\dot{\epsilon}$) augmente avec la température : elle est thermiquement activée. ($\dot{\epsilon}$) suit une loi de type Arrhenius [36]:

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_d \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

Avec $\dot{\epsilon}$ vitesse de déformation pendant le fluage secondaire.

Q ($\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$) énergie d'activation.

R constante molaire des gaz ($8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$).

T (K) température.

$\dot{\epsilon}_d$ (s^{-1}) Paramètre de dimensionnement.

La figure I.29 présente une courbe d'Arrhenius et qui permet de déterminer l'énergie d'activation Q .

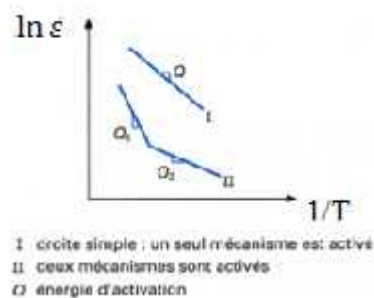


Figure I. 29 : Courbe d'Arrhenius [36].

On remarque que cette expression est indépendante de la contrainte. À partir de cette équation, il est possible d'exprimer déformation (ϵ) en fonction du temps et de la température par intégration [36].

I.6.12 Caractéristiques de fluage

I.6.12.1 Fluage logarithmique

À basse température et à faible contrainte la courbe montre seulement la transition du fluage avant que la déformation devient constante (Fig. I. 30.a). Ce fluage est décrit par l'équation [37]:

$$\epsilon = \epsilon_0 + a \log t \quad (I.20)$$

Où ϵ : représente la déformation après un temps t .

a : est une constante.

ϵ_0 : est la déformation instantanée.

Ce type de fluage est appelle logarithmique

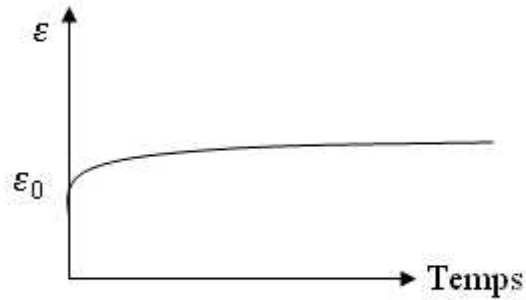


Figure I.30-a : Fluage logarithmique [37].

I.6.12.2 Fluage de puissance

A haute température et forte contrainte l'équation de fluage est de la forme :

$$\epsilon = \epsilon_0 + t^m \quad (I.21)$$

Où β et m sont des constantes avec la valeur de m compris entre 0 et 1. Pour plusieurs matériaux polycristalin à température élevée $m = 1/3$.

β : constante en fonction de la température et la contrainte.

Ce type est appelé fluage de puissance (Fig. I.30.b).

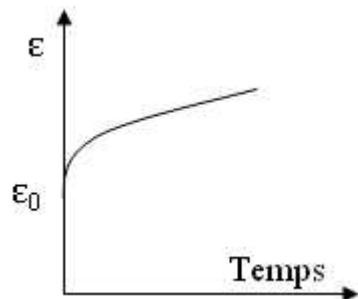


Figure I.30-b : Fluage de puissance [37].

Les deux équations (a) et (b) indiquent la diminution de la vitesse de déformation $\frac{d\varepsilon}{dt}$ avec le temps, l'équation de la vitesse de déformation s'écrit :

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = t^{-n}, \text{ où } n \text{ est une constante} \quad (I.22)$$

A des basses températures $n = 1$ et à haute température $n = 1-m$.

La transition du premier stade de fluage vers le deuxième stade est caractérisée par l'équation:

$$= \sigma_0 + t^m + s.t \quad (I.23)$$

I.6.13 Les différents mécanismes de fluage

Il existe deux grandes classes de mécanismes à l'origine de la déformation plastique à haute température: le fluage dislocation et le fluage diffusion. La déformation du matériau est gouvernée par l'un ou l'autre des mécanismes, en fonction de la température ou de la contrainte appliquée. Nous exposerons ici les mécanismes prédominants par ordre croissant de température, ce qui correspond à un ordre décroissant de la contrainte [38, 39].

La figure I.31 présente schématiquement les différents modes de déformation en fonction de la température.

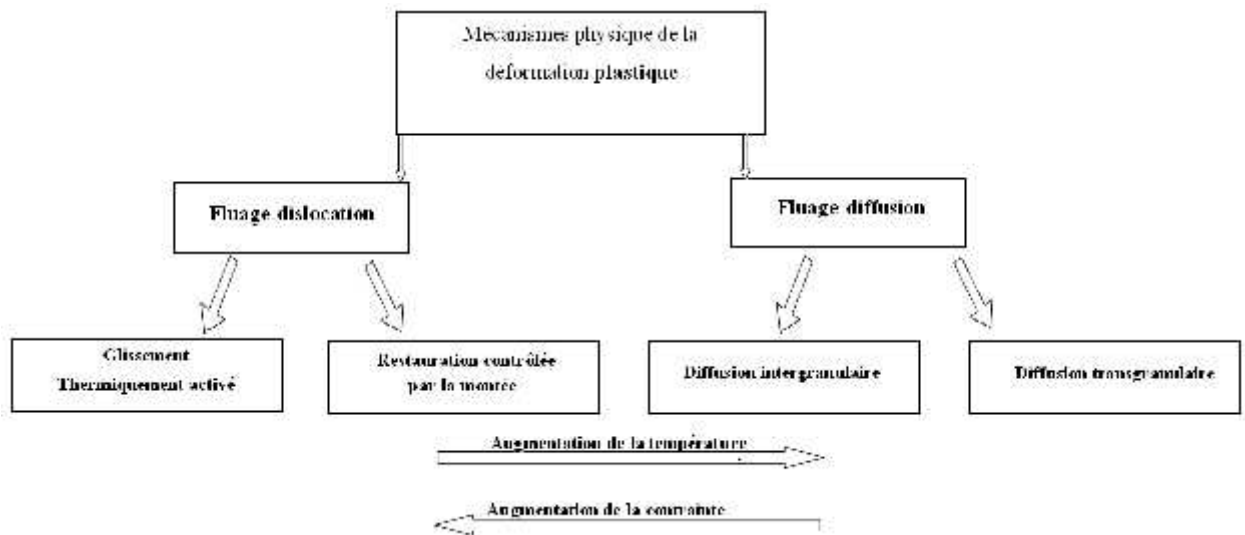


Figure I.31 : Représentation schématique des modes de déformation en fonction de la température [40].

I.7 Les différents types des appareils d'essai de fluage

I.7.1 premier exemple

Diha a réalisé une machine de fluage (Fig. I.33) pour les fils de cuivre et d'aluminium [41].

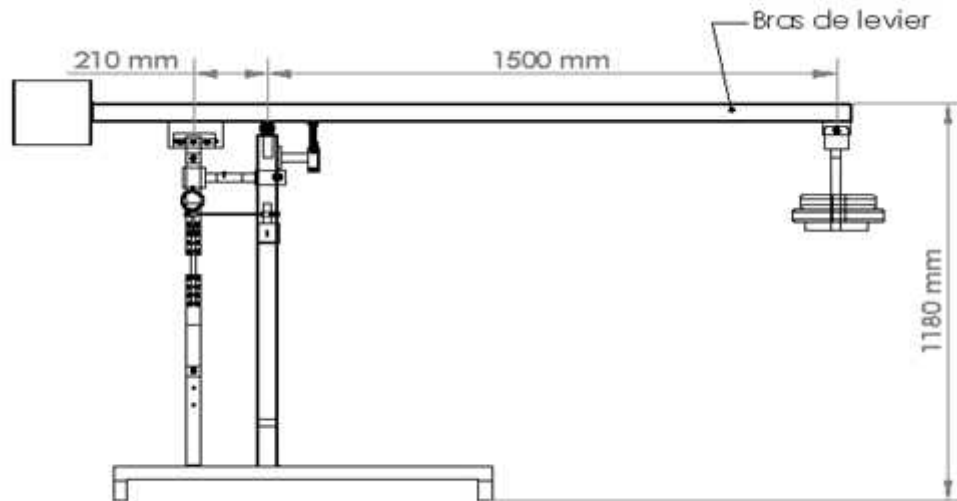


Figure I.32 : Schéma de la machine de fluage [41].

Les constituants de la machine sont :

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| 1- Bielle. | 9 -Contre poids. |
| 2- Mors mobile. | 10- Articulation. |
| 3 -Mors fixe | 11 -Bras de levier. |
| 4- Porte mors fixe. | 12- Porte La charges (masses). |
| 5 -Support. | 13- Mass |
| 6- Comparateur | 14 -Eprouvette |
| 7 -Système de guidage. | 15-Bâti. |
| 8 -Buté. | |

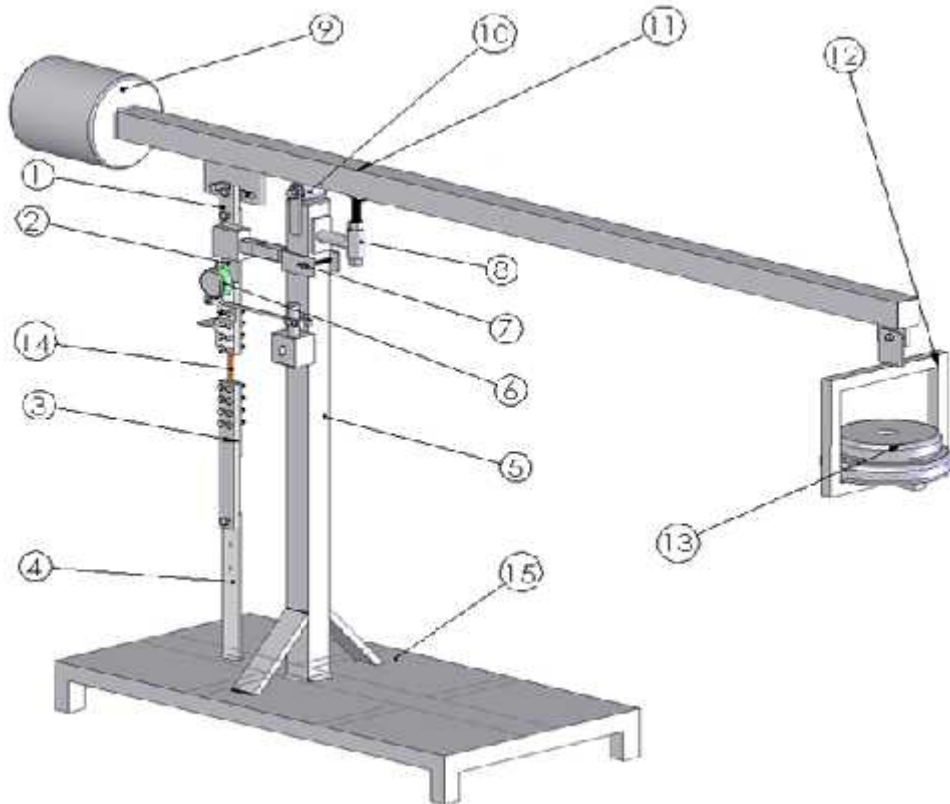


Figure I.33 : Les constituants de machine de fluage [41].

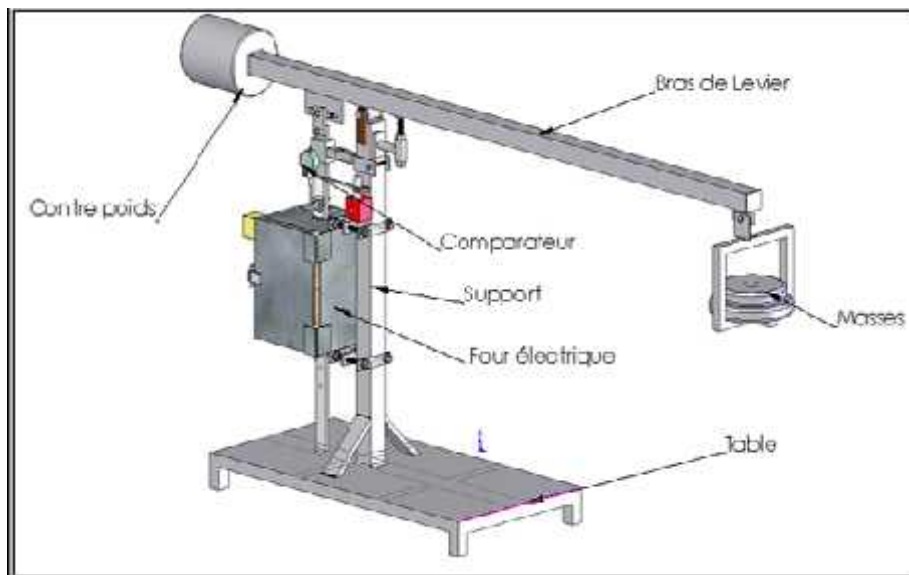


Figure I.34 : Dessin d'ensemble de la machine [41].

La figure I.35 c'est un dispositif complet de tous les éléments constitutifs qui ont été réalisés avec un choix étudié de la matière et des opérations d'usinages, soudages, assemblages.



Figure I.35 : Machine de fluage complète [41].

I.7.2 Deuxième exemple

Les figures II.36 et II.37 montrent d'autres types d'appareil d'essai de fluage.

I.7.2.1 Les éléments de la machine

Deux chambres à vide ont été conçues et construites pour être utilisées pour les essais mécaniques à haute température sous vide ou tout autre type d'environnement inerte. La forme et les dimensions de leurs composants et les détails de systèmes appropriés pour mesurer la température et la déformation ont été définis en fonction des détails de la structure des machines d'essai qui existent déjà dans le fluage laboratoire. (Fig. I. 35) montre une vue générale de l'appareil. Ce qui est intéressant fait au sujet de ces machines est qu'elles permettent la réalisation de tests de fluage soit à charge constante ou à un stress constant par permutation convenablement comes mécaniques avec des profils différents situés dans leurs leviers de port en lourd. La condition de charge constante est atteint par un profil de came circulaire, tandis que l'état de contrainte constante par une came Andrade-Chalmers [42].

Les chambres ont été conçues pour recevoir en eux tous les composants du train de charge, de l'extensomètre et thermocouples. Les extensomètres fonctionnés avec transducteurs

LVDT et les thermocouples étaient du type chromel-alumel. Le plus grand bien avec ces chambres est qu'ils ont été conçus pour être rigidement fixé sur la base des machines de fluage, de sorte que la tige inférieure de traction est reliée à une articulation sphérique fixée à l'intérieur de l'instrument (Fig. I.36). Certains types de chambres d'environnement sont conçus pour être connectés directement à des tiges de traction, étant difficile à fonctionner pendant la préparation du fluage de test et susceptibles de causer des obstructions mécaniques avec l'axe de charge spécimen. Avec le modèle actuel la plupart de ces problèmes ont été grandement minimisés. (Fig. I.37) présente des photographies d'une vue d'ensemble de deux machines de fluage fonctionnant avec le système de vide avec des détails de la face et de dos des chambres et les composants du système sous vide [42].

La chambre est divisée en trois composantes principales:

- Un composant inférieur comprenant une section d'un tube en acier inoxydable (304) ayant environ 200 mm de diamètre, une épaisseur de 3 mm et 300 mm de longueur, avec deux sorties latérales avec des brides et des joints à vide (o-rings), comme indiqué dans les (Fig. I.37.b et 37 c). L'ouverture frontale est principalement utilisée pour l'installation du LVDT à des membres des extensomètres. Le disque couvrant cette bride a les raccordements pour la conduite à dépression. Le disque de recouvrement arrière de la bride a les connexions pour le LVDT et des thermocouples conduit.
- Un composant intermédiaire qui traverse la zone chaude du four constitué par un tronçon de tube en acier inoxydable (Type 310) ayant environ 90 mm de diamètre, une épaisseur de 5 mm et 700 mm de longueur. Deux brides avec joints hermétiques (joints toriques) dans ses extrémités sont utilisés pour la connexion avec les deux autres composants, comme représenté sur la (Fig. I.36 et Fig. I.37.a).
- un élément supérieur constitué par un soufflet métallique de couplage ayant deux brides avec joints (vide joints toriques) pour connexion avec la partie intermédiaire et l'arbre de traction supérieure (Fig. I.36) et (Fig. I.37.a).

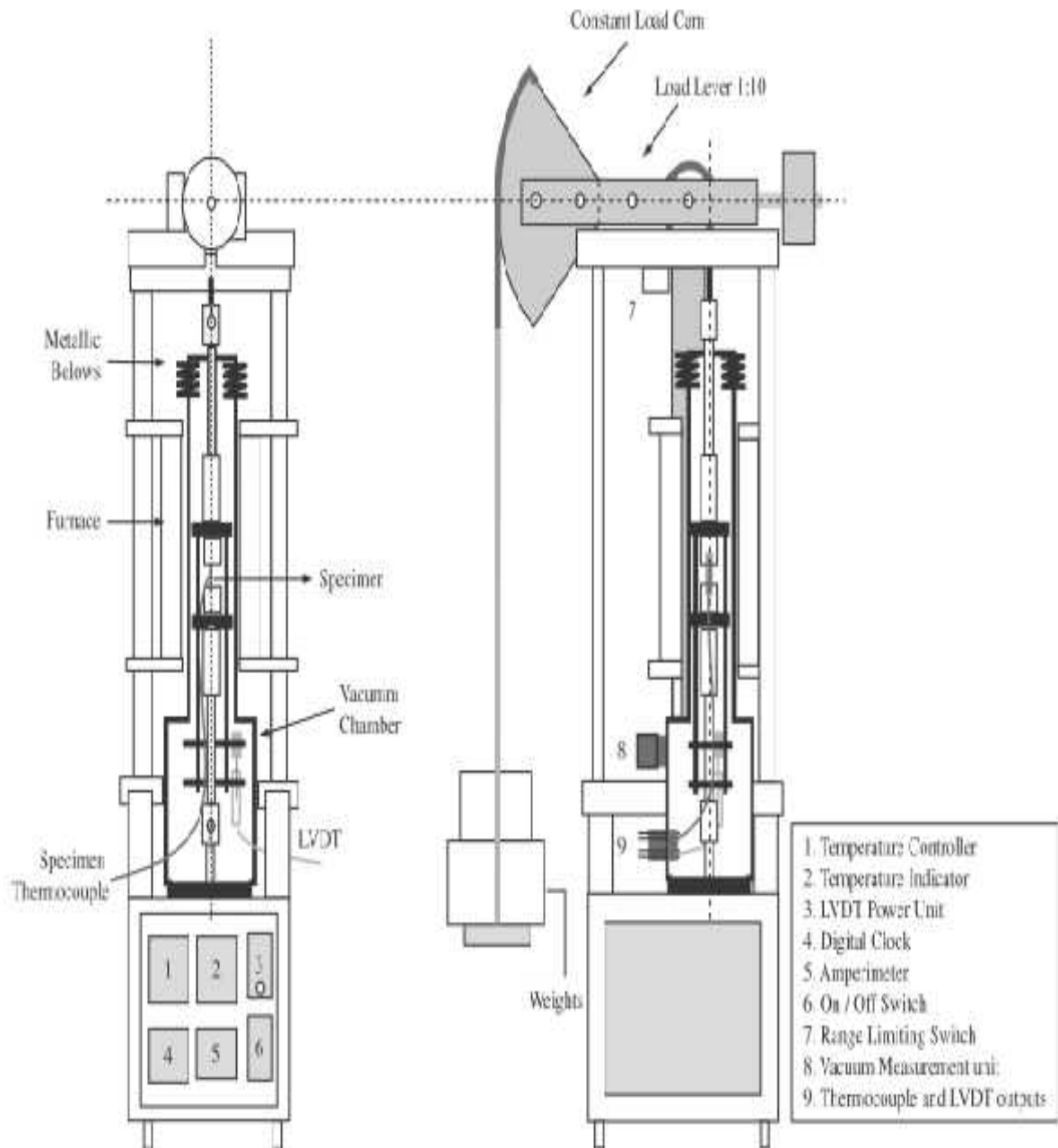


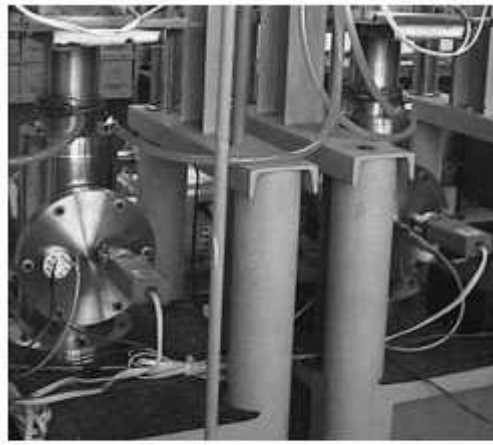
Figure I.36 : Schéma des principaux composants de la machine de fluage et de la chambre à vide [42].



(a)



(b)



(c)

Figure I.36 : a) les deux machines de fluage d'exploitation avec le vide système; vue de face b) et c) vue de dos des deux chambres à vide sur la machine de fluage [42].

I.7.2.2 Méthode de mesure

Les mesures d'allongement des échantillons et la température ont été surveillée en permanence pendant le test avec des données Fluke une hydre enregistreur modèle - Série II-2635A. Le système peut stocker un grand nombre de lectures à partir de chaque machine pour traitement ultérieur. Taux de numérisation typiques utilisées dans ce travail étaient les suivants: 1 lecture/s, au début de chaque essai, 1 lecture / minute ou 1 lecture / 10 minutes pendant la majeure partie de la durée de l'essai, en fonction du taux de déformation de fluage impliqués dans chaque cas. Pour chaque test un total d'environ 1000 à 3000 points ont été stockés qui ont ensuite été filtré à environ 100 à 200 lectures seulement. Ce nombre de points ont été jugés suffisants pour bien définir la forme de chaqu

e courbe de fluage [42].

Troisième exemple

J.J. Momoh, a réalisé une machine de test de traction / fluage comme le montre la figure I.38. constituée de quatre grandes parties, à savoir [43]:

- Stand / Traverse en U
- Plaques supérieure et inférieure
- Système d'application des charges
- Système de mesure de déformation (Fig. I. 39)

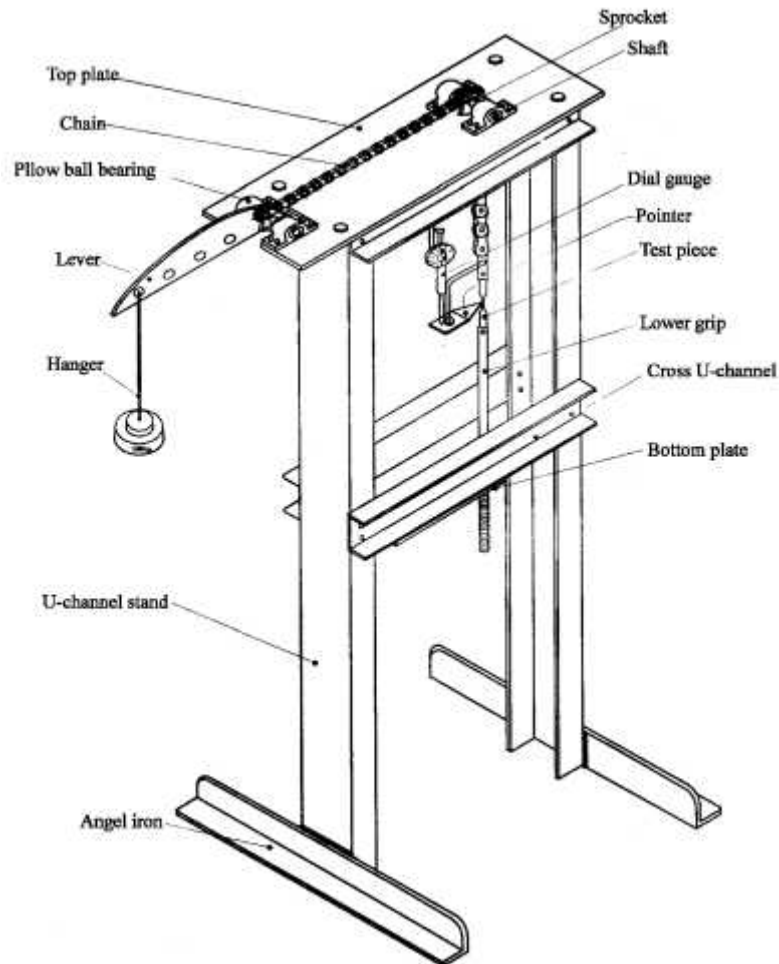


Figure I. 38 : Machine de test de traction / fluage [43].

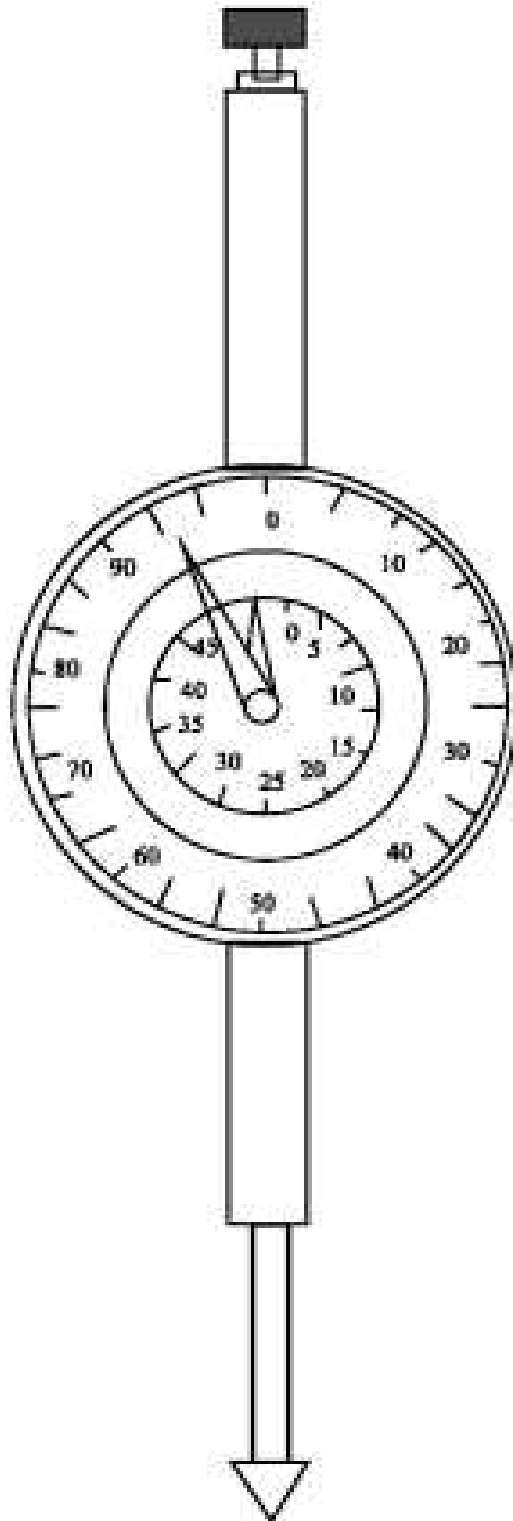


Figure I. 39 : Comparateur à cadran [43].

CHAPITRE II
LES DIFFÉRENTS
TYPES DES CARTE
ARDUINO

I. Arduino

Est un circuit imprimé en matériel libre (les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas en licence libre) sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, etc. C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple. Il était destiné à l'origine principalement mais pas exclusivement à la programmation multimédia interactive en vue de spectacle ou d'animations artistiques. C'est une partie de l'explication de la descendance de son interface de programmation de Processing, lui-même inspiré de l'environnement de programmation Wiring.

Arduino peut être utilisé pour construire des objets interactifs indépendants (prototypage rapide), ou bien peut être connecté à un ordinateur pour communiquer avec ses logiciels (ex. : Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Usine Hollyhock, Pure Data, SuperCollider). En 2011, les versions vendues sont préassemblées. Des informations sont fournies pour ceux qui souhaitent assembler l'Arduino eux-mêmes.

II. Description:

II.1.Matériel:

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur Atmel AVR (ATmega328 ou Atmega 2560 pour les versions récentes, ATmega168 ou ATmega8 pour les plus anciennes), et de composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5 V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles).

Le microcontrôleur est préprogrammé avec un bootloader de façon à ce qu'un programmeur dédié ne soit pas nécessaire.

Les modules sont programmés au travers d'une connexion série RS-232, mais les connexions permettant cette programmation diffèrent selon les modèles. Les premiers Arduino possédaient un port série, puis l'USB est apparu sur les modèles Diecimila, tandis que certains modules destinés à une utilisation portable se sont affranchis de l'interface de programmation, relocalisée sur un module USB-série dédié (sous forme de carte ou de câble).

L'Arduino utilise la plupart des entrées/sorties du microcontrôleur pour l'interfaçage avec les autres circuits. Le modèle Diecimila par exemple, possède 14 entrées/sorties numériques, dont 6 peuvent produire des signaux PWM, et 6 entrées analogiques. Les connexions sont établies au travers de connecteurs femelle HE14 situés sur le dessus de la carte, les modules d'extension venant s'empiler sur l'Arduino. Plusieurs sortes d'extensions sont disponibles dans le commerce.

Certains modules non officiels, compatibles avec la technologie Arduino, utilisent des connecteurs mâle pour une utilisation aisée avec des plaques de test.

II.2.Logiciel:

Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java, libre et multi-plateforme, servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le firmware et le programme au travers de la liaison série (RS-232, Bluetooth ou USB selon le module). Il est également possible de se passer de l'interface Arduino, et de compiler et uploader les programmes via l'interface en ligne de commande.

Le langage de programmation utilisé est le C++, compilé avec avr-g++, et lié à la bibliothèque de développement Arduino, permettant l'utilisation de la carte et de ses entrées/sorties. La mise en place de ce langage standard rend aisé le développement de programmes sur les plates-formes Arduino, à toute personne maîtrisant le C ou le C++.

II.3.Matériel officiel:

Les modules d'origine des différentes versions de l'Arduino sont fabriqués par la société italienne Smart Projects. Quelques-unes des cartes de marque Arduino ont été conçues par la société américaine SparkFun Electronics.

Dix-sept versions des cartes de type Arduino ont été produites et vendues dans le commerce à ce jour dans l'ordre chronologique ci-dessous :

1. Serial Arduino programmé avec une connexion série par connecteur DB9 et utilisant un ATmega8.
2. Arduino Extreme, programmable via une connexion USB et utilisant un ATmega8.
3. Arduino Mini, une version miniature de l'Arduino utilisant un ATmega168 de type CMS.
4. Arduino Nano, une version encore plus petite de l'Arduino alimenté par USB et utilisant un ATmega168 (avant la version 3) ou ATmega328 (à partir de la version 3.0) de type CMS.
5. LilyPad Arduino, une conception de type minimaliste pour permettre une application portable utilisant un ATmega168 de type CMS.
6. Arduino NG, programmable via une connexion USB et utilisant un ATmega8.
7. Arduino NG plus, programmable via une connexion USB et utilisant un ATmega168.
8. Arduino Bluetooth(BT), programmable via une connexion Bluetooth et utilisant un ATmega 328.
9. Arduino Diecimila, possède une interface USB et utilise un ATmega168 dans un boitier format DIL28. (16 ko flash, 1 ko SRAM, 0,5 ko EEPROM)
10. Arduino Duemilanove (2009) utilise un Atmega168 et est alimenté en électricité par le connecteur USB ou une alimentation externe avec commutation automatique . La nouvelle version est équipé d'un ATmega328 (32 ko de flash, 2 ko de SRAM, et 1 ko d'EEPROM).
11. Arduino Mega est équipé d'un ATmega1280 de type CMS pour avoir des Entrées/Sorties supplémentaires et de la mémoire (128 ko flash, 8 ko SRAM, 4 ko EEPROM).

12. Arduino Uno utilise un ATmega328 comme les derniers modèles de Duemilanove, mais alors que le Duemilanove utilisait une puce FTDI pour la programmation via un connecteur USB, le Uno utilise une puce ATmega8U2 programmé comme un convertisseur série.
13. Arduino Mega2560 est équipé d'un ATmega2560 de type CMS, augmentant la mémoire totale disponible à 256 ko. Il est équipé aussi de la nouvelle puce USB ATmega8U2.
14. Arduino Ethernet est une carte Arduino UNO intégrant un chip Wiznet W5100 pour rajouter la connectivité Ethernet intégré .
15. Arduino Leonardo est une version bas coût de l'Arduino UNO à base d'un ATmega32U4.
16. Arduino DUE est une évolution de l'Arduino Mega2560 avec un micro-contrôleur 32 bits Atmel SAM3X (ARM 32 bits Cortex-M3).
17. Arduino Esplora est une carte dérivée de l'Arduino Leonardo. Elle a la forme d'une manette de jeu. Contrairement aux autres Arduino, c'est une carte « tout-en-un » qui comporte de nombreux capteurs (température, accélération, lumière, microphone, potentiomètre...) ainsi que 4 boutons poussoirs, un potentiomètre et un joystick analogue.

Arduino V	Micro-contrôleur	Flash ko	EEPROM ko	SRAM ko	Broches d'ES numériques	...avec PWM	Broches d'entrée analogique	Type d'interface USB	Dimensions pouces	Dimensions mm
Duomila V	ATmega168	16	1k	1	14	6	6	F-USB	2,7" x 2,1"	68,6 mm x 53,3 mm
Duomilanove V	ATmega168P/168P	16	1k	1	14	6	6	F-USB	2,7" x 2,1"	68,6 mm x 53,3 mm
Uno R3	ATmega328P	32	1	2	14	6	6	ATmega16U2	2,7" x 2,1"	68,6 mm x 53,3 mm
Leonardo R3	ATmega32U4	32	1	2	20	7	12	ATmega32U4	2,7" x 2,1"	68,6 mm x 53,3 mm
Mega R3	ATmega1280	128	4	8	54	15	16	FTDI	4" x 2,1"	101,6 mm x 53,3 mm
Mega2560 R3	ATmega2560	256	4	8	54	15	16	ATmega8U2	4" x 2,1"	101,6 mm x 53,3 mm
Duo R3	Atmel SAM3X8E	512	0	96	54	12	12	SAMD30C (USB Host), ATmega16u2 (programmation)	4" x 2,1"	101,6 mm x 53,3 mm
Pro Mini	ATmega328P	32	1	2	14	6	6	Aucune	1,6" x 1,1"	40,6 mm x 27,9 mm
Nano R3	ATmega168 or ATmega328	16/32	0,5k	1	14	6	6	F-USB	1,67" x 0,78"	43 mm x 18 mm
LilyPad R3	ATmega168V or ATmega328V	16	0,5k	1	14	6	6	Aucune	2" x	51 mm x
Yun R1	ATmega32u4	32	1	2,5	20	7	12			73 mm x 53 mm

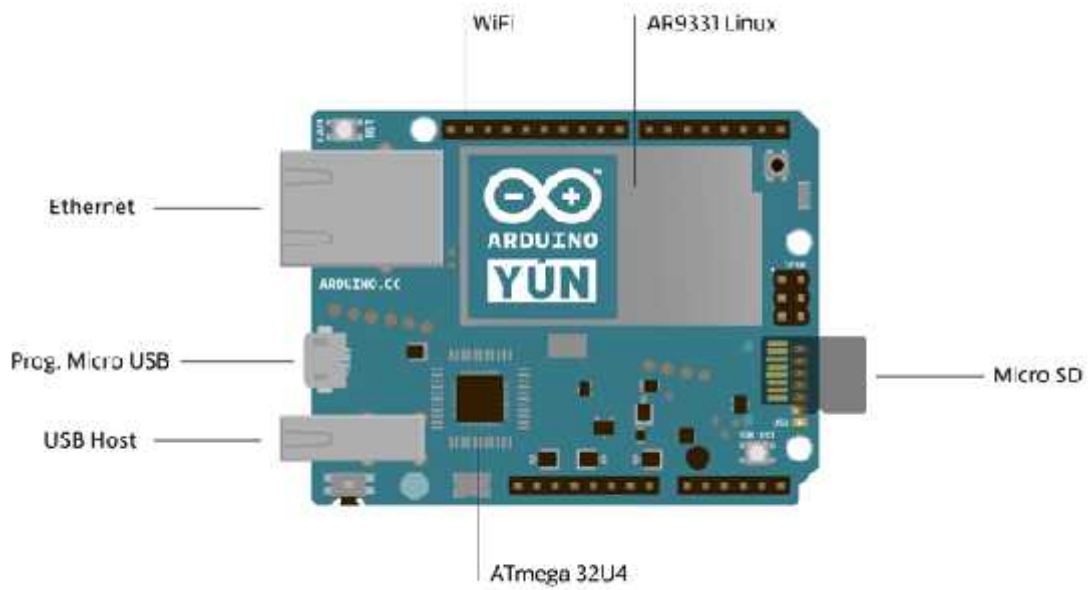
III. Les type des arduino :

III.1. CARTE ARDUINO YUN :

1. vue d'ensemble:

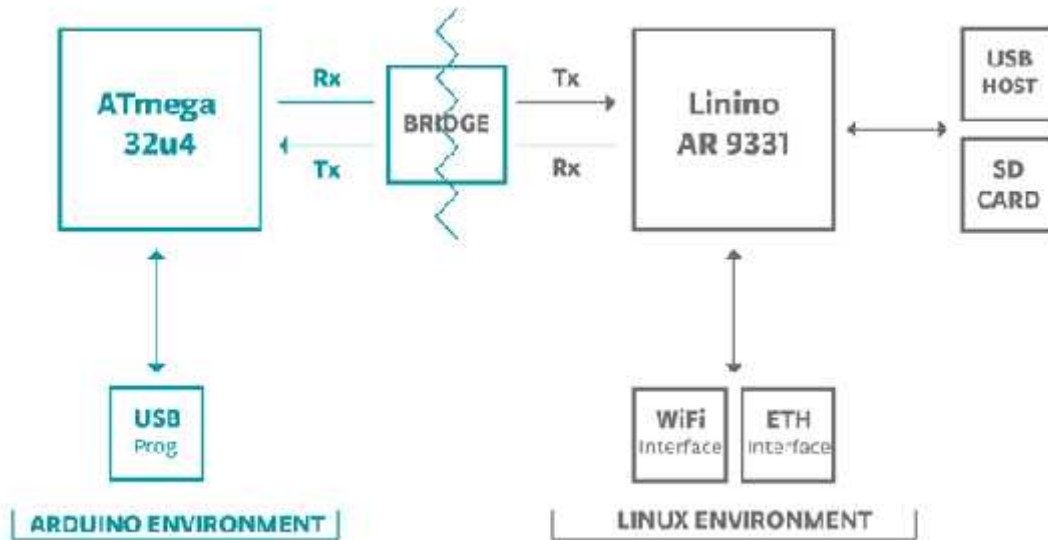
L'Arduino Yun est une carte microcontrôleur basée sur le ATmega32u4 (fiche technique) et le Atheros AR9331. Le processeur Atheros prend en charge une distribution Linux basée sur OpenWrt nommé OpenWrt-Yun. Le conseil a intégré dans le support Ethernet et WiFi, un port USB-A, micro-fente pour carte SD, 20 entrées / broches de sortie (dont 7 peuvent être utilisées comme sorties PWM et 12 comme entrées analogiques), un cristal de 16 MHz oscillateur, un 3 boutons de réinitialisation d'une connexion USB micro, d'une embase ICSP et 1.

NB: Dans certains pays, il est interdit de vendre des appareils compatibles WiFi, sans l'approbation du gouvernement. En attendant la certification adéquate, certains distributeurs locaux sont invalidantes fonctionnalité WiFi. Vérifiez auprès de votre revendeur avant d'acheter un Yun si vous croyez que vous pouvez vivre dans un tel pays. Si vous souhaitez désactiver le WiFi, exécutez cette esquisse. Pour plus d'informations, reportez-vous à ce post sur le forum.



Le Yun se distingue des autres cartes Arduino en ce qu'elle peut communiquer avec la distribution Linux embarqué, offrant un ordinateur en réseau puissant avec la facilité d'Arduino. En plus de commandes Linux comme cURL, vous pouvez écrire vos propres scripts shell et python pour interactions robustes.

Le Yun est similaire à la Leonardo en ce que le ATmega32u4 a intégré la communication USB, éliminant la nécessité d'un processeur secondaire. Cela permet à la Yun apparaisse à un ordinateur connecté en tant que souris et clavier, en plus d'un (CDC) port série / COM virtuel.



2. Résumé:

Parce que le Yun a deux processeurs, la section de synthèse présente les caractéristiques de chacun dans deux tableaux distincts.

AVR Arduino microcontrôleur microcontrôleur ATmega32u4

Tension de fonctionnement 5V

Tension d'entrée 5V

Digital I / O Pins 20

Chaînes PWM 7

Voies d'entrées analogiques 12

DC Courant par I / O Pin 40 mA

Courant DC pour 3,3 Pin 50 mA

Mémoire Flash de 32 Ko (dont 4 Ko utilisé par bootloader)

SRAM 2,5 KB

EEPROM 1 KB

Vitesse d'horloge de 16 MHz

microprocesseur Linux

Processeur Atheros AR9331

L'architecture MIPS 400 MHz @

Tension de fonctionnement 3.3V

Ethernet IEEE 802.3 10 / 100Mbit / s

WiFi IEEE 802.11b / g / n

Type A USB 2.0 Host

Lecteur de carte Micro-SD uniquement

RAM 64 Mo DDR2

Mémoire Flash 16 Mo

Support PoE 802.3af de carte compatible (voir la note ci-dessous)

Longueur 73 mm

Largeur 53 mm Poids 32 g

3. Mémoire:

Le ATmega32u4 a 32 Ko (avec 4 Ko utilisés pour le chargeur de démarrage). Il a également 2,5 KB de SRAM et 1 Ko de mémoire EEPROM (qui peut être lu et écrit avec la bibliothèque de l'EEPROM).

La mémoire sur le AR9331 ne sont pas intégrées à l'intérieur du processeur. La RAM et la mémoire de stockage externe sont connectés. Le Yun dispose de 64 Mo de RAM DDR2 et 16 Mo de mémoire flash. La mémoire flash est préchargé en usine avec une distribution Linux basée sur OpenWrt appelé OpenWrt-Yun. Vous pouvez modifier le contenu de l'image de l'usine, par exemple, lorsque vous installez un programme ou lorsque vous changez un fichier de configuration. Vous pouvez revenir à la configuration d'usine en appuyant sur la touche "RST WLAN" pendant 30 secondes.

L'installation d'OpenWrt-Yun occupe environ 9 Mo de 16 Mo disponibles de la mémoire flash interne. Vous pouvez utiliser une carte micro SD, si vous avez besoin de plus d'espace disque pour l'installation d'applications. Suivez la procédure décrite dans ce tutoriel: Comment élargir l'espace disque Yun.

4. Entrée et sortie:

Il est impossible d'accéder à des broches d'E / S de la Atheros AR9331. Toutes les lignes d'E / S sont liées à la 32U4.

Chacun des 20 E / S numériques broches sur le Yun peut être utilisé comme une entrée ou une sortie, utilisant `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, et `digitalRead ()` fonctions. Ils fonctionnent à 5 volts. chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40 mA et a une résistance de rappel interne (déconnecté par défaut) de 20-50 kOhms. En outre, certaines broches ont des fonctions spécialisées:

Serial: 0 (RX) et 1 (TX). Permet de recevoir (RX) et d'émission (Tx) TTL données série en utilisant la capacité de série matériel de ATmega32U4. Notez que sur le yun, la classe de série se réfère à l'USB (CDC) de la communication; TTL de série sur les broches 0 et 1, utiliser la classe `Serial1`. Les feuillets matérielles de l'ATmega32U4 et l'AR9331 sur le Yun sont reliées ensemble et sont utilisés pour communiquer entre les deux processeurs. Comme il est courant dans les systèmes Linux, sur le port série de l'AR9331 est exposée la console pour l'accès au système, ce

qui signifie que vous pouvez accéder à des programmes et des outils offerts par Linux à partir de votre esquisse.

TWI: 2 (SDA) et 3 (SCL). Soutien communication TWI utilisant la bibliothèque Wire.

Interruptions externes: 3 (interruption 0), 2 (interrompre 1), 0 (interruption 2), 1 (interrompre 3) et 7 (4 interrompre). Ces broches peuvent être configurés pour déclencher une interruption sur une valeur faible, un front montant ou descendant, ou un changement de valeur. Voir la fonction `attachInterrupt ()` pour plus de détails,est pas recommandé d'utiliser des broches 0 et 1 que les interruptions parce qu'ils sont la aussi le matériel port série utilisé pour parler avec le processeur Linux.

La broche 7 est reliée au processeur de AR9331 et il peut être utilisé en tant que signal d'établissement de liaison à l'avenir. Il est recommandé d'être prudent des conflits possibles si vous avez l'intention de l'utiliser comme interruption.

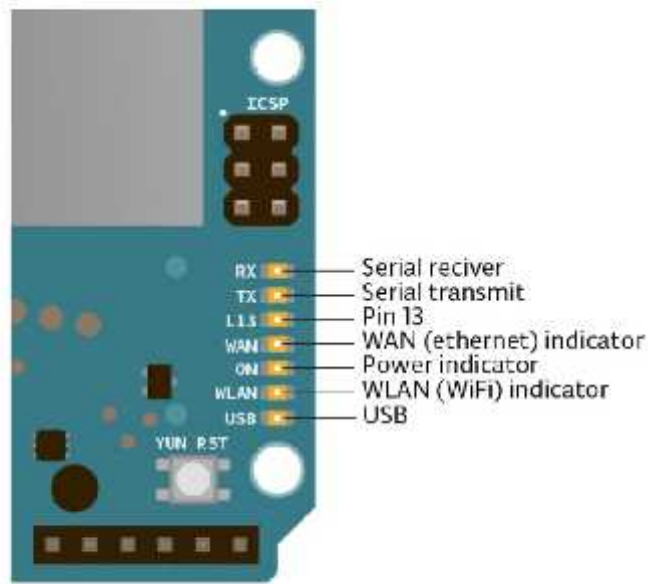
PWM: 3, 5, 6, 9, 10, 11, et 13. Fournir sortie PWM 8 bits avec la fonction `analogWrite()`.

SPI: sur le connecteur ICSP. Ces broches soutenir la communication SPI en utilisant la librairie SPI. Notez que les broches SPI ne sont pas connectés à l'une des broches d'E / S numériques comme ils sont sur le Uno, Ils ne sont disponibles que sur le connecteur ICSP. Cela signifie que si vous avez un bouclier qui utilise SPI, mais ne dispose pas d'un connecteur ICSP 6 broches qui se connecte à l'embase ICSP 6 broches de la Yun, le bouclier ne fonctionnera pas.

Les broches SPI sont également connectés aux broches GPIO de AR9331, où il a été mis en œuvre dans le logiciel de l'interface SPI. Cela signifie que le ATmega32u4 et le AR9331 peuvent aussi communiquer en utilisant le protocole SPI.

LED: 13. Il est équipé d'un voyant raccordé à la broche numérique 13. Lorsque la broche est valeur élevée, le voyant est allumé, lorsque la broche est faible, il est éteint.

Il ya plusieurs autres voyants d'état sur le Yun, indiquant la puissance, la connexion WiFi, connexion WAN et USB.



5. Entrées analogiques:

A0 - A5, A6 - A11 (sur les broches numériques 4, 6, 8, 9, 10, et 12). Le Yun possède 12 entrées analogiques, étiquetés A0 à A11, qui tous peuvent également être utilisés comme numérique i / o. Pins A0-A5 apparaissent dans les mêmes endroits que sur le Uno; entrées A6-A11 sont sur E / S numérique broches 4, 6, 8, 9, 10 et 12 respectivement. Chaque entrée analogique fournit 10 bits de résolution (à savoir 1024) des valeurs différentes. Par défaut, la mesure des entrées analogiques à partir du sol à 5 volts, est cependant possible de changer l'extrémité supérieure de sa gamme en utilisant la broche AREF et la fonction de `analogReference ()`.

AREF. Tension de référence pour les entrées analogiques. Utilisé avec `analogReference ()`.

6. Communication:

Le Yun a un certain nombre de moyens pour communiquer avec un ordinateur, un autre Arduino, ou d'autres microcontrôleurs. Le ATmega32U4 fournit une communication dédiée UART TTL (5V) de série. Le 32U4 permet également de série (CDC) de communication via un port USB et apparaît comme un port COM

virtuel pour le logiciel sur l'ordinateur. La puce agit également comme un dispositif USB 2.0 haut débit, en utilisant des pilotes USB standard COM. Le logiciel Arduino comprend un moniteur de série qui permet aux données textuelles simples pour être envoyés vers et depuis la carte Arduino. Les voyants RX et TX sur la carte clignote lorsque des données sont transmises via la connexion USB à l'ordinateur.

Broches numériques 0 et 1 sont utilisés pour la communication série entre le 32U4 et l'AR9331. La communication entre les processeurs est assurée par le pont de bibliothèque.

Une bibliothèque SoftwareSerial permet pour la communication série sur l'une des broches numériques de la Yun. Pins 0 et 1 doivent être évités car ils sont utilisés par la bibliothèque Bridge.

Le ATmega32U4 soutient également I2C (TWI) et de la communication SPI. Le logiciel comprend une bibliothèque Arduino de fil de simplifier l'utilisation du bus I2C; consultez la documentation pour les détails. Pour la communication SPI, utiliser la bibliothèque SPI.

Le Yun apparaît comme un clavier générique et de la souris, et peut être programmé pour contrôler ces dispositifs d'entrée en utilisant le clavier et la souris classes.

Les interfaces Ethernet et Wi-Fi à bord sont exposés directement au processeur de AR9331. Pour envoyer et recevoir des données à travers eux, utiliser la bibliothèque Bridge. Pour configurer les interfaces, vous pouvez accéder au panneau de contrôle de réseau comme décrit dans la page de démarrage.

Le Yun a également des capacités d'accueil USB grâce à OpenWrt-Yun. Vous pouvez connecter des périphériques tels que les périphériques flash USB pour le stockage supplémentaire, claviers, webcams ou. Vous pouvez avoir besoin de télécharger et d'installer des logiciels supplémentaires pour ces appareils à travailler. Pour plus d'informations sur l'ajout de logiciel pour l'AR9331, consulter les notes sur l'utilisation du gestionnaire de paquets.

7.Programmation:

Le Yun peut être programmé avec le logiciel Arduino. Sélectionnez "Arduino Yun du menu Outils> Conseil (selon le microcontrôleur sur votre carte). Pour plus de détails, voir la référence et des tutoriels.

Les ATmega32U4 sur l'Arduino Yun vient preburned avec un bootloader qui vous permet de télécharger le nouveau code à elle sans l'utilisation d'un programmeur de matériel externe. Il communique en utilisant le protocole AVR109.Vous pouvez également contourner le bootloader et programmer le microcontrôleur à travers le (Serial Programming In-Circuit) ICSP tête en utilisant Arduino FAI ou similaire; consultez ces instructions pour plus de détails.

8.Automatique (logiciel) Reset et Bootloader Initiation:

Plutôt que d'exiger un communiqué de physique du bouton de réinitialisation avant un téléchargement, le Yun est conçu d'une manière qui lui permet d'être remis à zéro par logiciel fonctionnant sur un ordinateur connecté. La réinitialisation est déclenchée lorsque (CDC) port série / COM virtuel du Yun est ouvert à 1200 bauds, puis fermé. Lorsque cela se produit, le processeur se réinitialise, brisant la connexion USB à l'ordinateur (ce qui signifie que le port série / COM virtuel disparaîtra). Une fois le processeur se réinitialise, le chargeur de démarrage commence, en restant actif pendant environ 8 secondes. Le chargeur de démarrage peut également être initiée en appuyant sur le bouton de réinitialisation sur le Yun. Notez que lorsque le Conseil premières puissances en place, il va sauter directement à l'utilisateur croquis, si elle est présente, plutôt que de lancer le chargeur de démarrage.

En raison de la façon dont le Yun gère réinitialisé, il est préférable de laisser l'essai du logiciel Arduino pour lancer la réinitialisation avant ajout, surtout si vous êtes dans l'habitude d'appuyer sur le bouton de remise à zéro avant de les télécharger sur d'autres conseils. Si le logiciel ne peut pas réinitialiser la carte vous pouvez toujours lancer le chargeur de démarrage en appuyant sur le bouton de réinitialisation sur la carte.

9. USB Protection contre les surintensités:

Le Yun a une polyfuse réinitialisable qui protège les ports USB de votre ordinateur à partir de shorts et de surintensité, bien que la plupart des ordinateurs fournissent leur propre protection interne, le fusible fournit une couche supplémentaire de protection. Si plus de 500 mA est appliqué sur le port USB, le fusible cassera automatiquement la connexion tant que le court ou de surcharge est enlevée.

10. Caractéristiques Physiques:

La longueur maximale et la largeur de la platine sont Yun 2,7 et 2,1 pouces respectivement, avec le connecteur USB prolongeant au-delà de la première dimension. Quatre trous de vis permettent au conseil d'être attaché à une surface ou de l'affaire. A noter que la distance entre les repères numériques 7 et 8 est de 160 mils (0,16 "), et non pas un multiple pair de l'espacement de 100 mil d'autres repères. Poids de la carte est de 32 g

III.2. CARTE ARDUINO LEONARDO

1. vue d'ensemble:

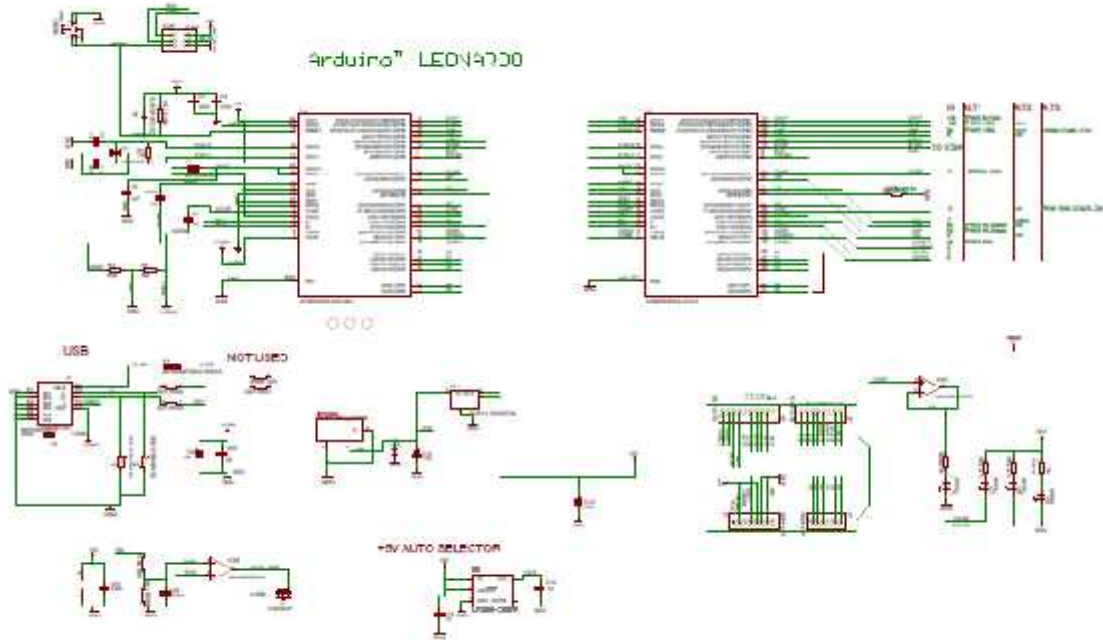
L'Arduino Leonardo est une carte microcontrôleur basée sur le ATmega32u4 (fiche technique). Il dispose de 20 broches numériques d'entrée / sortie (dont 7 peuvent être utilisées comme sorties PWM et 12 entrées en tant analogiques), un oscillateur à quartz 16 MHz, une connexion micro USB, une prise d'alimentation, d'une embase ICSP et d'un bouton de réinitialisation. Il contient tout le nécessaire pour soutenir le microcontrôleur; suffit de le brancher à un ordinateur avec un câble USB ou de la puissance avec un adaptateur ou la batterie AC-DC pour commencer.

Le Leonardo diffère de toutes les cartes précédentes en ce que la ATmega32u4 a intégré dans la communication USB, éliminant la nécessité d'un processeur secondaire. Cela permet à la Leonardo apparaisse à un ordinateur connecté en tant que souris et clavier, en plus d'un (CDC) port série / COM virtuel. Il a également d'autres implications pour le comportement de la planche; ceux-ci sont détaillés sur la page de démarrage.

2. Résumé:

microcontrôleur ATmega32u4
Tension de fonctionnement 5V
Tension d'entrée (recommandé) 7-12 V
Tension d'entrée (limites) 6-20V
Digital I / O Pins 20
Chaînes PWM 7
Voies d'entrées analogiques 12
DC Courant par I / O Pin 40 mA
Courant DC pour 3,3 Pin 50 mA
Mémoire Flash de 32 Ko (ATmega32u4) dont 4 Ko utilisé par bootloader
SRAM 2.5 KB (ATmega32u4)
EEPROM de 1 Ko (ATmega32u4)
Vitesse d'horloge de 16 MHz
Longueur 68,6 mm
Largeur 53,3 mm
poids 20g

3. Schémas et conception de référence:



4. Puissance

L'Arduino Leonardo peut être alimenté via la connexion micro USB ou avec une alimentation externe. La source d'alimentation est automatiquement sélectionnée. (Non-USB) Alimentation externe peut provenir soit d'un adaptateur AC-DC (mur verrou) ou de la batterie. L'adaptateur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm centre positif dans la prise de pouvoir du conseil. Leads partir d'une batterie peuvent être insérés dans les en-têtes de broches GND et Vin du connecteur d'alimentation.

Le conseil peut fonctionner sur une alimentation externe de 6 à 20 volts. Si fourni avec moins de 7V, cependant, la broche de 5V peut fournir moins de cinq volts et le conseil peut être instable. Si vous utilisez plus de 12V, le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte. La plage recommandée est de 7 à 12 volts. Les broches d'alimentation sont les suivants:

VIN. La tension d'entrée à la carte Arduino quand il est en utilisant une source d'alimentation externe (par opposition à 5 volts de la connexion USB ou une autre

source d'alimentation régulée). Vous pouvez fournir une tension à travers sa goupille, ou, si l'alimentation en tension par l'intermédiaire de la prise d'alimentation, y accéder via cette broche.

5V. L'alimentation régulée utilisée pour alimenter le microcontrôleur et d'autres composants de la carte. Cela peut provenir soit de VIN via un régulateur à bord, ou être fourni par USB ou d'une autre alimentation 5V réglementé.

3V3. Une alimentation de 3,3 volts généré par le régulateur à bord. Consommation maximale de courant est de 50 mA.GND. les repères de sol.

IREF. La tension à laquelle les i / o broches de la carte sont en marche (c.-à-VCC pour le conseil). Ceci est 5V sur le Leonardo.

5.Mémoire:

Le ATmega32u4 a 32 Ko (avec 4 Ko utilisés pour le chargeur de démarrage). Il a également 2,5 KB de SRAM et 1 Ko de mémoire EEPROM (qui peut être lu et écrit avec la bibliothèque de l'EEPROM).

6.Entrée et sortie:

Chacun des 20 E / S numériques broches sur le Leonardo peut être utilisé comme une entrée ou une sortie, utilisant pinMode (), digitalWrite (), et digitalRead () fonctions. Ils fonctionnent à 5 volts. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40 mA et a une résistance de rappel interne (déconnecté par défaut) de 20-50 kOhms. En outre, certaines broches ont des fonctions spécialisées:

Serial: 0 (RX) et 1 (TX). Permet de recevoir (RX) et d'émission (Tx) TTL données série en utilisant la capacité de série matériel de ATmega32U4. Notez que sur le Leonardo, la classe de série se réfère à l'USB (CDC) de la communication; TTL de série sur les broches 0 et 1, utiliser la classe Serial1.

TWI: 2 (SDA) et 3 (SCL). Soutien communication TWI utilisant la bibliothèque Wire.

Interruptions externes: 3 (interruption 0), 2 (interrompre 1), 0 (interruption 2), 1 (interrompre 3) et 7 (4 interrompre). Ces broches peuvent être configurés pour déclencher une interruption sur une valeur faible, un front montant ou descendant, ou

un changement de valeur. Voir la fonction `attachInterrupt ()` pour plus de détails.

PWM: 3, 5, 6, 9, 10, 11, et 13. Fournir sortie PWM 8 bits avec la fonction `analogWrite ()`.

SPI: sur le connecteur ICSP. Ces broches soutenir la communication SPI en utilisant la librairie SPI. Notez que les broches SPI ne sont pas connectés à l'une des broches d'E / S numériques comme ils sont sur le Uno, Ils ne sont disponibles que sur le connecteur ICSP. Cela signifie que si vous avez un bouclier qui utilise SPI, mais ne dispose pas d'un connecteur ICSP 6 broches qui se connecte à l'embase ICSP 6 broches de Leonardo, le bouclier ne fonctionnera pas.

LED: 13. Il est équipé d'un voyant raccordé à la broche numérique 13. Lorsque la broche est valeur élevée, le voyant est allumé, lorsque la broche est faible, il est éteint.

7. Entrées analogiques:

A0-A5, A6 - A11 (sur les broches numériques 4, 6, 8, 9, 10, et 12). Le Leonardo dispose de 12 entrées analogiques, étiquetés A0 à A11, qui tous peuvent également être utilisés comme numérique i / o. Pins A0-A5 apparaissent dans les mêmes endroits que sur le Uno; entrées A6-A11 sont sur E / S numérique broches 4, 6, 8, 9, 10 et 12 respectivement. Chaque entrée analogique fournit 10 bits de résolution (à savoir 1024) des valeurs différentes. Par défaut, la mesure des entrées analogiques à partir du sol à 5 volts, est cependant possible de changer l'extrémité supérieure de sa gamme en utilisant la broche AREF et la fonction de `analogReference ()`.

Il ya un couple d'autres broches de la carte:

AREF. Tension de référence pour les entrées analogiques. Utilisé avec `analogReference ()`.

Réinitialiser. Apportez cette ligne LOW pour réinitialiser le microcontrôleur. Généralement utilisé pour ajouter un bouton de réinitialisation pour boucliers qui bloquent l'un sur la planche.

8.Communication:

Le Leonardo a un certain nombre de moyens pour communiquer avec un ordinateur, un autre Arduino, ou d'autres microcontrôleurs. Le ATmega32U4 fournit UART TTL (5V) communication série, qui est disponible sur les broches numériques 0 (RX) et 1 (TX). Le 32U4 permet également de série (CDC) de communication via un port USB et apparaît comme un port COM virtuel pour le logiciel sur l'ordinateur.

La puce agit également comme un dispositif USB 2.0 haut débit, en utilisant des pilotes USB standard COM. Sous Windows, un fichier .inf est nécessaire. Le logiciel Arduino comprend un moniteur de série qui permet aux données textuelles simples pour être envoyés vers et depuis la carte Arduino. Les voyants RX et TX sur la carte clignote lorsque des données sont transmises via la connexion USB à l'ordinateur (mais pas pour la communication série sur les broches 0 et 1).

Une bibliothèque SoftwareSerial permet pour la communication série sur l'une des broches numériques de la Leonardo.

Le ATmega32U4 soutient également I2C (TWI) et de la communication SPI. Le logiciel comprend une bibliothèque Arduino de fil de simplifier l'utilisation du bus I2C; consultez la documentation pour les détails. Pour la communication SPI, utiliser la bibliothèque SPI.

Le Leonardo apparaît comme un clavier générique et de la souris, et peut être programmé pour contrôler ces dispositifs d'entrée en utilisant le clavier et la souris classes.

9.Programmation

Le Leonardo peut être programmé avec le logiciel Arduino. Sélectionnez "Arduino Leonardo du menu Outils> Conseil (selon le microcontrôleur sur votre carte). Pour plus de détails, voir la référence et des tutoriels.

Les ATmega32U4 sur l'Arduino Leonardo vient preburned avec un bootloader qui vous permet de télécharger le nouveau code à elle sans l'utilisation d'un programmeur de matériel externe. Il communique en utilisant le protocole AVR109.

Vous pouvez également contourner le bootloader et programmer le microcontrôleur à travers le (Serial Programming In-Circuit) ICSP tête en utilisant Arduino FAI ou similaire; consultez ces instructions pour plus de détails

10. Automatique (logiciel) Reset et Bootloader Initiation:

Plutôt que d'exiger un communiqué de physique du bouton de réinitialisation avant un téléchargement, le Leonardo est conçu d'une manière qui lui permet d'être remis à zéro par logiciel fonctionnant sur un ordinateur connecté.

La réinitialisation est déclenchée lorsque (CDC) port série / COM virtuel du Leonardo est ouvert à 1200 bauds, puis fermé. Lorsque cela se produit, le processeur se réinitialise, brisant la connexion USB à l'ordinateur (ce qui signifie que le port série / COM virtuel disparaîtra). Une fois le processeur se réinitialise, le chargeur de démarrage commence, en restant actif pendant environ 8 secondes. Le chargeur de démarrage peut également être initiée en appuyant sur le bouton de réinitialisation sur le Leonardo.

Notez que lorsque le Conseil premières puissances en place, il va sauter directement à l'utilisateur croquis, si elle est présente, plutôt que de lancer le chargeur de démarrage.

En raison de la façon dont le Leonardo gère réinitialisé, il est préférable de laisser l'essai du logiciel Arduino pour lancer la réinitialisation avant ajout, surtout si vous êtes dans l'habitude d'appuyer sur le bouton de remise à zéro avant de les télécharger sur d'autres conseils. Si le logiciel ne peut pas réinitialiser la carte vous pouvez toujours lancer le chargeur de démarrage en appuyant sur le bouton de réinitialisation sur la carte.

11. USB Protection contre les surintensités:

Le Leonardo a une polyfuse remise à zéro qui protège les ports USB de votre ordinateur à partir de shorts et de surintensité. Bien que la plupart des ordinateurs fournissent leur propre protection interne, le fusible fournit une couche supplémentaire de protection. Si plus de 500 mA est appliqué sur le port USB, le

fusible cassera automatiquement la connexion tant que le court ou de surcharge est enlevée.

12.Caractéristiques Physiques:

La longueur et la largeur maximale de la Leonardo PCB sont de 2,7 et 2,1 pouces respectivement, avec la prise de connecteur USB et la puissance dépassant l'ancien dimension. Quatre trous de vis permettent au conseil d'être attaché à une surface ou de l'affaire. A noter que la distance entre les repères numériques 7 et 8 est de 160 mils (0,16 "), et non pas un multiple pair de l'espacement de 100 mil d'autres repères.

III.3.CARTE ARDUINO UNO :

1.Vue d'ensemble:

L'Arduino Uno est une carte microcontrôleur basée sur le ATmega328 (fiche technique). Il dispose de 14 broches numériques d'entrée / sortie (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 6 entrées analogiques, un résonateur céramique de 16 MHz, d'une connexion USB, une prise d'alimentation, d'une embase ICSP et d'un bouton de réinitialisation. Il contient tout le nécessaire pour soutenir le microcontrôleur; suffit de le brancher à un ordinateur avec un câble USB ou de la puissance avec un adaptateur ou la batterie AC-DC pour commencer.

Le Uno diffère de toutes les cartes précédentes en ce qu'elle ne pas utiliser la puce FTDI USB-série pilote. Au lieu de cela, il dispose de la Atmega16U2 (Atmega8U2 jusqu'à la version R2) programmé comme un convertisseur USB-série. Révision 2 de la carte Uno a une résistance de tirage de la ligne 8U2 HWB à la terre, ce qui rend plus facile à mettre en mode DFU.

Révision 3 de la carte a les nouvelles fonctionnalités suivantes:

1.0 brochage: SDA ajoutée et broches SCL qui sont à proximité de la broche AREF et deux autres nouvelles broches placées à proximité de la broche RESET, l'IOREF que permettent les boucliers pour adapter à la tension fournie par le conseil d'administration. A l'avenir, les boucliers seront compatibles à la fois avec le conseil d'administration qui utilise l'AVR, qui fonctionne avec 5V et avec l'Arduino raison qui fonctionne avec 3.3V. Le second est une broche non connectée, qui est réservé

pour des fins futures. Stronger circuit de réinitialisation. Atmega 16U2 remplacer le 8U2. "Uno" signifie un en italien et est nommé pour marquer la sortie prochaine de Arduino 1.0.

Le Uno et la version 1.0 seront les versions de référence de Arduino, aller de l'avant.

Le Uno est la dernière d'une série de cartes Arduino USB, et le modèle de référence pour la plateforme Arduino; pour une comparaison avec les versions précédentes, voir l'index des cartes Arduino.

2.Résumé:

microcontrôleur ATmega328

Tension de fonctionnement 5V

Tension d'entrée (recommandé) 7-12 V

Tension d'entrée (limites) 6-20V

DIGITAL I / O Pins 14 (dont 6 fournissent la sortie PWM)

Pins d'entrée analogique 6

DC Courant par I / O Pin 40 mA

Courant DC pour 3,3 Pin 50 mA

Mémoire Flash de 32 Ko (ATmega328) dont 0,5 KB utilisé par bootloader

SRAM 2 KB (ATmega328)

EEPROM de 1 Ko (ATmega328)

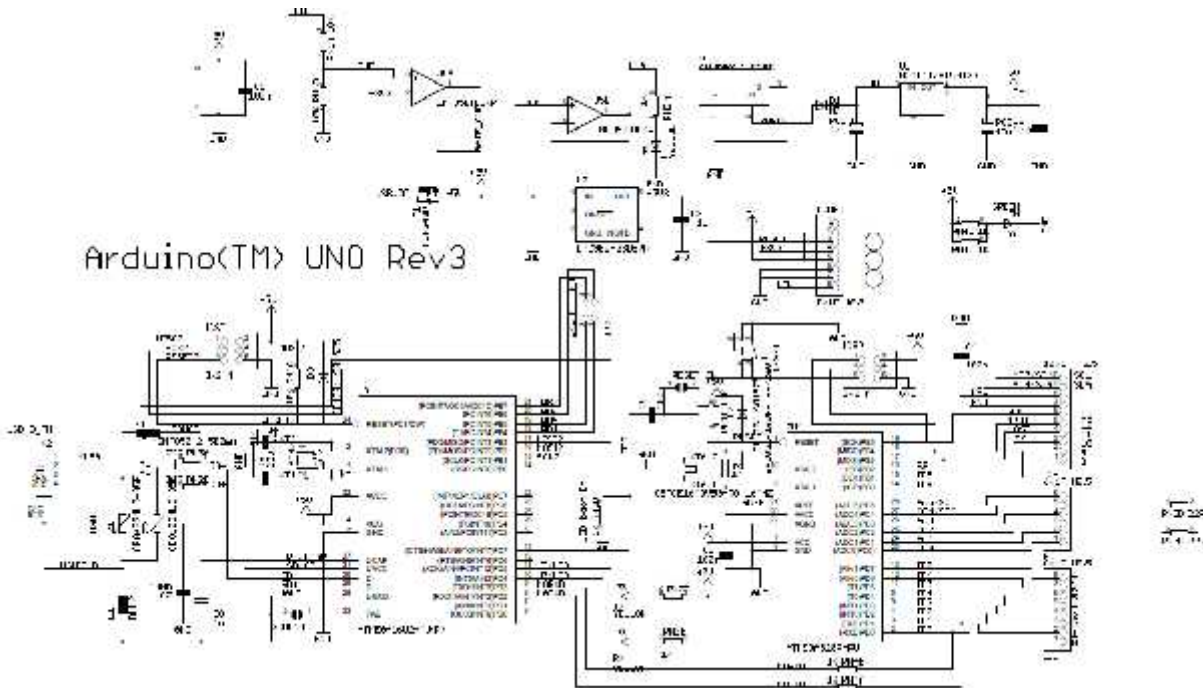
Vitesse d'horloge de 16 MHz

Longueur 68,6 mm

Largeur 53,4 mm

Poids 25 g

3.Schémas et conception de référence:



4.Puissance:

L'Arduino Uno peut être alimenté via la connexion USB ou avec une alimentation externe. La source d'alimentation est automatiquement sélectionné. (Non-USB) Alimentation externe peut provenir soit d'un adaptateur AC-DC (mur verree) ou de la batterie.

L'adaptateur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm centre positif dans la prise de pouvoir du conseil. Leads partir d'une batterie peuvent être insérés dans les en-têtes de broches GND et Vin du connecteur d'alimentation.

Le conseil peut fonctionner sur une alimentation externe de 6 à 20 volts. Si fourni avec moins de 7V, cependant, la broche de 5V peut fournir moins de cinq volts et le conseil peut être instable. Si vous utilisez plus de 12V, le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte. La plage recommandée est de 7 à 12 volts.

5. Les broches d'alimentation sont les suivants:

VIN. La tension d'entrée à la carte Arduino quand il est en utilisant une source d'alimentation externe (par opposition à 5 volts de la connexion USB ou une autre source d'alimentation régulée). Vous pouvez fournir une tension à travers sa goupille, ou, si l'alimentation en tension par l'intermédiaire de la prise d'alimentation, y accéder via cette broche.

5V. Cette broche délivre un 5V réglementé par le régulateur sur la carte. La carte peut être alimentée soit par la prise d'alimentation DC (7 - 12V), le connecteur USB (5V), ou la broche de VIN du conseil (7-12). Alimentation en tension via les 5V ou 3,3V broches contourne le régulateur, et peut endommager votre conseil. Nous ne conseillons pas.

3V3. Une alimentation de 3,3 volts générée par le régulateur à bord. Consommation maximale de courant est de 50 mA. GND. les repères de sol. IOREF. Cette broche sur la carte Arduino fournit la référence de tension avec laquelle le microcontrôleur fonctionne.

Un bouclier correctement configuré peut lire la tension de la broche IOREF et sélectionner la source d'alimentation appropriée ou activer traducteurs de tension sur les sorties pour travailler avec le 5V ou 3,3V.

6. Mémoire:

Le ATmega328 a 32 Ko (avec 0,5 Ko utilisés pour le chargeur de démarrage). Il dispose également de 2 Ko de SRAM et 1 Ko de mémoire EEPROM (qui peut être lu et écrit avec la bibliothèque de l'EEPROM).

7. Entrée et sortie:

Chacune des 14 broches numériques sur le Uno peut être utilisée comme une entrée ou une sortie, utilisant `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, et `digitalRead ()` fonctions. Ils fonctionnent à 5 volts. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40 mA et a une résistance de rappel interne (déconnecté par défaut) de 20-50 kOhms. En outre, certaines broches ont des fonctions spécialisées:

- **Serial:** 0 (RX) et 1 (TX). Permet de recevoir (RX) et d'émission (Tx) TTL données série. Ces broches sont connectées aux broches correspondantes de l'USB-TTL puce Serial ATmega8U2.

- **Interruptions externes:** 2 et 3. Ces broches peuvent être configurés pour déclencher une interruption sur une valeur faible, un front montant ou descendant, ou un changement de valeur. Voir la fonction `attachInterrupt ()` pour plus de détails.

-**PWM:** 3, 5, 6, 9, 10, et 11. Fournir sortie PWM 8 bits avec la fonction `analogWrite ()`.

- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Ces broches soutenir la communication SPI en utilisant la librairie SPI.

- **LED:** 13. Il est équipé d'un voyant raccordé à la broche numérique 13. Lorsque la broche est valeur élevée, le voyant est allumé, lorsque la broche est faible, il est éteint.

La Uno dispose de 6 entrées analogiques, A0 marqué par A5, chacun de qui fournissent 10 bits de résolution (à savoir 1024) des valeurs différentes. Par défaut, ils mesurent à partir du sol à 5 volts, est cependant possible de changer l'extrémité supérieure de sa gamme en utilisant la broche AREF et la fonction `analogReference ()`.

En outre, certaines broches ont une fonctionnalité spécialisée:

-**TWI:** broche A4 ou A5 SDA et SCL ou une broche. Soutien communication TWI utilisant la bibliothèque Wire.

Il ya un couple d'autres broches de la carte:

- AREF. Tension de référence pour les entrées analogiques. Utilisé avec `analogReference ()`.

- Réinitialiser. Apportez cette ligne LOW pour réinitialiser le microcontrôleur. Généralement utilisé pour ajouter un bouton de réinitialisation pour boucliers qui bloquent l'un sur la planche.

Voir aussi la correspondance entre les broches Arduino et ports ATmega328. La cartographie de l'Atmega8, 168, et 328 est identique.

8.Communication:

L'Arduino Uno dispose d'un certain nombre de moyens pour communiquer avec un ordinateur, un autre Arduino, ou d'autres microcontrôleurs. Le ATmega328 fournit UART TTL (5V) communication série, qui est disponible sur les broches numériques 0 (RX) et 1 (TX). Un ATmega16U2 sur les canaux du conseil d'administration de cette communication série sur USB et apparaît comme un port COM virtuel pour le logiciel sur l'ordinateur. Le firmware de 16U2 utilise les pilotes USB COM standard, et aucun pilote externe est nécessaire. Toutefois, sur Windows, un fichier .inf est nécessaire. Le logiciel Arduino comprend un moniteur de série qui permet aux données textuelles simples pour être envoyés vers et depuis la carte Arduino. Les voyants RX et TX sur la carte clignote lorsque des données sont transmises via la puce et la connexion USB USB-série à l'ordinateur (mais pas pour la communication série sur les broches 0 et 1).

Une bibliothèque SoftwareSerial permet pour la communication série sur l'une des broches numériques de la Uno.

Le ATmega328 soutient également I2C (TWI) et de la communication SPI. Le logiciel comprend une bibliothèque Arduino de fil de simplifier l'utilisation du bus I2C; consultez la documentation pour les détails. Pour la communication SPI, utiliser la bibliothèque SPI.

9.Programmation:

L'Arduino Uno peut être programmé avec le logiciel Arduino. Sélectionnez "Arduino Uno du menu Outils> Conseil (selon le microcontrôleur sur votre carte). Pour plus de détails, voir la référence et des tutoriels.

Les ATmega328 sur l'Arduino Uno est livré avec un chargeur de démarrage preburned qui vous permet de télécharger le nouveau code à elle sans l'utilisation d'un programmeur de matériel externe. Il communique en utilisant le protocole original STK500 (référence, les fichiers d'en-tête C).

Vous pouvez également contourner le bootloader et programmer le microcontrôleur à travers le (Serial Programming In-Circuit) ICSP tête en utilisant Arduino FAI ou similaire; consultez ces instructions pour plus de détails.

Le ATmega16U2 (ou 8U2 dans le rev1 et rev2 conseils) code source du firmware est disponible. Le ATmega16U2 / 8U2 est chargé avec un chargeur de démarrage DFU, qui peut être activé par:

- Sur les cartes Rév1: connecter le cavalier de soudure sur l'arrière de la carte (près de la carte de l'Italie), puis réinitialiser le 8U2.
- Sur les cartes Rév2 ou plus tard: il ya une résistance qui tire la ligne 8U2 / 16U2 HWB à la masse, ce qui rend plus facile à mettre en mode DFU.

Vous pouvez ensuite utiliser le logiciel FLIP d'Atmel (Windows) ou le programmeur de DFU (Mac OS X et Linux) pour charger un nouveau firmware. Ou vous pouvez utiliser le connecteur ISP avec un programmeur externe (en écrasant le bootloader DFU). Voir ce tutoriel utilisateur contribué pour plus d'informations.

10.Automatique (logiciel) Reset:

Plutôt que d'exiger un communiqué de physique du bouton de réinitialisation avant un téléchargement, l'Arduino Uno est conçu d'une manière qui lui permet d'être remis à zéro par logiciel fonctionnant sur un ordinateur connecté. L'une des lignes de commande de flux matériel (DTR) de la ATmega8U2 / 16U2 est reliée à la ligne de remise à zéro des ATmega328 l'intermédiaire d'un condensateur de 100 nanofarad. Lorsque cette ligne est affirmé (prise faible), la ligne de réinitialisation tombe assez longtemps pour réinitialiser la puce. Le logiciel Arduino utilise cette capacité pour vous permettre de télécharger le code en appuyant simplement sur le bouton de téléchargement dans l'environnement Arduino. Cela signifie que le chargeur de démarrage peut avoir un délai plus court, comme l'abaissement du DTR peut être bien coordonné avec le début du téléchargement.

Cette configuration a d'autres implications. Lorsque la Uno est connecté à un ordinateur fonctionnant sous Mac OS X ou Linux, il réinitialise chaque fois qu'une connexion est faite à partir de ce logiciel (via USB). Pour la demi-seconde qui suit ou alors, le bootloader est exécuté sur le Uno. Alors qu'il est programmé pour ignorer les

données malformées (c.-à autre chose que d'un téléchargement d'un nouveau code), il va intercepter les quelques premiers octets de données envoyés à la carte après une connexion est ouverte. Si un fonctionnement esquisse sur le conseil reçoit configuration unique ou d'autres données quand il commence d'abord, assurez-vous que le logiciel avec lequel il communique attend une seconde après l'ouverture de la connexion et avant d'envoyer ces données.

Le Uno contient une trace qui peut être coupé pour désactiver la réinitialisation automatique. Les patins de chaque côté de la trace peuvent être soudés ensemble pour le réactiver. Il est étiqueté "RESET-FR". Vous pouvez également être en mesure de désactiver la réinitialisation automatique en connectant une résistance de 110 ohms de 5V à la ligne de réinitialisation; voir ce fil de discussion pour plus de détails.

11.USB Protection contre les surintensités:

L'Arduino Uno a une polyfuse remise à zéro qui protège les ports USB de votre ordinateur à partir de shorts et de surintensité. Bien que la plupart des ordinateurs fournissent leur propre protection interne, le fusible fournit une couche supplémentaire de protection. Si plus de 500 mA est appliqué sur le port USB, le fusible cassera automatiquement la connexion tant que le court ou de surcharge est enlevée.

12.Caractéristiques Physiques:

La longueur et la largeur maximale de la PCB Uno sont de 2,7 et 2,1 pouces respectivement, avec la prise de connecteur USB et la puissance dépassant l'ancien dimension. Quatre trous de vis permettent au conseil d'être attaché à une surface ou de l'affaire. A noter que la distance entre les repères numériques 7 et 8 est de 160 mils (0,16 "), et non pas un multiple pair de l'espacement de 100 mil d'autres repères.

CHAPITRE

III

UTILISATION DE
CARTE ARDUINO
UNO COMME
THERMOREGULATEUR

1. Introduction générale :

La température constitue une information importante dans plusieurs processus industriels et de laboratoire.

Elle intervient comme une grandeur principale dont la valeur doit être connue avec précision ou comme paramètre influant sur la qualité d'autres mesures. Sa valeur sera utilisée pour la correction ou la compensation. Certains procédés industriels ou biologiques favorisent des environnements de températures spécifiques, ainsi la régulation de température s'impose. Cette régulation passe par la mesure de température de manière continue.

Les possibilités offertes par l'utilisation de système à base de microprocesseur ont permis de traiter les signaux issus des capteurs numériquement (linéarisation et conversion). Ceci a conduit à des appareils précis et bon marché. Les systèmes à base de microcontrôleurs constituent la solution la plus attractive.

Dans ce travail nous avons fait la conception d'un thermomètre à base de l'ARDUINO UNO. Notre thermomètre utilise un capteur intégré LM335Z pour la mesure de température. Les calculs et la conversion nécessaires sont confiés au microcontrôleur, et l'Afficheur LCD, et les données sont traitées par LabView on utilisons la liaison série

I. Description et mise en œuvre du ARDUINO :

I. 1-Définition :

Arduino est un circuit imprimé en matériel libre (dont les plans sont publiés en licence libre) sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, etc. C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple. Il était destiné à l'origine principalement mais pas exclusivement à la programmation multimédia interactive en vue de spectacle ou d'animations artistiques. C'est une partie de l'explication de la descendance de son interface de programmation de Processing, lui-même inspiré de l'environnement de programmation Wiring1.



Figure III 1 : schéma de l'arduino uno

Arduino peut être utilisé pour construire des objets interactifs indépendants (prototypage rapide), ou bien peut être connecté à un ordinateur pour communiquer avec ses logiciels (ex. : Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider). En 2011, les versions vendues sont pré-assemblées. Des informations sont fournies pour ceux qui souhaitent assembler l'Arduino eux-mêmes.

Le projet Arduino a reçu un titre honorifique à l'Ars Electronica 2006, dans la catégorie Digital Communities.

I. 2 Description Matériel:

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur Atmel AVR (ATmega328 ou ATmega2560 pour les versions récentes, ATmega168 ou ATmega8 pour les plus anciennes), et de composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles).

Le microcontrôleur est pré-programmé avec un bootloader de façon à ce qu'un programmeur dédié ne soit pas nécessaire.

Les modules sont programmés au travers d'une connexion série RS-232,

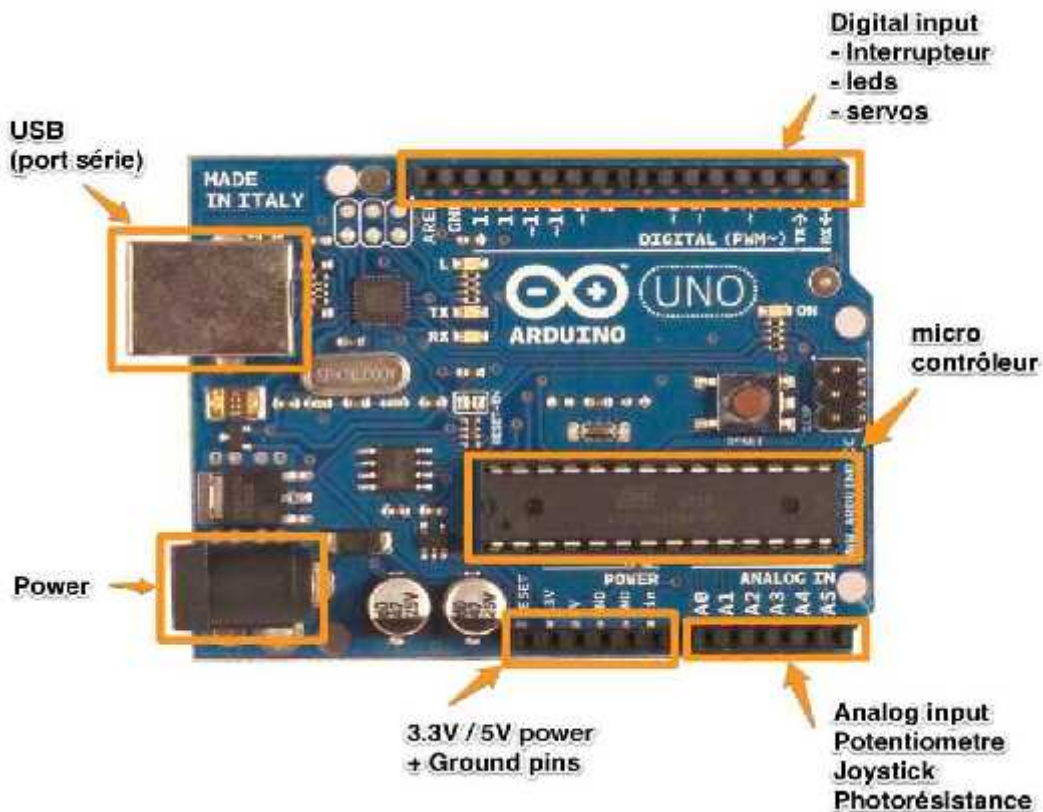


Figure III 1 2: schéma de description matériel

2. le logiciel :

Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java, libre et multi-plateformes , servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le firmware et le programme au travers de la liaison série (RS-232, Bluetooth ou USB selon le module). Il est également possible de se passer de l'interface Arduino, et de compiler les programmes via l'interface en ligne de commande.

Le langage de programmation utilisé est le C++, compilé avec avr-g++ 3, et lié à la bibliothèque de développement Arduino, permettant l'utilisation de la carte et de ses entrées/sorties. La

mise en place de ce langage standard rend aisé le développement de programmes sur les plates-formes Arduino, à toute personne maîtrisant le C ou le C++.

Programmer avec Arduino

Un programme utilisateur Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle, ligne par ligne. La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres, dans l'ordre défini par les lignes de code.

Structure d'un programme

Il y a trois phases consécutives:

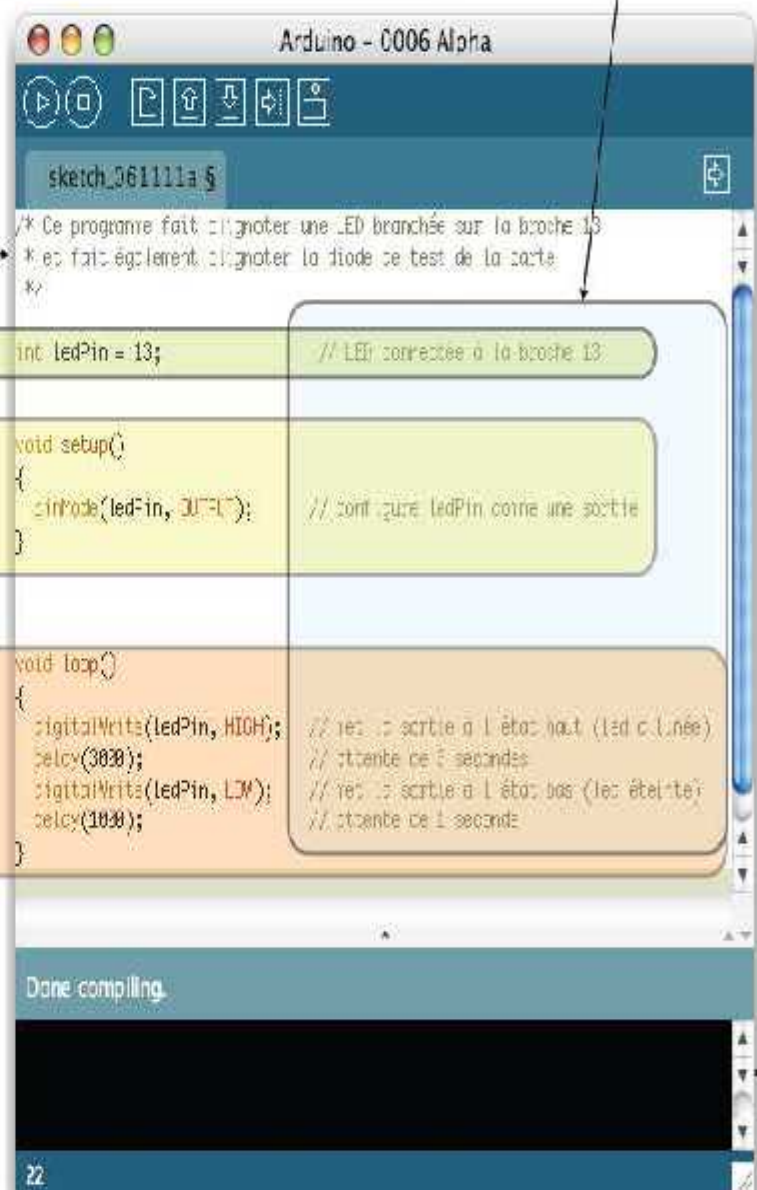
1/La définition des constantes et des variables

2/La configuration des entrées et sorties
`void setup()`

3/La programmation des interactions et comportements
`void loop()`

Une fois la dernière ligne exécutée, la carte revient au début de la troisième phase et recommence sa lecture et son exécution des instructions successives. Et ainsi de suite.

Cette **boucle** se déroule des milliers de fois par seconde et anime la carte.



```
sketch_061111a $
/* Ce programme fait clignoter une LED branchée sur la broche 13
 * et fait également clignoter la diode de test de la carte.
 */
// LED connectée à la broche 13
int ledPin = 13; // LED connectée à la broche 13

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // configure ledPin comme une sortie
}

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set la sortie à l'état haut (led clignée)
  delay(300); // attente de 3 secondes
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set la sortie à l'état bas (led éteinte)
  delay(100); // attente de 1 seconde
}

Done compiling.
22
```

3 . Afficheur LED 16x2 FM1602C:

La plupart des écrans LCD de ce genre se pilotent par une librairie très célèbre LiquidCrystal qui nécessite 6 pins de l'arduino pour être contrôlé. L'avantage de l'écran de FM1602C c'est qu'il peut être contrôlé par une simple liaison série (seulement le TX, le RX n'étant pas utile vu que nous n'avons pas de retour d'informations) en plus des pins classique présent sur les autres écrans LCD du marché.

Il est disponible sous plusieurs couleurs (couleur de l'écriture sur couleur de fond) :

Noir sur Vert

Rouge sur Noir

Blanc sur Noir

Jaune sur Bleu

Voilà la liste des caractéristiques techniques de FM1602C :

Le PIC 16F88 intégré utilise l'UART de la carte pour optimiser la précision de la communication

Débit en bauds de la liaison série réglable : 2400/4800/9600/14400/19200/38400. (9600 par défaut)

Vitesse de traitement jusqu'à 10 MHz

La mémoire tampon "entrante" peut stocker jusqu'à 80 caractères

Le transistor de rétroéclairage peut gérer jusqu'à 1 Ampère

La modulation de la largeur d'impulsion du rétroéclairage permet de commander directement la luminosité du rétroéclairage et la consommation électrique

Le texte d'amorçage peut être modifié/activé/désactivé via le microprogramme.

Pour utiliser ce module il suffit de lui envoyer des commandes décrit dans ce document. Bien sûr faignant comme nous sommes, nous allons plutôt utiliser cette librairie.

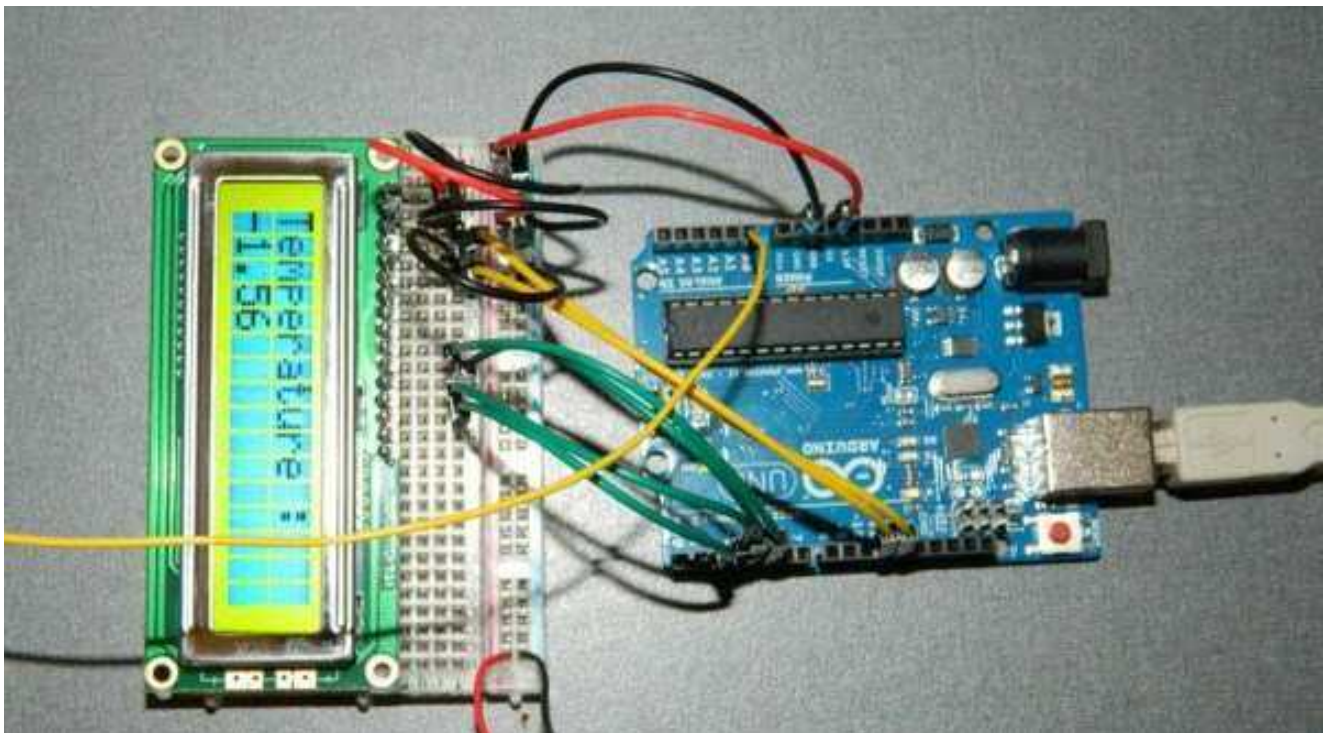
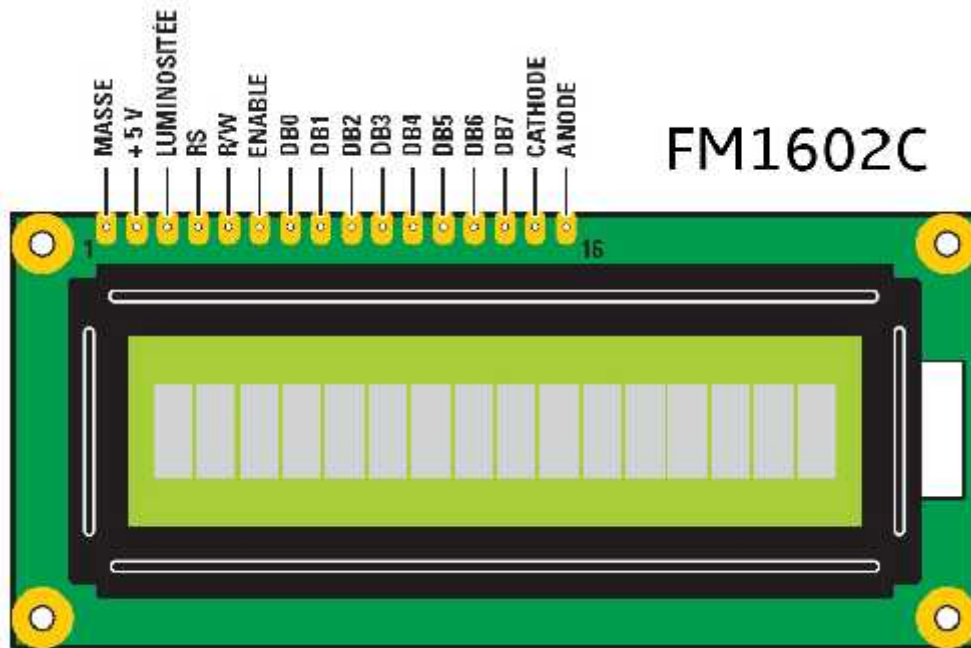


Figure III 3 : afficheur LED 16x2 FM 1602 C

3 . 1 . Alimentation :

Tous les bloques du circuit sont alimentées par une tension +5V. Cette tension est générée à partir du réseau 220V par le circuit suivant.



Figure III 3 1 : schéma électrique de l'alimentation

Le schéma électrique de l'alimentation contient quatre étages fonctionnels sont :

Etage abaisseur : contient le transformateur abaisseur 9V, qui permet de passer d'une tension sinusoïdale de valeur élevée à une tension de même forme mais de valeur plus faible.

Etage redresseur : contient le pont de Graetz constitué par quatre diodes qui sert à garder que la partie positive (ou négative) de la sinusoïde d'entrée.

Etage de filtrage : formé de C1 (C1=2200 μ F) à pour rôle de maintenir la tension de sortie supérieure à une certaine valeur. Les condensateurs (C2=220nF, C3=10 μ F) sont conseillées par le constructeur pour réduire les bruits HF et éviter tout risque d'oscillation parasite du régulateur.

Etage de régulation : contient le régulateur de tension 7805, qui assure de garder la tension de sortie constante quelque soit le courant demandé.

4 . capteur de température :

Pour mesurer une température, nous avons le choix entre de nombreux capteurs : résistances à coefficient de température positif ou négatif, thermocouple, etc.

L'inconvénient de la plupart de ces capteurs est que leur tension de sortie ne varie pas linéairement en fonction de la température, ce qui oblige à une correction pour connaître avec précision la température exacte.

Aujourd'hui, il existe des capteurs à semi-conducteur de grande précision et à sortie linéaire, bon marché et faciles d'emploi. Exemple, **le circuit LM335**.

Le capteur lm335 est déjà étalonner et linéarisé alors ont utilisé justement la résistance R4 pour faire préciser la valeur de température afin d'obtenir une température réel

rocédé pratique d'étalonnage : Puisque le capteur est linéaire 10mv/K alors après la réalisation du ystème on pose le capteur dans l'eau glacé de 0° puis on ajuster le potentiomètre pour obtenir 0 degré

5 . thermomètre par thermocouple :

5 . 1 . Principe de thermocouple :

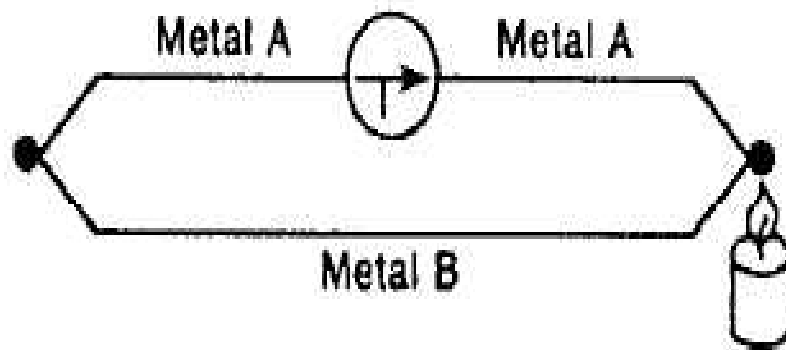


Fig.I.1.1 Principe de thermocouple

Deux fils composés de métaux différents sont raccordés à leurs extrémités et que l'une d'elles est chauffées, il se produit une circulation de courant continu dans le circuit. C'est l'effet thermoélectrique.

Après des recherches de linéarité, de valeur de tension et de gamme de température, les combinaisons les plus courantes sont.

Premier métal	Second métal	symboles	type	Limite en C°	Force électromotrice en μV
Cuivre (Cu)	Constantan (C)	Cu/C	T	-192 à +400	4277 à 100°C
Fer (Fe)	Constantan (C)	Fe/C	J	-194 à +870	27390 à 500°C
Chromel (Cr)	Constantan (C)	Cr/C	E	+1000	37000 à 500°C
Chromel (Cr)	Alumel (Al)	Cr/Al	K	+1370	41310 à 1000°C
Platine (Pt)	Rhodium (Rh)	Pt/Rh	S R B	+1700	10450 à 1000°C

Figure III 5 1 : schéma de la mesure de température de type des élément

L'un des thermocouples le plus utilisé est le Chromel-Alumel ou thermocouple de type K. il possède une plage de mesure étendue (-100 à +1370 °C), une force électromotrice importante (41310 μV à 1000 °C avec soudure froide à 0°C) et une courbe linéarisée pour obtenir sur toute l'étendue de mesure des précisions meilleures que 0.2%.

ALUMEL : est un alliage composé de 95% de nickel, 2% d'aluminium, 2% de manganèse et 1% de silicium.

CHROMEL : est un alliage composé de 80% de nickel et 20% de chrome.

5 . 2 .Représentation synoptique du thermomètre :

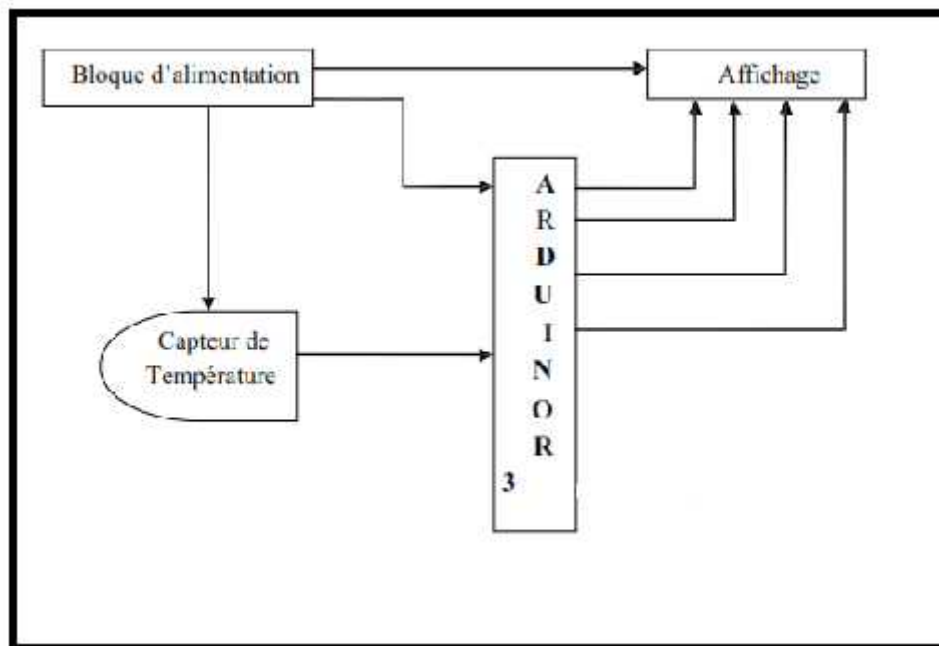


Figure III 5 2 : Le schéma synoptique du thermomètre .

La tension issue du LM335 qui est une conversion d'une température en une tension, qui sera appliqué à l'entrée du μ contrôleur. Ce dernier est programmé pour générer et afficher le résultat des grandeurs mesurées sur afficheur à 7 segments et l'envoyer par série au LabView.

6 . Programmation et acquisition de donnees avec labview :

6 . 1 . Introduction :

Notre programme est divisé par tris partie principale ,le programme de calcule de température le programme d'affichage simple (7seg ou Led matrix ou LCD) et le programme d'acquisition de données par Labview

6 . 2 . Procédure de contrôle du convertisseur analogique numérique :

L'ARDUINO possède un convertisseur analogique numérique sur 10 bit avec 8 canaux d'entrés analogiques. Seulement un entre eux utilisé(A0). Le convertisseur à 10 bits ceci donne un nombre de pas de mesure égale à 1024. Les tensions de références minimale et maximale sont Vss et Vdd .

6.3. programme principale du capteur :

```
const int sensorPin = A0;

int reading;

float voltage;

float temperatureC;

void setup( )

{ Serial.begin(9600); }

void loop ( )

{

reading = analogRead(sensorPin);

voltage = reading * 5.0/1024;

Serial.print(voltage);

Serial.println(" volts");

temperatureC = (voltage - 0.5) * 100 ;

Serial.println("Temperature is: ");

Serial.print(temperatureC);

Serial.println(" degrees C");

delay(1000);

}
```

6.4. programme d'acquisition :

Pour faire la communication arduino utilise la biblio Serial :

initialization :

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
```

Et la fin du fonction « loop » on donne la valeur de température par communication série sous forme string et par la fréquence de 1hz afin d'avoir une information par seconde dans le VI de LabView.

```
Serial.println(tempK);
```

6.5. Exemple d'affichage LCD :

```
/*
 * XTemp a tempeter sensor project By yAcien & Sliman & Omar
 * ENSAK 2012
 */
#include <LiquidCrystal.h>

float tempC = 0, tempK =0, tempF =0;
int raw;

LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 5, 4, 3, 2);

int backLight = 13;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(0, INPUT);
  pinMode(backLight, OUTPUT);
  digitalWrite(backLight, HIGH);
  //inistialinsing
  lcd.begin(16,2);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Initialisation..");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Temp Acquisition");
  lcd.setCursor(0,0);
  delay(3000);
```

```
lcd.clear();
lcd.print("      BY      ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("      yAcine");
delay(1000);
lcd.print("      BY      ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("      Sliman");
delay(1000);
lcd.print("      BY      ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("      Omar");
delay(1000);

}

void loop()
{

raw=analogRead(0);
//V 2 K
tempK = raw * (5.0/1023.0) * 100;

//K 2 C
tempC = tempK - 273.15;
//K 2 F
tempF = ((tempK ) * 9 / 5) - 459.67;

Serial.println(raw);
//Print to serial port
Serial.print("Celsius: ");
Serial.println(tempC);

Serial.print("kelvein : ");
Serial.println(tempK);

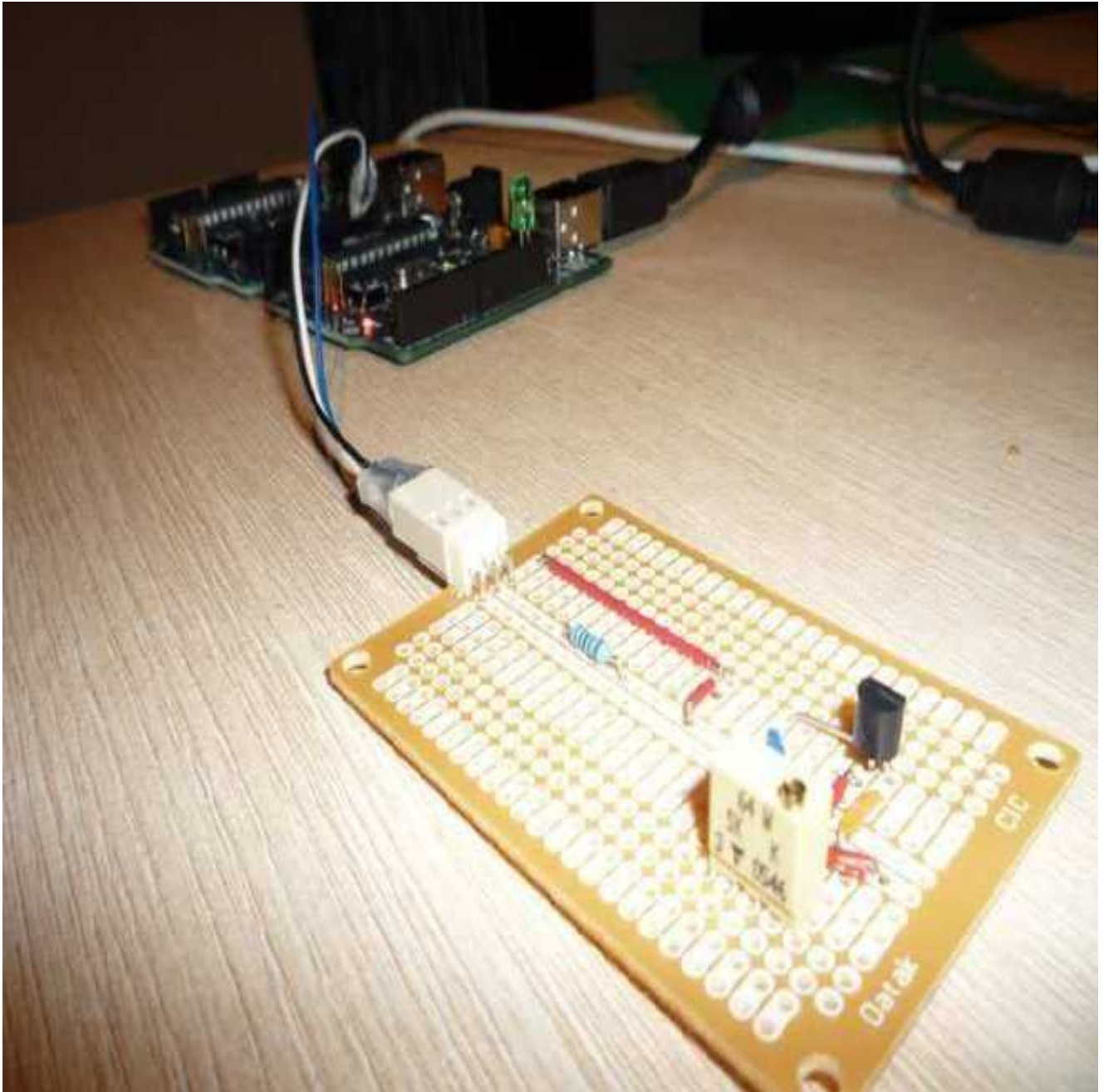
Serial.print("Fahrenheit: ");
Serial.println(tempF);
Serial.println();

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Celsius:");
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print(tempC);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("kelvein :");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print(tempK);

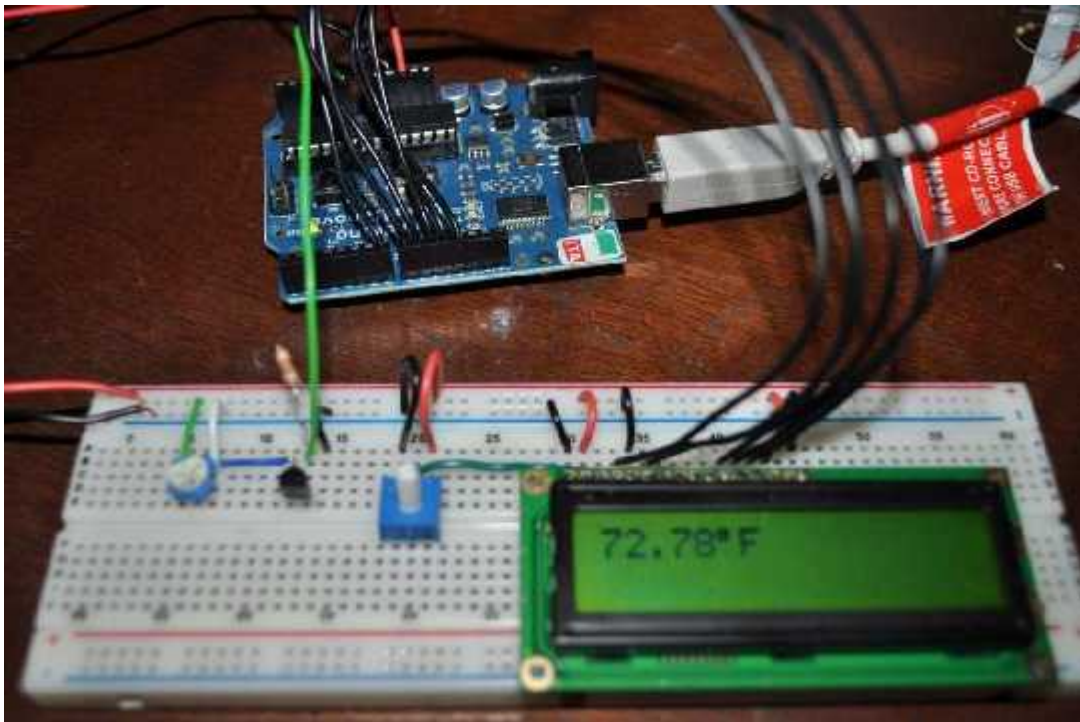
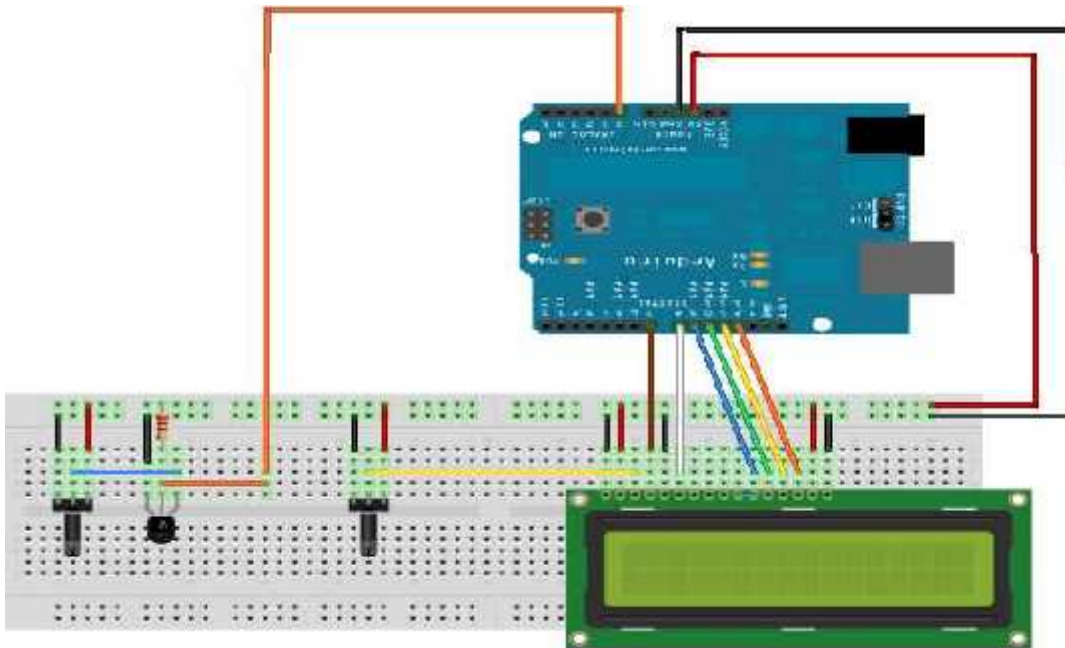
delay(1000);
}
```

7 . Realisation pratique :

7 . 1 . Circuit de conditionnement du capteur :



7.2 . Schéma de liaison arduino LCD :



Conclusion générale

L'objectif principal de ce mémoire de licence LMD était la réalisation d'un thermorégulateur pour le four électrique de l'appareil de fluage.

L'acquisition et régulation de température par un carte ARDUINO , Notre thermoregulateur utilise un thermocouple normal pour la mesure la température, Les calcule et la conversion necessaries sont confiés au microcontrôleur et l'affichage sur des afficheurs 7 segment ou afficheur LCD.

Bibliographie

- [1] "**Manuel d'utilisation du treuil OILWELL 840E**".
- OILWELL - (1987).
- [2] "**Forage rotary: Le treuil**".
- American Association of Oilwell Drilling Contractors - (1971).
- [3] "**Appareil de levage : Application au cours**".
- I. TCHAIOUN - Boumerdes (1985).
- [4] "**Le forage**".
- J.P. NGUYEN - Institut Français de Pétrole (1993).
- [5] "**Machines mécanismes et installations de forage**".
- A. ILSKI, V. KASSIANOV, V. POROCHINE - Edition Moscou.
- [6] "**Chaînes mécaniques**".
- B. KOHLER, E. SZTRYGLER - Techniques de l'ingénieur, B 5650.
- [7] "**Théorie du freinage**".
- J. CARRE - Techniques de l'ingénieur, B 5570.
- [8] "**RENOLD chainproduct catalogue**".
- Constructeur de chaînes RENOLD -
-