

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2016

Série S Sciences de l'ingénieur

Épreuve Orale du second groupe

Étude d'un système pluritechnique

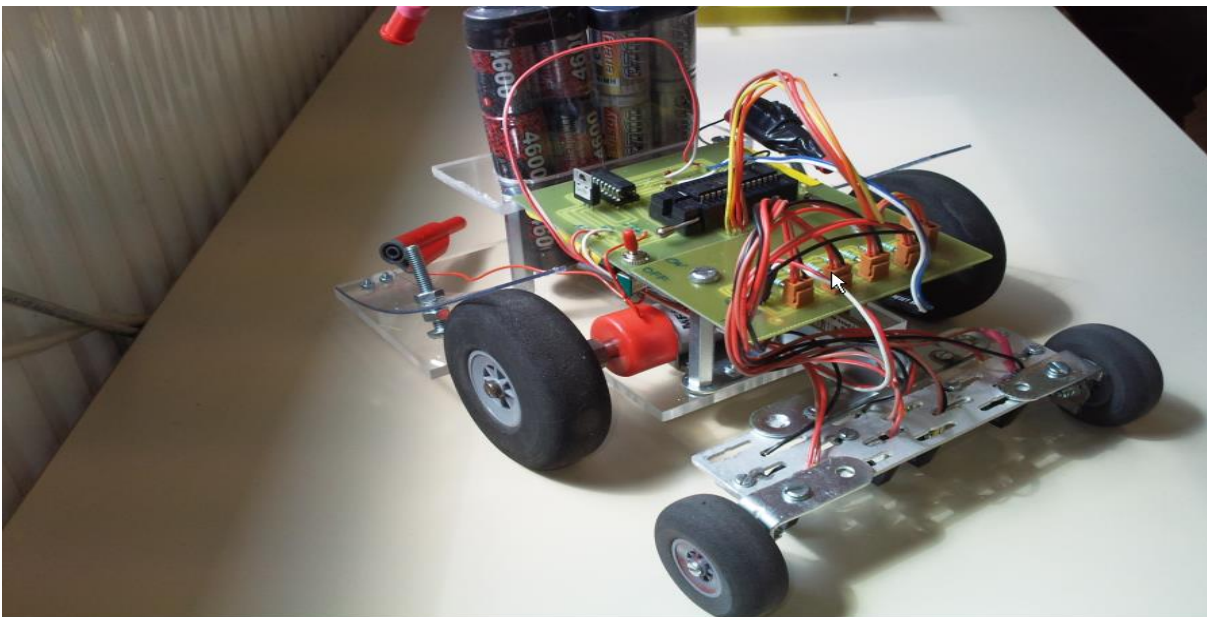
Robot suiveur de ligne

Coefficient : 6 ou 8

Durée de l'épreuve : 1 heure de préparation, 10 minutes de soutenance et 10 minutes d'interrogation

Aucun document n'est autorisé

Calculatrice autorisée



Composition du sujet :

- Un dossier présentation du système p 2
- Un dossier questionnaire p 3 à p 6
- Un dossier technique p 7

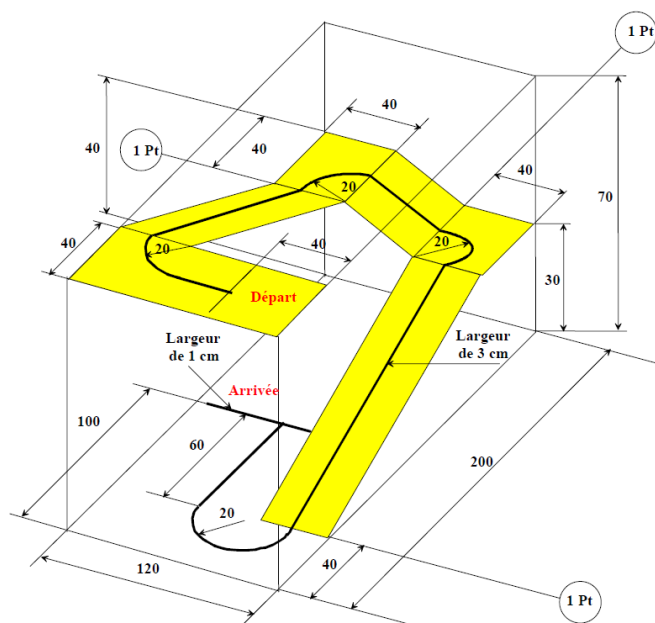
Vérifier que tous les documents sont disponibles.

Il est conseillé de traiter les différentes parties dans l'ordre.

Présentation du système

Problématique : Optimisation des performances d'un robot suiveur de ligne.

Présentation du contexte : chaque année, à la Ferté Bernard a lieu le challenge robotique des lycéens. L'une des épreuves de ce concours est de réaliser de la conception à la construction un mobile capable d'effectuer en toute autonomie un trajet prédéterminé (voir ci-dessous).

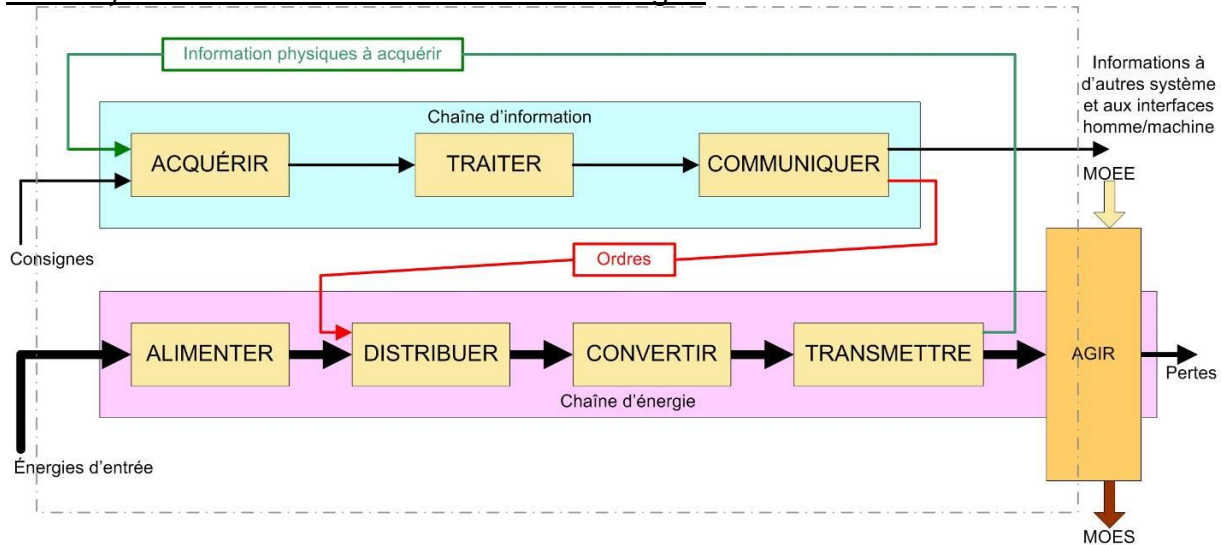


Il s'agit de suivre la ligne continue noire de 3 cm de large dans le temps le plus court.

Pour voir un exemple de déplacement d'un robot sur ce parcours, veuillez ouvrir le fichier *video suiveur de ligne.avi* dans le répertoire *vidéo de présentation du système*.

Questionnaire

1- Analyse fonctionnelle du robot suiveur de ligne



Constituants du robot suiveur de ligne : 2 motoréducteurs à courant continu, 4 capteurs infrarouges, 1 microcontrôleur, led verte de mise sous tension, 2 roues avec coupleur d'axe, pont en H, 2 batteries en série de 7,2 V

Fonctions : Acquérir, Traiter, Communiquer, Alimenter, Distribuer, Convertir, Transmettre.

1.1. Identifiez les constituants des sept fonctions du schéma fonctionnel ci-dessus.

2 – Validation du choix du motoréducteur

Un motoréducteur pilote la roue droite et l'autre motoréducteur la roue gauche.

La distance du parcours a été évaluée à 5430 mm.

Le parcours doit être réalisé en moins de 10 secondes afin d'être compétitif.

2.1. Déterminez la vitesse de translation moyenne suffisante du robot.

2.2. Un tour de roue du robot permettant d'avancer de 200 mm (périmètre de la roue), déterminez la vitesse de rotation en tour / min du motoréducteur.

2.3. A l'aide de la question 2.2 et sachant que l'alimentation moteur est de 14.4 V, valider la vitesse du motoréducteur de référence 918D30112/1 (voir document technique 1).

Le diamètre des roues est de 32 mm

2.4. Une étude dynamique a permis de déterminer l'effort $F = 3\text{N}$ nécessaire des roues sur le sol. Déterminer le couple C_{roue} à appliquer sur chaque roue.

Le rendement η du réducteur est de 0,8. La relation donnant le couple sur les roues en fonction du couple moteur est : $C_m = C_{roue} \times \frac{r}{\eta}$ avec r le rapport de réduction du moto – réducteur. (Prendre $r = 30 : 1$) Remarque : $1 \text{ N.m} = 10^4 \text{ g.cm}$

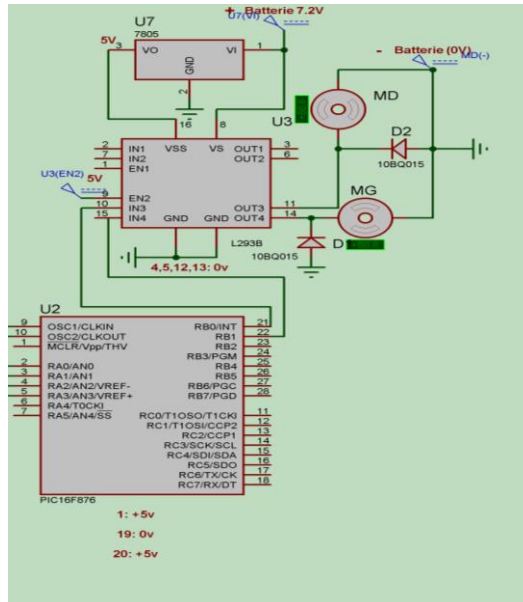
2.5. Déterminer si le couple du moteur (RE-280/1) choisi est suffisant.

3 – Validation de la variation de vitesse et freinage

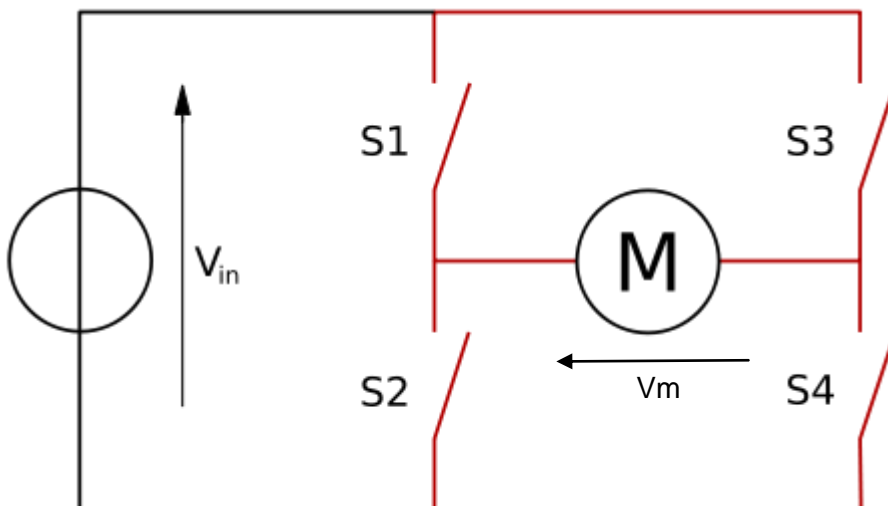
La difficulté principale est le dernier virage avant l'arrivée (voir vidéo jointe) : une pente importante avant un virage virant à droite.

La solution retenue est de freiner avec le moteur droit MD et de ralentir la vitesse du moteur gauche MG (voir schéma ci-dessous) .

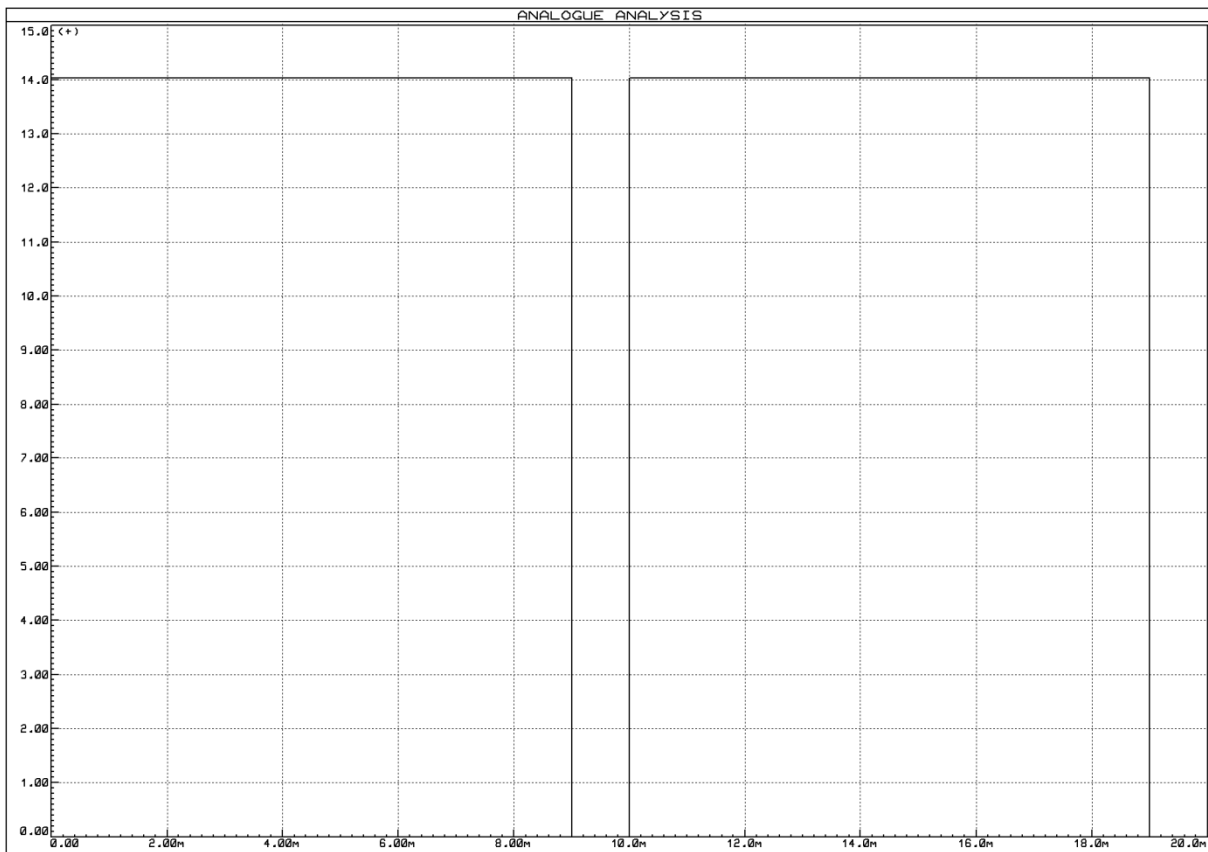
Le pilotage des moteurs a été réalisée par le circuit intégré L293B (pont en H).



3.1. Une représentation simplifié de la commande du moteur gauche vous est proposée (voir ci-dessous). Pour la mise en rotation du moteur gauche en marche avant, il faut que $V_{in} = V_m$. Quels sont les interrupteurs qui se doivent se fermer ?



3.2. Un relevé de simulation de la tension V_m aux bornes du moteur gauche a été effectué lorsque le véhicule est en ligne droite.



Déterminer la tension moyenne du signal ci-dessus.

On souhaite réduire la vitesse du moteur gauche de 20 % dans le virage. On doit donc réduire de 20 % la tension moyenne aux bornes du moteur gauche. Déterminer alors les caractéristiques du signal électrique présent aux bornes du moteur gauche dans le virage.

4- Validation du traitement des informations provenant des 4 capteurs infrarouges:

Les informations provenant des capteurs fournissent une tension analogique proportionnelle à la luminosité.

On utilise deux capteurs à gauche et deux capteurs à droite, pour optimiser les performances.

Des essais dans le réel ont été menés dans les conditions de luminosité d'une salle de classe (500 lux). Un support en bois a été mis en peinture en jaune d'un côté, en noir de l'autre côté. Les capteurs ont été placés à 1 cm du support de bois.

Au dessus de la couleur jaune, les capteurs renvoient $U_{\text{CAPTEUR}} = 0,25 \text{ V}$.

Au dessus de la couleur noire, les capteurs renvoient $U_{\text{CAPTEUR}} = 4,51 \text{ V}$.

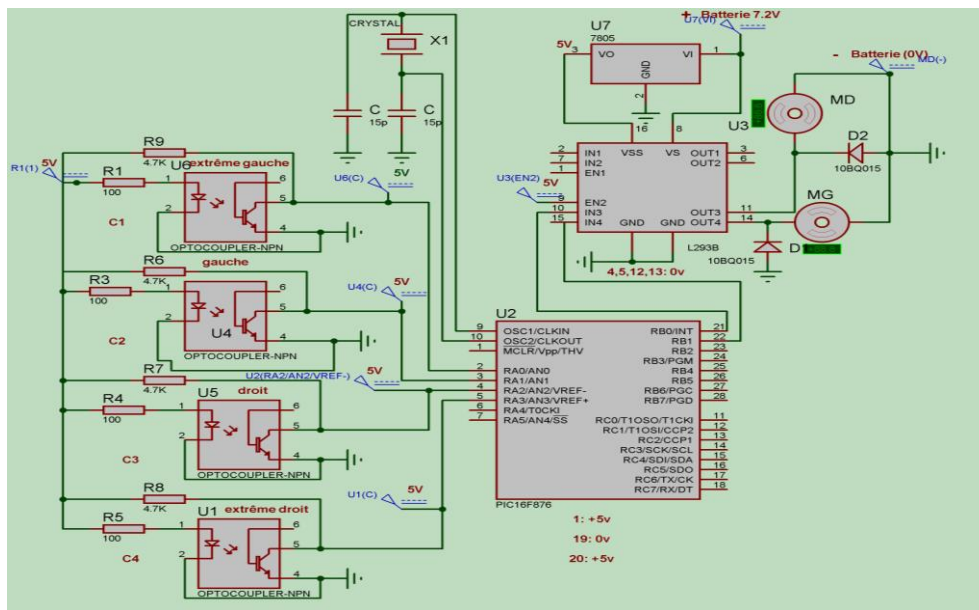
4.1. Donnez la différence de tension entre les deux couleurs dans les conditions décrites ci-dessus. En déduire la tension moyenne U_{SEUIL} .

Afin de traiter les données provenant des capteurs, on impose :

Si $U_{CAPTEUR} > U_{SEUIL}$ alors le capteur est au dessus de la ligne noire

Si $U_{CAPTEUR} < U_{SEUIL}$ alors le capteur est au dessus de la couleur jaune (hors ligne).

4.2. Le microcontrôleur 16F876 qui va recevoir les informations provenant des quatre capteurs dispose d'entrées analogiques 8 bits.



Les informations provenant des capteurs sont converti en numérique par le microcontrôleur.

Exemple pour une tension d'entrée de 5 V (tension maximum), le microcontrôleur convertit en une valeur numérique de 11111111 en base 2 ou 255 en base 10.

Calculer la valeur numérique en base 10 correspond à U_{SEUIL} .

Compléter alors le *sous programme acquisition* de l'algorithme :

Début

Lire capteur gauche, capteur droit

Si capteur gauche < et capteur droit > Alors aller à droite

Si capteur gauche > et capteur droit < Alors aller à gauche

Si capteur gauche > et capteur droit > Alors aller tout droit

Document Technique 1



918D SERIES 25mm SINGLE RATIO METAL GEARBOX (RE280 MOTOR/RE 280/1 MOTOR)



WITH 2mm OUTPUT SHAFT (15:1 ONLY)



WITH 4mm OUTPUT SHAFT (ALL RATIOS)

RATIOS NOW AVAILABLE AS EX-STOCK ITEMS.

918D151 (1.5v - 3v) WITH RE 280 MOTOR (RATIO 15:1). 2mm SHAFT
 918D151/1 (1.5v - 3v) WITH RE 280 MOTOR (RATIO 15:1). 4mm SHAFT
 918D301/1 (1.5v - 3v) WITH RE 280 MOTOR (RATIO 30:1). 4mm SHAFT
 918D1001/1 (1.5v - 3v) WITH RE 280 MOTOR (RATIO 100:1). 4mm SHAFT
 918D2501/1 (1.5v - 3v) WITH RE 280 MOTOR (RATIO 250:1). 4mm SHAFT
 918D3601/1 (1.5v - 3v) WITH RE280/3 MOTOR (RATIO 360:1). 4mm SHAFT
 918D5001/1 (1.5v - 3v) WITH RE280 MOTOR (RATIO 500:1). 4mm SHAFT

918D15112 (12v - 24v) WITH RE 280/1 MOTOR (RATIO 15:1). 2mm SHAFT
 918D15112/1 (12v - 24v) WITH RE 280/1 MOTOR (RATIO 15:1). 4mm SHAFT
 918D30112/1 (12v - 24v) WITH RE 280/1 MOTOR (RATIO 30:1). 4mm SHAFT
 918D100112/1 (12v - 24v) WITH RE 280/1 MOTOR (RATIO 100:1). 4mm SHAFT
 918D250112/1 (12v - 24v) WITH RE280/1 MOTOR (RATIO 250:1). 4mm SHAFT
 918D360112/1 (12v - 24v) WITH RE280/4 MOTOR (RATIO 360:1). 4mm SHAFT
 918D500112/1 (12v - 24v) WITH RE280 MOTOR (RATIO 500:1). 4mm SHAFT
 918D10241/1 (12v - 24v) WITH RE280/1 MOTOR (RATIO 1024:1). 4mm SHAFT

MOTOR DATA. (RE-280 & RE-280/1)

MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY						STALL TORQUE	
	OPERATING RANGE	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE		OUTPUT	EFF	oz - in	g - cm
			R.P.M.	A	R.P.M.	A	oz - in	g - cm	W	%	oz - in	g - cm
RE - 280	1.5 - 3.0	1.5v CONSTANT	4600	0.120	3750	0.53	0.160	11.53	0.44	56.2	0.86	62.0
RE - 280	1.5 - 3.0	3.0v CONSTANT	9200	0.155	7800	0.85	0.278	20.00	1.60	62.3	1.81	130.0
RE - 280/1	12 - 24	12v CONSTANT	8400	0.10	6300	0.30	0.347	25.0	1.62	44.87	1.389	100
RE - 280/3	1.5 - 3	3v CONSTANT	8800	0.24	7200	1.06		23.2	1.71	53.8		126
RE - 280/4	12 - 24	12v CONSTANT	8224	0.046	6636	0.194		19.2		56.1		99.3

REDUCTION TABLE. R.P.M.

Stall Current RE280 at 1.5v = 2.41A

SUPPLY VOLTAGE	1.5v	3.0v	6v	12v	18v	24v
918D61	730	1409				
918D6112			476	1158	1974	2684
918D151	319	604				
918D15112			193	472	778	1086
918D301	159	296				
918D30112			96	238	405	543
918D1001	43	87				
918D100112			30	74	124	166
918D2501	18	34				
918D250112			12	29	50	67
918D3601	11	23				
918D360112			10	23	35	48
918D5001	8	15				
918D500112			7.5	16	25	33
918D10241	4.5	8.75				
918D1024112			2.8	7.25	12	16.75

MODEL	WEIGHT
918D61	75g
918D6112	75g
918D151	75g
918D15112	72g
918D301	75g
918D30112	75g
918D1001	77g
918D100112	77g
918D2501	78g
918D250112	78g
918D3601	87g
918D360112	87g
918D5001	g
918D500112	g
918D10241	89g
918D1024112	89g

GEARBOX RATINGS

RATED TORQUE (g.cm)	TOLERANCE	MAX. MOMENTARY TOLERANCE TORQUE
6:1	300	900
15:1	400	1200
30:1	600	1800
100:1	1000	3000
250:1	1200	3600
360:1	1200	3600
500:1	1200	3600
1024:1	1500	4500

Note: Motor speeds may vary by (+) or (-) 12.5%

IMPORTANT NOTICE
 At very low ratios the torque produced by this geared motor combination may exceed the maximum permissible torque of the gearbox. In this situation the unit must not be allowed to stall as this may damage the gears. Please refer to the table of the gearbox ratings to ascertain the appropriate geared motor combination.

IMPORTANT NOTICE
 Due to the wide range of applications for this product it is the users responsibility to establish the products suitability for their individual purpose(s).