Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

SESSION 2018

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E4

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures
Coefficient : 2

AUCUN DOCUMENT AUTORISE
CALCULATRICE AUTORISEE

Le sujet comporte 3 dossiers :

Dossier Technique jaune (DT1 à DT23)

Travail Demandé vert (TD1 à TD10)

Documents Réponses blanc (DR1 à DR5)
à rendre avec la copie

Les candidates ou les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les documents réponses prévus à cet effet ou sur feuille de copie.

Tous les documents réponses même vierges sont à remettre en fin d'épreuve.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

SESSION 2018

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E4

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

STABILISATEUR POUR SMARTPHONE

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 23 pages repérées DT1 à DT23.

DT1 à DT4 : **présentation et extrait du cahier des charges fonctionnel d'un stabilisateur pour smartphone**

DT5 : **schéma cinématique**

DT6 : **dimensions et masses de smartphones**

DT7 : **solutions de serrage**

DT8 : **couple de serrage**

DT9 : **ergonomie**

DT10 : **accélération lors d'un travelling**

DT11 à DT12 : **description fonctionnelle de différents moteurs électriques**

DT13 à DT15 : **transistors N-MOS**

DT16 à DT18 : **transistors P-MOS**

DT19 à DT20 : **batterie d'accumulateurs et joysticks**

DT21 à DT22 : **résumé des spécifications du PIC 16F15356**

DT23 : **ADC du PIC 16F15356 et rotor (ou cloche) à découper**

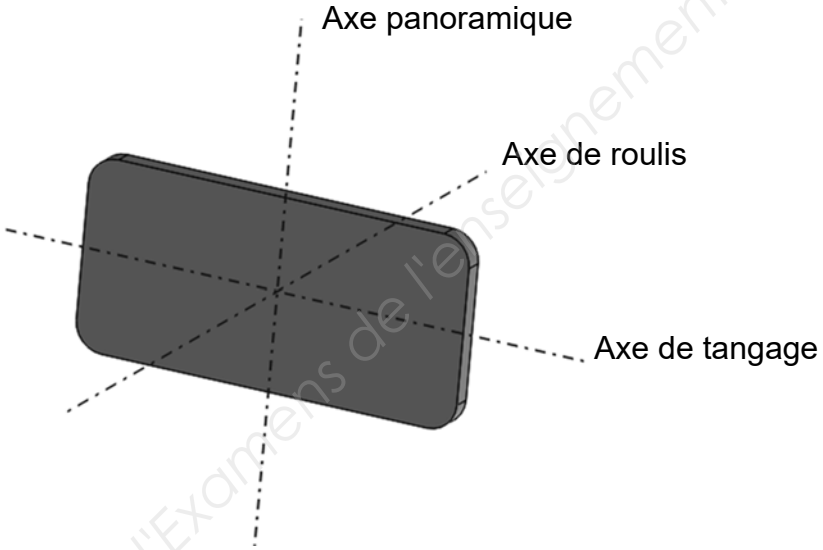
Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

PRÉSENTATION

Un stabilisateur pour smartphone est un système qui permet de compenser les mouvements de l'utilisatrice ou de l'utilisateur. Les vidéos ainsi prises sont plus fluides. De plus, il permet de filmer en suivant l'évolution d'un sujet (mode tracking) ou de garder le smartphone dans une direction lorsque l'utilisatrice ou l'utilisateur bouge.

Le système que l'on veut développer est un modèle trois axes (voir schéma ci-dessous). Pour que l'appareil soit performant, il faut que l'équilibrage autour des trois axes soit le plus précis possible. En effet cela limitera la puissance des moteurs et donc le prix, l'encombrement et le poids pour une performance égale.

Notre étude consistera à réaliser cet équilibrage et à choisir la motorisation.



EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL D'UN STABILISATEUR POUR SMARTPHONE

Expression du besoin

FONCTION GLOBALE : ***définition du besoin***

À qui sert le produit ?
À une utilisatrice ou un utilisateur désirant réaliser des vidéos de bonne qualité à l'aide de son smartphone.

Sur quoi agit-il ?
Sur le smartphone.

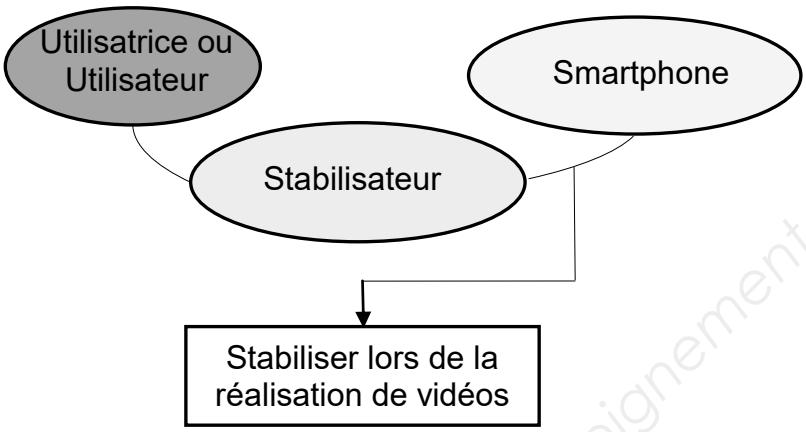
Pourquoi (dans quel but) ?
Pour permettre à une utilisatrice ou un utilisateur de réaliser des vidéos en atténuant les mouvements parasites.

Fonction globale :
Stabiliser un smartphone dans le but de réaliser des vidéos de bonne qualité.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (suite)

Diagramme niveau 1 : fonction globale *(bête à corne)*



Pourquoi le besoin existe-t-il ?

Beaucoup d'utilisatrices ou d'utilisateurs de smartphone l'utilisent pour réaliser des vidéos. Mais de part la préhension de celui-ci, cela induit des mouvements parasites qui nuisent à la qualité de l'image. Le stabilisateur, maniable et compact, permet de remédier à ce problème. De plus, il permet de filmer en suivant l'évolution d'un sujet (mode tracking).

Qu'est-ce qui pourrait le faire évoluer ou le faire disparaître ?

Disparition des smartphones.
Intégration de ces fonctions dans le smartphone.

Quel est le risque d'évolution du besoin et de disparition ?

Vu leur essor, les smartphones ne sont pas près de disparaitre.
Certains nouveaux smartphones possèdent des stabilisateurs très performants mais il n'est pas possible de faire un suivi de sujet.
Les risques d'évolution et de disparition restent à court terme relativement faibles.

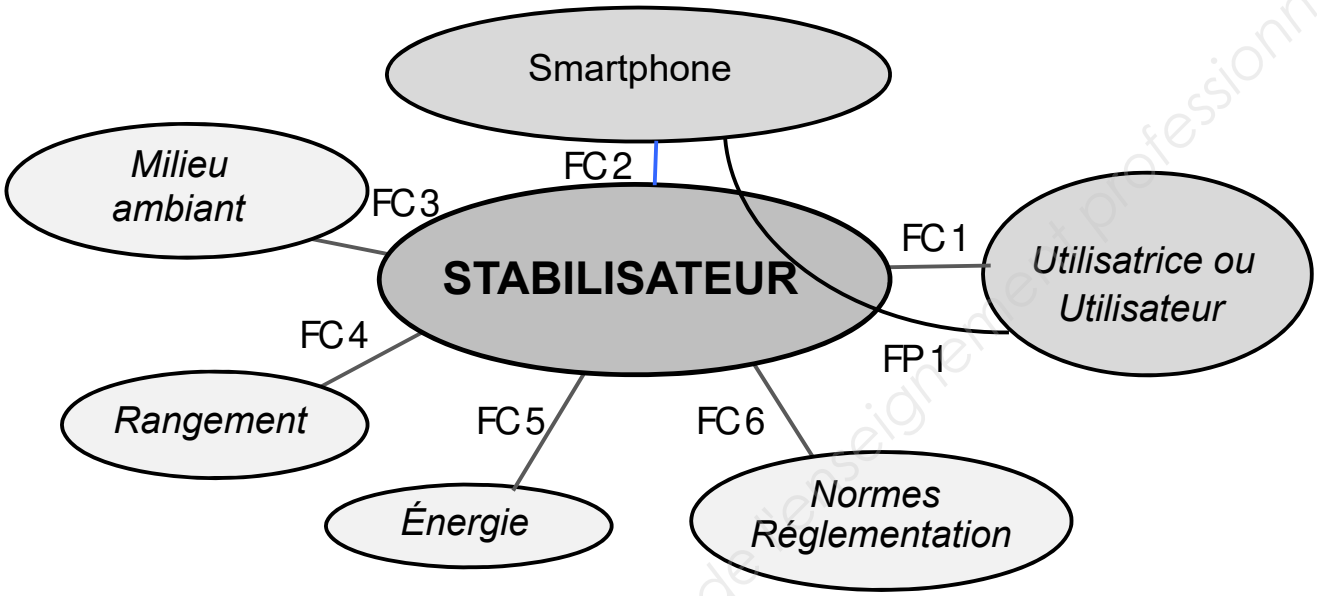
➔ Dans sa forme actuelle, le besoin est validé.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (suite)

Milieu environnant, fonctions principales, complémentaires et contraintes

Diagramme pieuvre



Fonction principale :

FP 1 : permettre à l'utilisatrice ou à l'utilisateur de réaliser des vidéos de bonne qualité sur le smartphone.

Fonctions complémentaires et contraintes :

FC 1 : permettre une bonne prise en main.

FC 2 : s'adapter à n'importe quel smartphone.

FC 3 : s'adapter au milieu ambiant (humidité, poussière,...).

FC 4 : être facilement transportable une fois rangé.

FC 5 : être alimenté avec une source d'énergie autonome, intégrée au système.

FC 6 : respecter les normes et la réglementation des produits grand public.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (suite)

Tableau de caractérisation des fonctions

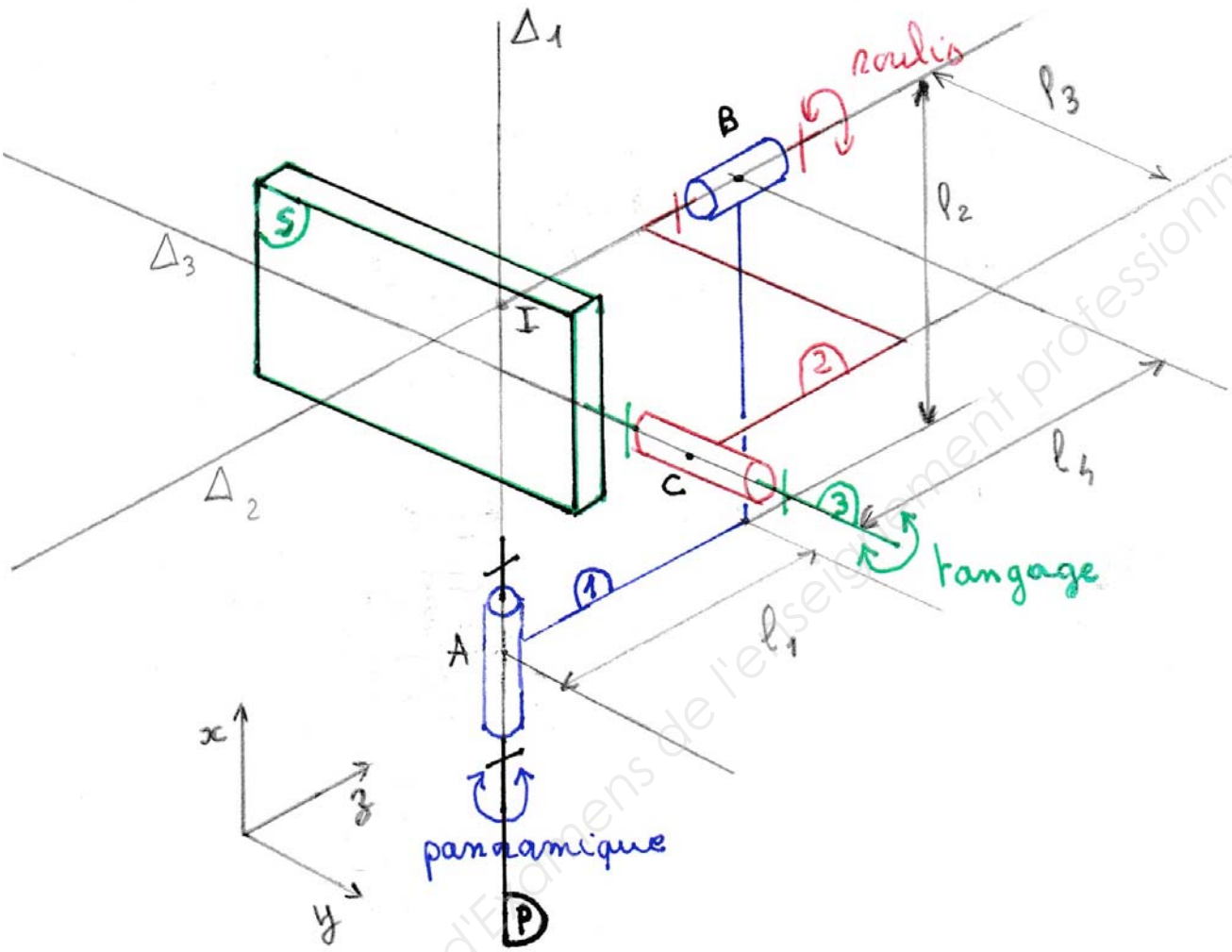
Fonctions	Critères	Niveaux	Flexibilité
FP 1 **Permettre à l'utilisatrice ou à l'utilisateur de réaliser des vidéos de bonne qualité sur le smartphone.**	Plage angulaire de vibration	± 0.03°	F1
	Contrôle des positions : - panoramique - roulis - tangage - précision angulaire Vitesse contrôlable max	 ± 150° ± 25° - 125° à +35° ≤ 2° 120°/s	 F2 F2 F2 F0 F2
	Connexion entre le smartphone et le stabilisateur	Bluetooth.	F0
FC 1 **Permettre une bonne prise en main**	Ergonomique Poids	Forme usuelle adaptable à la préhension humaine < 500g	F0 F2
FC 2 **S'adapter à n'importe quel smartphone**	Largeur	Entre 58,6 et 84,8 mm	F0
FC 3 **S'adapter au milieu ambiant**	Température Humidité Lumière UV Choc	Entre 0° et 40° 100% Minimum 10 ans chute d'un mètre	F1 F1 F1 F1
FC 4 **Etre facilement transportable une fois rangé**	Encombrement replié	< 300×120×50	F2
FC 5 **Être alimenté avec une source d'énergie autonome, intégrée au système**	Batterie : - tension de charge - autonomie	 5 Volts ≥ 2 h	 F0 F3
FC 6 **Respecter les normes et la réglementation des produits grand public**	Marquage Directive européenne	CE RoHS	F0

Base de données sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

CRITÈRES DE FLEXIBILITÉ :

F0 = non négociable F1 = légèrement négociable F2 = très peu négociable
F3 = négociable F4 = assez négociable F5 = très négociable

SCHÉMA CINÉMATIQUE



S : smartphone
1 : bras 1
2 : bras 2
3 : bras 3
P : poignée du stabilisateur

Conditions d'équilibrage :

- G_{3S}, centre de gravité de l'ensemble {3,S}, doit appartenir à Δ_3.
- G_{23S}, centre de gravité de l'ensemble {2,3,S}, doit appartenir à Δ_2.
- G_{123S}, centre de gravité de l'ensemble {1,2,3,S}, doit appartenir à Δ_1.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DIMENSIONS ET MASSES DE SMARTPHONES EN USAGE ACTUELLEMENT



SONY XPERIA XZ PREMIUM
156 × 77 × 7.9 (mm)
195 g



APPLE IPHONE 6S
138.3 × 67.1 × 7.1 (mm)
143 g



LG V10
159.6 × 79.3 × 8.6 (mm)
192 g



HTC U ULTRA
162.4 × 79.8 × 8 (mm)
170 g



SAMSUNG GALAXY NOTE 5
153.2 × 76.1 × 7.6 (mm)
171 g

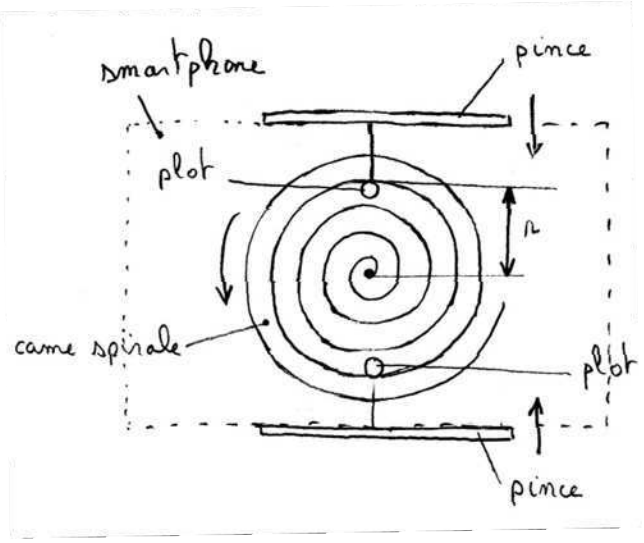


APPLE IPHONE 5S
123.8 × 58.6 × 7.6 (mm)
112 g

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

SOLUTIONS DE SERRAGE

Par came en forme de spirale :



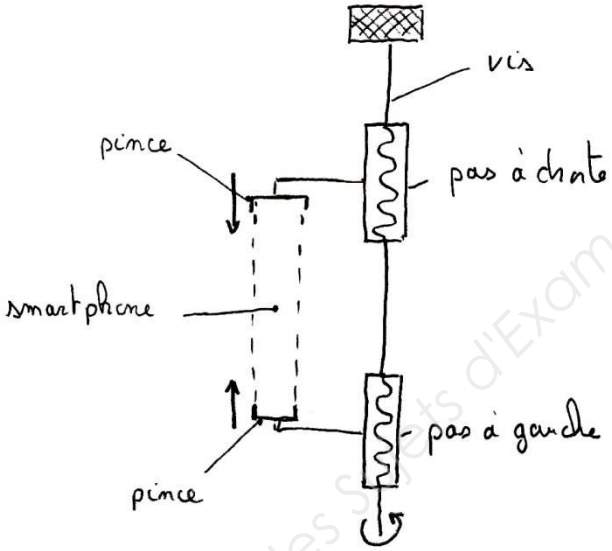
La came spirale a un mouvement de rotation par rapport à son axe central. Elle entraine les pinces, qui ont un mouvement de translation, par le biais des plots.

Pas de la spirale : $p_{spirale}$ = 4 mm (pour des raisons d'encombrement et de fabrication)

Pour un tour de la came spirale, les pinces se rapprochent de 2 $p_{spirale}$.

Système irréversible (on ne peut pas déplacer les pinces sans agir sur la came spirale)

Par 2 liaisons hélicoïdales avec des pas inversés :



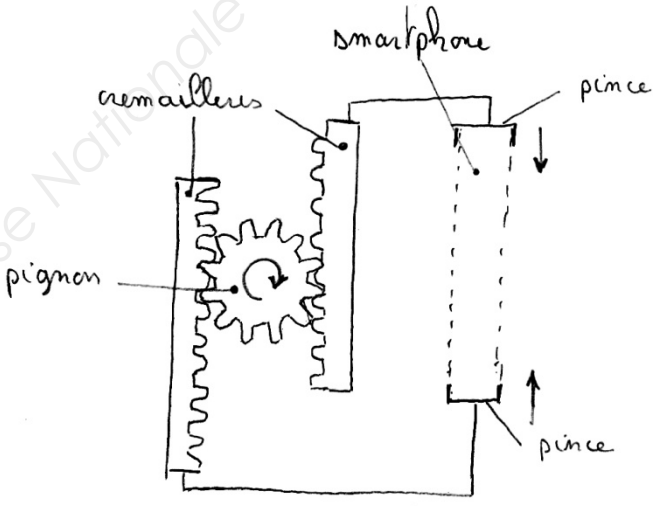
La vis a un mouvement de rotation par rapport à son axe. Elle entraine les pinces, qui ont un mouvement de translation, par le biais des liaisons hélicoïdales.

Pas de la vis : p_{vis} = 0.8 mm (correspond à une vis de diamètre 5 mm choisie pour des raisons d'encombrement et de fabrication)

Pour un tour de la vis de serrage, les pinces se rapprochent de : 2 p_{vis}

Système irréversible (on ne peut pas déplacer les pinces sans agir sur la vis de serrage)

Par 2 crémaillères :



Le pignon a un mouvement de rotation par rapport à son axe. Il entraine les pinces, qui ont un mouvement de translation, par le biais des crémaillères.

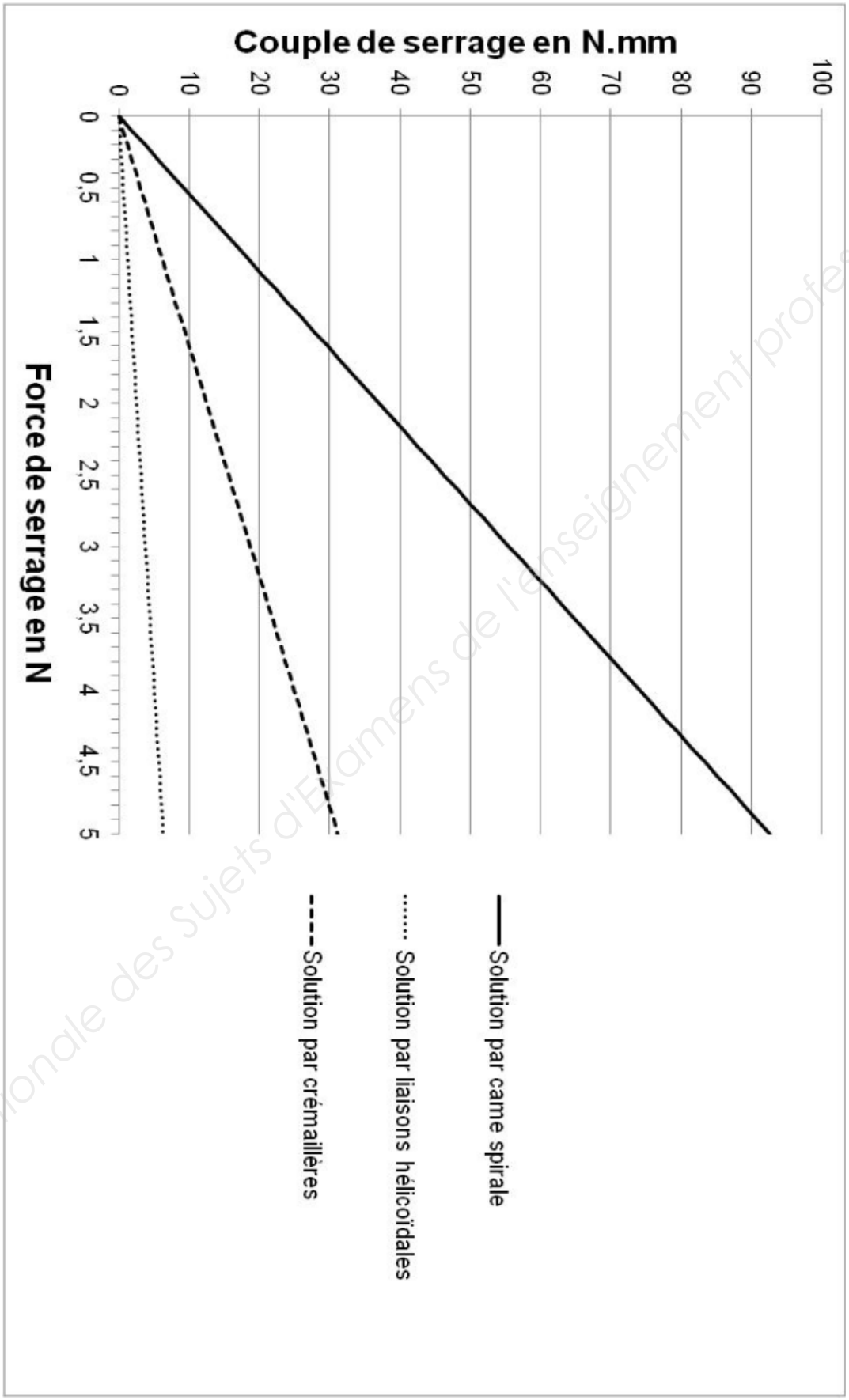
r_p : rayon primitif du pignon
r_p = 5 mm (pour des raisons d'encombrement et de fabrication)

Pour un tour du pignon, les pinces se rapprochent de : $4\pi r_p$

Système réversible (on peut déplacer les pinces en agissant dessus)

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

COUPLE DE SERRAGE EN FONCTION DE LA FORCE DE SERRAGE POUR LES TROIS SOLUTIONS PROPOSÉES



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

ERGONOMIE

Efforts admissibles pour la manœuvre des éléments de machines en Newton		Effort momentané non répété			Effort admissible en travail normal	
		Homme		Femme	Fréquence de rotation en tours/min	
		Très fort	Moyen		10	20
	Bouton moleté	18	10	4	2,5	1,5
	Bouton moleté à encoches	20	12	5	3	2
	Ecrou à oreilles	25	17	8	4	2,5
	Ecrou six pans	30	20	7	5	3
	Ecrou croisillon	35	23	8	6	4
	Manche (tournevis)	40	27	10	7	4,5
	Clé à douille (1 main)	50	33	11	8	5
	Clé à béquille (2 mains)	75	50	15	12	15

La valeur des efforts est donnée en effort tangentiel E sur le rayon d'application r de l'effort.

Cet effort détermine un couple C = E x r.

avec r = rayon d'application de l'effort

pour boutons moletés, manches, volants sans poignée	r = 0.5 D
pour écrous ou poignées étoilées	r = 0.45 D
pour écrous à oreilles, croisillons, poignées, béquilles	r = 0.4 D
pour clefs et leviers	r = 0.8 R

avec D = diamètre extérieur élément machine
R = rayon extérieur élément machine

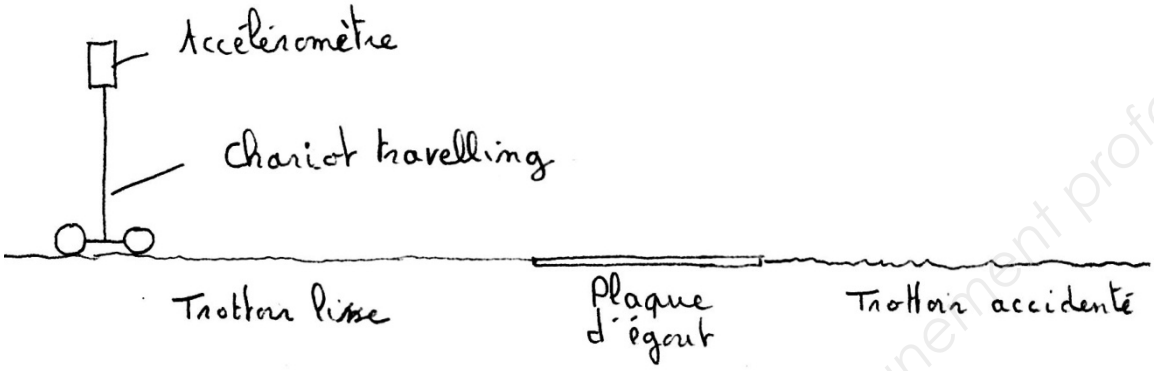
Dans le cas d'utilisation d'un outil, de plusieurs doigts ou des deux mains E est l'effort total.

La valeur des efforts donnés ci-dessus en [N] peut être augmentée ou diminuée suivant les conditions plus ou moins favorables du travail.

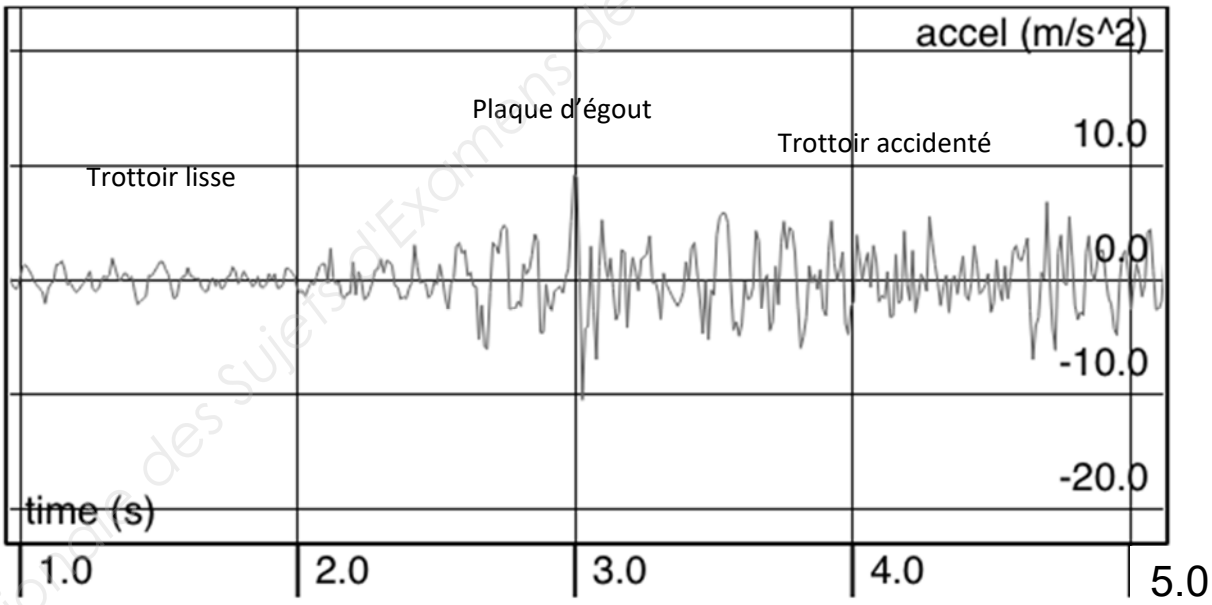
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

ACCÉLÉRATION LORS D'UN TRAVELLING

Accélération verticale du smartphone par rapport au sol lors d'un travelling sur différents revêtements.



Protocole de mesure :



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DESCRIPTION FONCTIONNELLE DE DIFFÉRENTS MOTEURS ÉLECTRIQUES

MCC (Moteur à Courant Continu) (ou encore Moteur à balais)



Il est constitué d'un stator (externe) qui est à l'origine d'un flux magnétique fixe et d'un rotor (interne) bobiné relié à un collecteur rotatif. Le flux magnétique du stator est obtenu la plupart du temps grâce à des aimants permanents. Le collecteur rotatif inverse la polarité de chaque bobine du rotor au moins une fois par tour de sorte que le couple moteur soit toujours productif. Des balais assurent les contacts électriques par frottement sur le collecteur, entre la source de tension continue et les bobines du rotor.

Il possède généralement un bon couple mais son rendement est moyen. Il nécessite un entretien (balais, collecteur). Il ne nécessite pas d'électronique de commande complexe (il peut être connecté directement à la source de tension continue). Le contrôle de sa vitesse peut être obtenu par un circuit électronique hacheur simple. Il ne peut pas être utilisé en positionnement angulaire car par constitution il est fait pour tourner. Le couplage à un réducteur mécanique permet d'adapter sa vitesse de rotation à une multitude d'applications. Ce couplage permet d'ailleurs et aussi le positionnement angulaire que le MCC seul ne peut pas faire. Son coût est généralement faible. C'est un moteur qui possède un bon rapport poids puissance. Il en existe de toutes les tailles.

Moteur Brushless (ou BLDC) (ou encore Moteur sans balai)



C'est une machine électrique qui appartient à la catégorie des machines électriques synchrones. Il est constitué d'un stator composé de plusieurs bobines électriques et d'un rotor portant plusieurs aimants permanents. Cette disposition permet d'éliminer les problèmes de collecteur rotatif (cf. le MCC) mais rend obligatoire l'utilisation d'une électronique de pilotage spécifique et complexe assurant la commutation des courants (nécessaire à l'entretien de la rotation).

Le moteur Brushless possède un très bon couple. Son rapport poids puissance est excellent. Il est silencieux et n'est à l'origine d'aucune perturbation électromagnétique. Il est fiable et d'une durée de vie excellente. Il ne nécessite aucun entretien. Les composants électroniques de puissance (MOS IGBT) ayant progressé, le moteur Brushless a remplacé presque complètement le moteur MCC dans les applications nécessitant une commande et une régulation électronique du couple, de la vitesse et/ou de la position. Son rendement est excellent et son coût est faible. Concernant le critère de réversibilité, il n'offre aucune résistance à la rotation si l'alimentation est coupée puisque son rotor est monté sur roulement.

Il existe 2 variantes du moteur Brushless ; l'inrunner et l'outrunner.

<u>Moteur Brushless inrunner</u>

Cette version possède toutes les caractéristiques des moteurs Brushless. Sa particularité tient à la disposition des pièces : le rotor est à l'intérieur, le stator est à l'extérieur.

Ce modèle est le plus courant.

Base nationale sujets - Reproduction interdite au titre de l'enseignement professionnel

Moteur Brushless outrunner

Cette version possède également toutes les caractéristiques des moteurs Brushless. Seul le placement des pièces le distingue de l'inrunner : Le rotor est à l'extérieur, le stator à l'intérieur.

Cette disposition rend possible le montage d'un nombre plus important d'aimants. Il possède de ce fait plus de couple à basse vitesse. Le fait qu'il possède plus d'aimants le prédispose aussi à des applications nécessitant un positionnement angulaire précis (nombre de pas par tour plus important que pour l'inrunner). Cette disposition n'affecte pas vraiment le critère d'encombrement qui reste très bon comme pour l'inrunner.

MPP (ou Moteur Pas à Pas)



Le moteur pas à pas est un appareil qui convertit des impulsions électriques en déplacement angulaire. De ce fait, il ressemble beaucoup au moteur Brushless. Mais contrairement à ce dernier, le moteur pas à pas n'a pas beaucoup de couple. Aussi, il est très souvent associé à un réducteur. Les conséquences directes sont qu'il n'est pas réversible et qu'il n'est pas très compact. La plupart du temps, il est utilisé en positionnement. Il existe plusieurs technologies différentes de moteur pas à pas. Toutes nécessitent une électronique spécifique de pilotage des impulsions électriques.

Réducteur mécanique



Il permet de réduire la vitesse d'un moteur pour l'adapter à l'application. Il est souvent nécessaire du fait des grandes différences de vitesse entre les moteurs et les besoins dans les applications. Il augmente l'inertie et présente des jeux mécaniques qui sont parfois néfastes (notamment en positionnement).

Si le facteur de réduction est important, les motoréducteurs sont irréversibles.

Le réducteur augmente l'encombrement de la motorisation et son poids.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

TRANSISTORS N-MOS

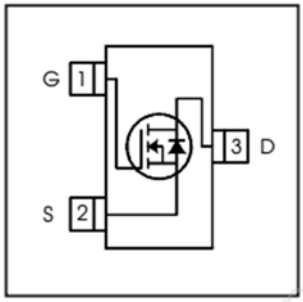
1 – IRLML2502PbF

International
IOR Rectifier

IRLML2502PbF

HEXFET® Power MOSFET

- Ultra Low On-Resistance
- N-Channel MOSFET
- SOT-23 Footprint
- Low Profile (<1.1mm)
- Available in Tape and Reel
- Fast Switching
- Lead-Free
- RoHS Compliant, Halogen-Free



V_{DSS} = 20V

$R_{DS(on)}$ = 0.045Ω

Description

These N-Channel MOSFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve extremely low on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET® power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient and reliable device for use in battery and load management.



Micro3™

Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
V_{DS}	Drain- Source Voltage	20	V
I_D @ T_A = 25°C	Continuous Drain Current, V_{GS} @ 4.5V	4.2	A
I_D @ T_A= 70°C	Continuous Drain Current, V_{GS} @ 4.5V	3.4	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	33	
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 12	V
T_J, T_{STG}	Junction and Storage Temperature Range	-55 to + 150	°C

Electrical Characteristics @ T_J = 25°C (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	20	—	—	V	V_{GS} = 0V, I_D = 250uA
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.01	—	V/°C	Reference to 25°C, I_D = 1.0mA
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	0.035	0.045	Ω	V_{GS} = 4.5V, I_D = 4.2A ②
		—	0.050	0.080		V_{GS} = 2.5V, I_D = 3.6A ②
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	0.60	—	1.2	V	V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250µA
$\Delta V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage Coefficient	—	-3.2	—	mV/°C	

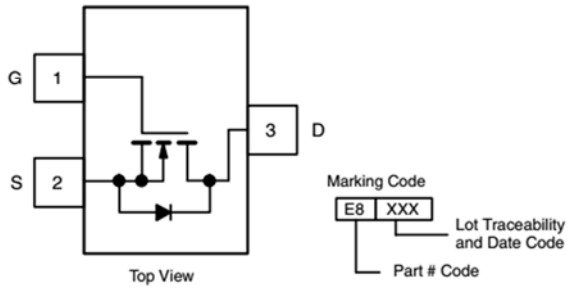
Base nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

2 – Si2338DS

N-Channel 30 V (D-S) MOSFET

PRODUCT SUMMARY			
V_{DS} (V)	$R_{DS(on)}$ (Ω)	I_D (A)[a, e]	Q_g (Typ.)
30	0.028 at V_{GS} = 10 V	6	4.2 nC
	0.033 at V_{GS} = 4.5 V	6	

SOT-23



Ordering Information:
Si2338DS-T1-GE3 (Lead (Pb)-free and Halogen-free)

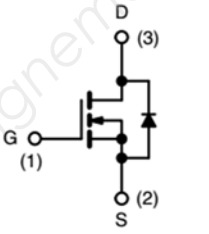
FEATURES

- **Halogen-free According to IEC 61249-2-21 Definition**
- TrenchFET® Power MOSFET
- Low On-Resistance
- 100 % R_g Tested
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC

Pb-free
RoHS COMPLIANT
HALOGEN FREE

APPLICATIONS

- DC/DC Converters, High Speed Switching



N-Channel MOSFET

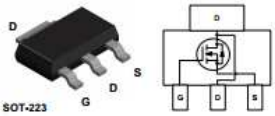
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = 25 °C, unless otherwise noted)				
Parameter		**Symbol**	**Limit**	**Unit**
Drain-Source Voltage		V_{DS}	30	V
Gate-Source Voltage		V_{GS}	± 20	
Continuous Drain Current (T_J = 150 °C)	T_C = 25 °C	I_D	6[e]	A
	T_C = 70 °C		6[e]	
	T_A = 25 °C		5.5[b, c]	
	T_A = 70 °C		4.4[b, c]	
Pulsed Drain Current (t = 300 µs)		I_{DM}	25	
Operating Junction and Storage Temperature Range		T_J, T_{stg}	- 55 to 150	°C
Soldering Recommendations (Peak Temperature)			260	

SPECIFICATIONS (T_J = 25 °C, unless otherwise noted)						
Parameter	**Symbol**	**Test Conditions**	**Min.**	**Typ.**	**Max.**	**Unit**
Static						
Gate-Source Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250 µA	1.2		2.5	V
On-State Drain Current[a]	$I_{D(on)}$	V_{DS} ≤ 5 V, V_{GS} = 10 V	20			A
Drain-Source On-State Resistance[a]	$R_{DS(on)}$	V_{GS} = 10 V, I_D = 5.5 A		0.023	0.028	Ω
		V_{GS} = 4.5 V, I_D = 5 A		0.027	0.033	

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

3 – NDT3055L

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR TM



NDT3055L
N-Channel Logic Level Enhancement Mode Field Effect Transistor

General Description

These logic level N-Channel enhancement mode power field effect transistors are produced using Fairchild's proprietary, high cell density, DMOS technology. This very high density process is especially tailored to minimize on-state resistance and provide superior switching performance, and withstand high energy pulse in the avalanche and commutation modes. These devices are particularly suited for low voltage applications such as DC motor control and DC/DC conversion where fast switching, low in-line power loss, and resistance to transients are needed.

Features

- 4 A, 60 V. $R_{DS(ON)}$ = 0.100 Ω @ V_{GS} = 10 V,
  $R_{DS(ON)}$ = 0.120 Ω @ V_{GS} = 4.5 V.
- Low drive requirements allowing operation directly from logic drivers. $V_{GS(TH)}$ < 2V.
- High density cell design for extremely low $R_{DS(ON)}$.
- High power and current handling capability in a widely used surface mount package.

Absolute Maximum Ratings T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	NDT3055L	Units
V_{DSS}	Drain-Source Voltage	60	V
V_{GSS}	Gate-Source Voltage - Continuous	±20	V
I_D	Maximum Drain Current - Continuous	4	A
	- Pulsed	25	
T_J,T_{STG}	Operating and Storage Temperature Range	-65 to 150	°C

Electrical Characteristics (T_A = 25 °C unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Units
ON CHARACTERISTICS (Note 2)							
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250 µA		1	1.6	2	V
$R_{DS(ON)}$	Static Drain-Source On-Resistance	V_{GS} = 10 V, I_D = 4 A			0.07	0.1	Ω
			T_J =125°C		0.125	0.18	
		V_{GS} = 4.5 V, I_D = 3.7 A			0.103	0.12	
$I_{D(ON)}$	On-State Drain Current	V_{GS} = 5 , V_{DS} = 10 V		10			A

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

TRANSISTORS P-MOS

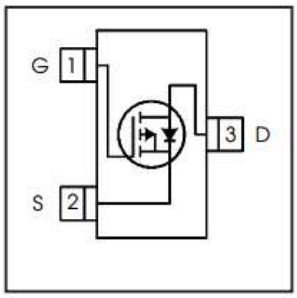
1 – IRLML6402

International
IOR Rectifier

IRLML6402

HEXFET® Power MOSFET

- Ultra Low On-Resistance
- P-Channel MOSFET
- SOT-23 Footprint
- Low Profile (<1.1mm)
- Available in Tape and Reel
- Fast Switching



V_{DSS} = -20V

$R_{DS(on)}$ = 0.065Ω

Description

These P-Channel MOSFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve extremely low on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET® power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient and reliable device for use in battery and load management.



Micro3™

Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
V_{DS}	Drain- Source Voltage	-20	V
I_D @ T_A = 25°C	Continuous Drain Current, V_{GS} @ -4.5V	-3.7	A
I_D @ T_A= 70°C	Continuous Drain Current, V_{GS} @ -4.5V	-2.2	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	-22	
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 12	V
T_J, T_{STG}	Junction and Storage Temperature Range	-55 to + 150	°C

Electrical Characteristics @ T_J = 25°C (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	-20	—	—	V	V_{GS} = 0V, I_D = -250μA
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	-0.009	—	V/°C	Reference to 25°C, I_D = -1mA ②
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	0.050	0.065	Ω	V_{GS} = -4.5V, I_D = -3.7A ②
		—	0.080	0.135		V_{GS} = -2.5V, I_D = -3.1A ②
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	-0.40	-0.55	-1.2	V	V_{DS} = V_{GS}, I_D = -250μA

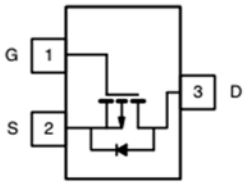
Base nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

2 – Si2333DDF

P-Channel 12 V (D-S) MOSFET

MOSFET PRODUCT SUMMARY			
V_{DS} (V)	$R_{DS(on)}$ (Ω) Max.	I_D (A)[a]	Q_g (Typ.)
- 12	0.028 at V_{GS} = - 4.5 V	- 6[e]	9 nC
	0.032 at V_{GS} = - 3.7 V	- 6[e]	

TO-236
(SOT-23)



Top View
Si2333DDS (O4)*
* Marking Code

FEATURES

- TrenchFET® Power MOSFET
- 100 % R_g Tested
- Material categorization:
  For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912

Pb-free
RoHS COMPLIANT
HALOGEN FREE

APPLICATIONS

- Smart Phones and Tablet PCs
  - Load Switch
  - Battery Switch

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = 25 °C, unless otherwise noted)				
Parameter		Symbol	Limit	Unit
Drain-Source Voltage		V_{DS}	- 12	V
Gate-Source Voltage		V_{GS}	± 8	
Continuous Drain Current (T_J = 150 °C)	T_C = 25 °C	I_D	- 6[e]	A
	T_C = 70 °C		- 5.2	
	T_A = 25 °C		- 5[b, c]	
	T_A = 70 °C		- 4[b, c]	
Pulsed Drain Current (t = 300 µs)		I_{DM}	- 20	
Operating Junction and Storage Temperature Range		T_J, T_{stg}	- 55 to 150	°C

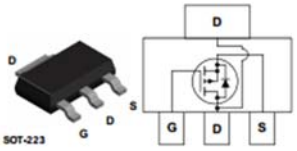
MOSFET SPECIFICATIONS (T_J = 25 °C, unless otherwise noted)						
Parameter	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Static						
Gate-Source Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	V_{DS} = V_{GS}, I_D = - 250 µA	- 0.4		- 1	V
On-State Drain Current[a]	$I_{D(on)}$	V_{DS} ≤ - 5 V, V_{GS} = - 4.5 V	- 20			A
Drain-Source On-State Resistance[a]	$R_{DS(on)}$	V_{GS} = - 4.5 V, I_D = - 5 A		0.023	0.028	Ω
		V_{GS} = - 3.7 V, I_D = - 4.6 A		0.026	0.032	

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

3 – NDT2955

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

NDT2955



P-Channel Enhancement Mode Field Effect Transistor

General Description

This 60V P-Channel MOSFET is produced using Fairchild Semiconductor's high voltage Trench process. It has been optimized for power management plications.

Applications

- DC/DC converter
- Power management

Features

- –2.5 A, –60 V. $R_{DS(ON)}$ = 300mΩ @ V_{GS} = –10 V
  $R_{DS(ON)}$ = 500mΩ @ V_{GS} = –4.5 V
- High density cell design for extremely low $R_{DS(ON)}$
- High power and current handling capability in a widely used surface mount package.

Absolute Maximum Ratings

T_A=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Ratings	Units
V_{DSS}	Drain-Source Voltage	–60	V
V_{GSS}	Gate-Source Voltage	±20	V
I_D	Drain Current – Continuous (Note 1a)	–2.5	A
	– Pulsed	–15	
T_J, T_{STG}	Operating and Storage Junction Temperature Range	–55 to +150	°C

Electrical Characteristics

T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
On Characteristics (Note 2)						
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	V_{DS} = V_{GS}, I_D = –250 µA	–2	–2.6	–4	V
$R_{DS(on)}$	Static Drain–Source On–Resistance	V_{GS} = –10 V, I_D = –2.5 A		95	300	mΩ
		V_{GS} = –4.5 V, I_D = –2 A		163	500	
		V_{GS}=–10 V, I_D =–2.5 A, T_J=125°C		153	513	
$I_{D(on)}$	On–State Drain Current	V_{GS} = –10 V, V_{DS} = –5 V	–12			A

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

BATTERIE D'ACCUMULATEURS

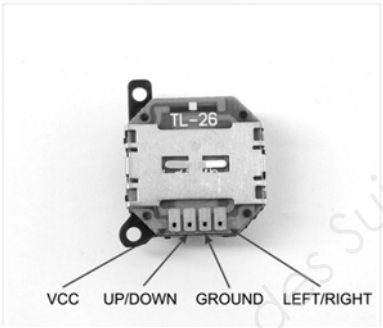


Specifications Model: ***HB01-522365***

- Type : LiPo
- Capacity : 980 mAh
- Energy : 10,8 Wh
- Voltage : 11,1 V
- Charging Temperature : 5° to 40°C (41° to 104°F)
- Operating Temperature : 0° to 40°C (32° to 104°F)

JOYSTICK ANALOGIQUE





Joystick Pouce analogique 2 axes

Le joystick Pouce est un composant de type analogique avec centrage automatique du bouton. Il est équivalent à deux potentiomètres de 10KΩ, un pour la position haut/bas (UP/DOWN), l'autre pour la position gauche/droite (LEFT/RIGHT) du bouton. En connectant la broche VCC à l'alimentation positive (3 à 5V) et la broche GROUND à la masse, la lecture des tensions produites permet de suivre précisément les mouvements du bouton (loi proportionnelle au déplacement). En relâchant le joystick, le bouton revient automatiquement en position centrale de repos.

Spécifications:

- Interface : Double potentiomètres 10K avec Vcc et masse communs
- Dimensions : 0.75" x 0.75" x 0.35" (19 mm x 19 mm x 9 mm)
- Déplacement du bouton : ±5 mm par rapport à la position de repos
- Gamme de températures opérationnelle : +32°F to +158°F (0°C to +70°C)

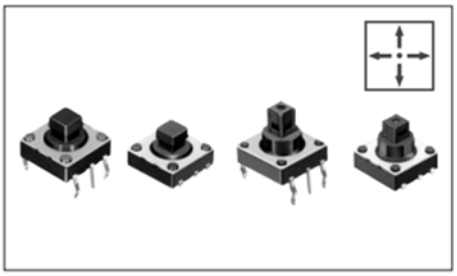
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

JOYSTICK SWITCH (INTERRUPTEUR)

Multi Control Devices TACT Switch™
4-directional with Center Push (SMD & Snap-in) Type
SKQU Series

RoHS applicable

Compact 10mm square type provides compound actions of 4-directional and center push.



Features

- A sharp click feel with tactile feedback characteristic.
- The stem has a joint shape which allows a knob to be attached on.
- Two types are available: snap-in type allowing automatic flow soldering. SMD type allowing reflow soldering.
- Surface mount type products are packaged with a 32mm width embossed taping.

Applications

- Cursor operations for devices requiring graphic input
- Adjustments of TVs, video recorders, etc.
- Adjustment of audio devices such as equalizers
- Operations of various multi-functional electronic equipment

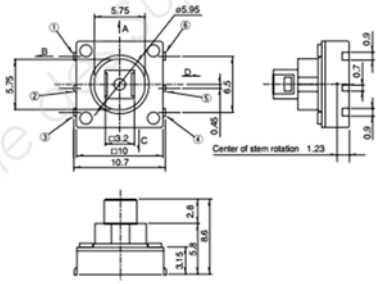
Products Line

4-directional Type

Products No.	Operating force		Travel (mm)		Rating (max.)	Rating (min.)	Operating life (5mA 5V DC)	Initial contact resistance	Variety	Minimum packing unit※ (pcs.)	Drawing No.
	4-direction	Center push	4-direction	Center push							
SKQUAAA010	1.57N	—	0.35	—	50mA 12V DC	10μA 1V DC	50,000 cycles for each direction	500mΩ max.	Snap-in type	1,000	1
SKQUBAE010									Surface mount type	750	2

Surface-mount





Circuit Diagram

4-directional type



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

MICROCHIP PIC16(L)F15356/75/76/85/86

Full-Featured 28/40/44/48-Pin Microcontrollers

Description

PIC16(L)F15356/75/76/85/86 microcontrollers feature Analog, Core Independent Peripherals and Communication Peripherals, combined with eXtreme Low-Power (XLP) technology for a wide range of general purpose and low-power applications.

The devices feature multiple PWMs, multiple communication, temperature sensor, and memory features like Memory Access Partition (MAP) to support customers in data protection and bootloader applications, and Device Information Area (DIA) which stores factory calibration values to help improve temperature sensor accuracy.

Core Features

- C Compiler Optimized RISC Architecture
- Only 48 Instructions
- Operating Speed:
  - DC – 32 MHz clock input
  - 125 ns minimum instruction cycle
- Interrupt Capability
- 16-Level Deep Hardware Stack
- Timers:
  - 8-bit Timer2 with Hardware Limit Timer (HLT)
  - 16-bit Timer0/1
- Low-Current Power-on Reset (POR)
- Configurable Power-up Timer (PWRTE)
- Brown-out Reset (BOR)
- Low-Power BOR (LPBOR) Option
- Windowed Watchdog Timer (WWDT):
  - Variable prescaler selection
  - Variable window size selection
  - All sources configurable in hardware or software
- Programmable Code Protection

Memory

- Up to 28 KB Flash Program Memory
- Up to 2 KB Data SRAM
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- Memory Access Partition (MAP):
  - Write protect
  - Customizable Partition
- Device Information Area (DIA)
- Device Configuration Information (DCI)

Operating Characteristics

- Operating Voltage Range:
  - 1.8V to 3.6V (PIC16LF15356/75/76/85/86)
  - 2.3V to 5.5V (PIC16F15356/75/76/85/86)
- Temperature Range:
  - Industrial: -40°C to 85°C
  - Extended: -40°C to 125°C

Power-Saving Functionality

- DOZE mode: Ability to Run the CPU Core Slower than the System Clock
- IDLE mode: Ability to halt CPU Core while Internal Peripherals Continue Operating
- SLEEP mode: Lowest Power Consumption
- Peripheral Module Disable (PMD):
  - Ability to disable hardware module to minimize active power consumption of unused peripherals

eXtreme Low-Power (XLP) Features

- Sleep mode: 50 nA @ 1.8V, typical
- Watchdog Timer: 500 nA @ 1.8V, typical
- Secondary Oscillator: 500 nA @ 32 kHz
- Operating Current:
  - 8 μA @ 32 kHz, 1.8V, typical
  - 32 μA/MHz @ 1.8V, typical

Digital Peripherals

- Four Configurable Logic Cells (CLC):
  - Integrated combinational and sequential logic
- Complementary Waveform Generator (CWG):
  - Rising and falling edge dead-band control
  - Full-bridge, half-bridge, 1-channel drive
  - Multiple signal sources
- Two Capture/Compare/PWM (CCP) module:
  - 16-bit resolution for Capture/Compare modes
  - 10-bit resolution for PWM mode
- Four 10-Bit PWMs
- Numerically Controlled Oscillator (NCO):
  - Generates true linear frequency control and increased frequency resolution
  - Input Clock: 0 Hz < F_{NCO} < 32 MHz
  - Resolution: $F_{NCO}/2^{20}$
- Two EUSART, RS-232, RS-485, LIN compatible
- Two SPI
- Two I^2C, SMBus, PMBus™ compatible

© 2016 Microchip Technology Inc.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2018
Code de l'épreuve : 18-CDE4CP-ME1	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	**DT21 / 23**

Digital Peripherals (Cont.)

- I/O Pins:
  - Individually programmable pull-ups
  - Slew rate control
  - Interrupt-on-change with edge-select
  - Input level selection control (ST or TTL)
  - Digital open-drain enable
- Peripheral Pin Select (PPS):
  - Enables pin mapping of digital I/O

Analog Peripherals

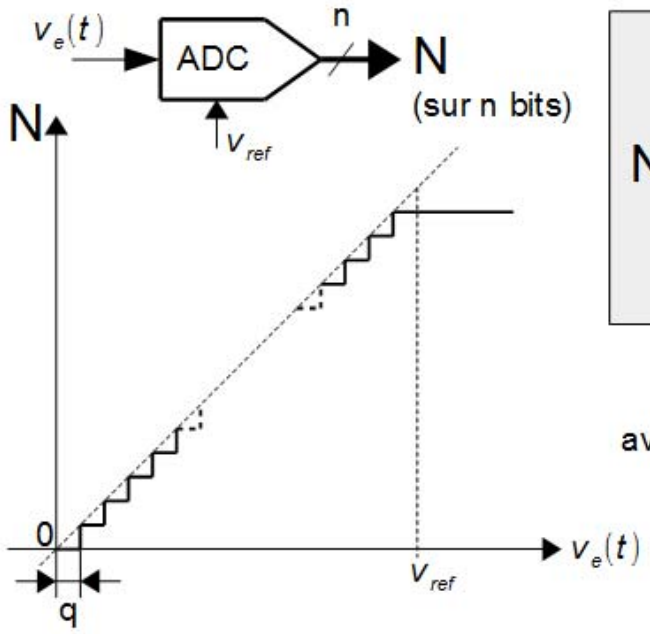
- Analog-to-Digital Converter (ADC):
  - 10-bit with up to 43 external channels
  - Operates in Sleep
- Two Comparators:
  - FVR, DAC and external input pin available on inverting and noninverting input
  - Software selectable hysteresis
  - Outputs available internally to other modules, or externally through PPS
- 5-Bit Digital-to-Analog Converter (DAC):
  - 5-bit resolution, rail-to-rail
  - Positive Reference Selection
  - Unbuffered I/O pin output
  - Internal connections to ADCs and comparators
- Voltage Reference:
  - Fixed Voltage Reference with 1.024V, 2.048V and 4.096V output levels
- Zero-Cross Detect module:
  - AC high voltage zero-crossing detection for simplifying TRIAC control
  - Synchronized switching control and timing

Flexible Oscillator Structure

- High-Precision Internal Oscillator:
  - Software selectable frequency range up to 32 MHz, ±1% typical
- x2/x4 PLL with Internal and External Sources
- Low-Power Internal 32 kHz Oscillator (LFINTOSC)
- External 32 kHz Crystal Oscillator (SOSC)
- External Oscillator Block with:
  - Three crystal/resonator modes up to 20 MHz
  - Three external clock modes up to 32 MHz
- Fail-Safe Clock Monitor:
  - Allows for safe shutdown if primary clock stops
- Oscillator Start-up Timer (OST):
  - Ensures stability of crystal oscillator resources

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

ADC (Analog to Digital Converter) du µC PIC 16F15356

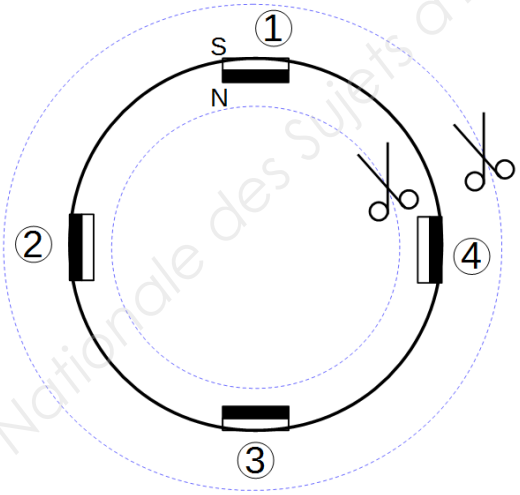


$$N = \begin{cases} 0 & \text{si } v_e(t) \leqslant 0 \\ E\left(\frac{v_e(t)}{q}\right) & \text{si } 0 \leqslant v_e(t) \leqslant V_{ref} \\ 2^n - 1 & \text{si } V_{ref} < v_e(t) \end{cases}$$

avec
- Le quantum $q = \frac{V_{ref}}{2^n}$
- E( ) = partie entière( )
- $V_{ref} = 5\,V$ dans notre application

L'ADC produit un nombre (numérique) N, image de la tension (analogique) appliquée sur son entrée $V_e(t)$. N est un nombre binaire sur n bits (voir **DT21** et **DT22**). La tension de référence V_{ref} doit être précise car elle est utilisée pour fixer l'échelle de conversion.

Rotor (ou cloche) du moteur Brushless étudié



Pour vous aider à la question Q20 (TD6 / 10), vous pouvez découper la cloche selon les pointillés et la faire tourner au-dessus du stator

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

SESSION 2018

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E4

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

STABILISATEUR POUR SMARTPHONE

TRAVAIL DEMANDE

Ce dossier comporte 10 pages repérées TD1 à TD10.

Temps conseillé :

- Lecture du sujet : 30 min
- Activité 1 : 15 min
- Activité 2 : 45 min
- Activité 3 : 30 min
- Activité 4 : 20 min
- Activité 5 : 15 min
- Activité 6 : 30 min
- Activité 7 : 30 min
- Activité 8 : 25 min

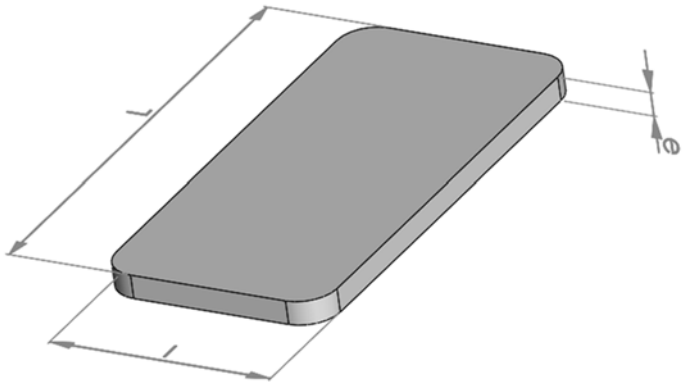
Objectifs généraux de l'étude :

- faire un choix de conception préliminaire à partir de différentes solutions proposées,
- réaliser l'étude de l'équilibrage par rapport aux différents axes de rotation afin d'optimiser la puissance nécessaire au niveau des moteurs ce qui améliorera la réactivité du système et limitera sa consommation.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Problématique de l'activité 1 : *vérifier la compatibilité du cahier des charges au regard des smartphones en usage actuellement.*

Q 1. Indiquer les différentes caractéristiques des smartphones sur le tableau fourni dans le document réponse **DR1**. Voir **DT6**.



L : longueur
l : largeur
e : épaisseur
m : masse

Q 2. La fonction FC 2 est-elle validée ? Justifier votre réponse.

Problématique de l'activité 2 : *choisir un système de maintien en position du smartphone afin de permettre :*
- *un bon équilibrage du sous ensemble bras 3 et smartphone par rapport à l'axe de tangage Δ_3.*
- *l'irréversibilité du mécanisme.*
- *une bonne ergonomie.*

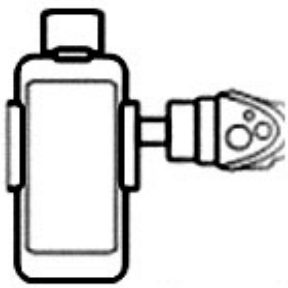
Pour un bon équilibrage, le centre de gravité G_{3S} de l'ensemble {3,S} doit appartenir à Δ_3. Cela implique que le maintien du smartphone sur le bras 3 doit agir symétriquement.

Trois solutions de serrage ont été sélectionnées. Voir **DT7**.

Trois critères vont permettre de faire un choix :

- le couple de serrage ne doit pas dépasser un couple admissible lié à une bonne ergonomie.
- le nombre de tours pour serrer le smartphone doit être le plus faible possible pour faciliter la mise en place du smartphone.
- le système doit être irréversible. C'est-à-dire qu'une fois serré, le système ne doit pas pouvoir se desserrer tout seul.

Dans un premier temps, nous allons vérifier le premier critère. Pour cela, il faut déterminer la force de serrage minimum pour éviter que le smartphone ne tombe lorsqu'il est en mode portrait, puis déterminer le couple de serrage correspondant pour chaque solution.



Mode portrait

Base nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Le serrage est symétrique. Le coefficient d'adhérence f entre le smartphone et une pince est de 0.6.

Pour l'étude, on prendra le smartphone le plus lourd.

Répondre aux questions de **Q3** à **Q6** sur le document **DR1** et **DR2**.

On isole le smartphone.

Q 3. Faire le bilan des actions mécaniques extérieures. Tracer les supports de ces actions sur le smartphone isolé (on se placera à la limite de l'adhérence).

Q 4. Calculer $\vec{P}$ le poids du smartphone et le tracer sur le smartphone isolé.

Q 5. Déterminer graphiquement $\overrightarrow{F_{pd\to s}}$ et $\overrightarrow{F_{pg\to s}}$, les efforts de la pince droite et gauche sur le smartphone.

Q 6. Déterminer la projection de $\overrightarrow{F_{pd\to s}}$ sur $\vec{x}$. Cette valeur correspond à la force de serrage d'une pince sur le smartphone (résolution graphique ou analytique).

Quelque soit la valeur trouvée à la question **Q7**, on prendra F_s = 1.6 N

Q 7. Pour les trois solutions, à l'aide du document **DT8**, déterminer le couple de serrage nécessaire pour obtenir la force calculée précédemment ?

Q 8. Ces couples sont-ils compatibles avec les normes ergonomiques si on choisit un bouton moleté de diamètre 25 mm (**DT9**) ? Les trois solutions sont-elles acceptables ?

Nous allons maintenant étudier le deuxième critère de choix.

Q 9. Pour les trois solutions, déterminer le nombre de tours nécessaires pour un déplacement des pinces de 20 mm.

Q 10. En tenant compte des 3 critères de choix, choisir et justifier la solution la plus adaptée.

Problématique de l'activité 3 : *proposer une solution technologique pour réaliser l'équilibrage du sous ensemble bras 2, bras 3 et du smartphone par rapport à l'axe de roulis Δ_2.*

Le centre de gravité G_{23S} de l'ensemble {2,3,S} doit appartenir à Δ_3.

Pour réaliser la condition d'équilibre, on a choisi de déplacer latéralement le smartphone dans la pince et de faire varier la longueur l_3 du bras 2.

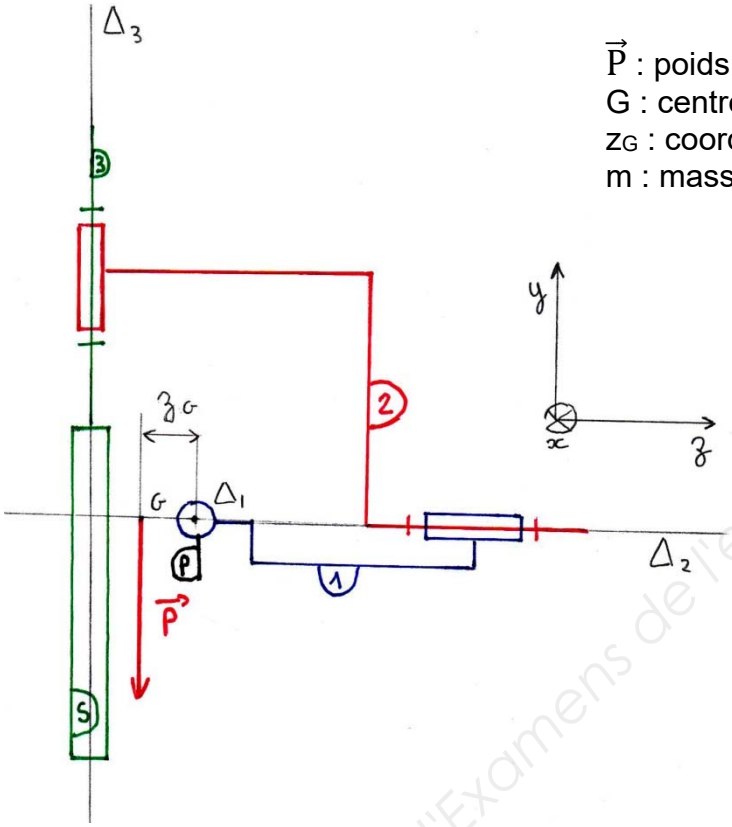
Q 11. A l'aide d'un croquis en perspective, proposer une solution simple permettant de faire varier la longueur l_3 du bras 2 et de maintenir cette longueur. Les deux parties du bras ont une section rectangulaire. Attention au passage des fils d'alimentation du moteur de tangage.

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

Problématique de l'activité 4 : *déterminer le couple moteur dans le cas le plus défavorable.*

Dans un souci de simplification du mécanisme, on choisit de mettre les mêmes moteurs pour les trois axes. Le moteur le plus sollicité est le moteur du panoramique (axe Δ_1) en mode portrait.

Schéma cinématique de l'ensemble en mode portrait :



$\vec{P}$: poids de l'ensemble {1,2,3,S}
G : centre de gravité de l'ensemble {1,2,3,S}
z_G : coordonnée suivant z de G
m : masse de l'ensemble {1,2,3,S}

Calcul du couple moteur : $C_m = C_P + C_a$

Où C_p : couple du poids de l'ensemble {1,2,3,S} par rapport à l'axe Δ_1.
C_a : couple lié à la masse de l'ensemble {1,2,3,S} et à l'accélération verticale a du mouvement de l'utilisatrice ou de l'utilisateur. $C_a = m \cdot z_G \cdot a$

z_G dépend de la masse et de la géométrie des bras 1, 2, 3 et de l'épaisseur et de la masse du smartphone. Il faut que z_G soit le plus petit possible pour limiter le couple moteur C_m.

Q 12. D'après le tableau des caractéristiques des différents smartphones sur le document **DR1**, quelle est la valeur maxi et mini de l'épaisseur du smartphone ? Aura-t-elle une grande influence sur z_G ?

Afin de simplifier la réalisation, le réglage de l'équilibrage sur l'axe Δ_3 ne sera pas mis en œuvre. Le système est donc équilibré pour le modèle le plus vendu dans le monde. Il s'agit de l'iphone 6s (z_G est égal à 0 pour ce smartphone).

Un calcul a permis de déterminer que z_G est le plus élevé lors de l'utilisation du Sony xperia xz premium. Il est égal à -1.66 mm. Les calculs suivants seront donc faits pour ce smartphone.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Après une première ébauche, on peut estimer la masse des différents éléments de l'ensemble : $m_1 = 70$ g
$m_2 = 80$ g (un peu plus lourd car il y a le système de réglage de la longueur)
$m_3 = 130$ g (bras + système de fixation du smartphone)

Q 13. Calculer le couple C_p du poids de l'ensemble {1,2,3,S} par rapport à l'axe Δ_3.

Q 14. A partir du **DT10**, déterminer l'accélération maximale a_{max} à laquelle le système est soumis.

Q 15. Calculer $C_{a\,max}$ puis C_m.

Problématique de l'activité 5 : *sélectionner le type de moteur le plus approprié au système en phase de conception préliminaire.*

Le stabilisateur pour smartphone est motorisé par trois moteurs identiques disposés sur les 3 axes. Ils assurent les rotations indépendantes des trois bras dans les différents modes de fonctionnement prévu :

Mode n°1 : **manuel**. L'utilisatrice ou l'utilisateur actionne les moteurs grâce au joystick situé sur le manche.

Mode n°2 : **stabilisation**. L'appareil conserve l'orientation du smartphone quelques soient les mouvements effectués par l'utilisatrice ou l'utilisateur sur le manche.

Mode n°3 : **tracking**. L'appareil conserve l'orientation du smartphone en direction de la cible présélectionnée à l'image sur le smartphone par l'utilisatrice ou l'utilisateur quelques soient les mouvements faits par ce dernier et quelques soient les déplacements faits par la cible (dans une certaine mesure).

Afin de procéder au choix de la motorisation, trois critères sont pris en compte :

*Critère 1 : **réversibilité** : lorsque le stabilisateur est hors tension, les bras doivent pouvoir être mis en rotation manuellement par l'utilisatrice ou l'utilisateur afin que l'appareil occupe un espace minimal et puisse être rangé dans sa housse de protection.*

*Critère 2 : **maintien en position (avec précision)** : lorsque l'appareil est sous tension, le smartphone est maintenu en position par les moteurs des trois bras (c'est à dire qu'on ne peut pas en forçant à la main, changer l'orientation des bras). De plus, du fait de l'application visée, le maintien doit être précis.*

*Critère 3 : **encombrement ou rapport poids/puissance** : l'encombrement doit être le plus faible possible, le rapport poids/puissance le meilleur possible.*

Q 16. En vous aidant des informations techniques du dossier **DT11** et **DT12**, compléter le tableau fourni sur le document réponse **DR3**, par une appréciation du type : bon, moyen, mauvais.

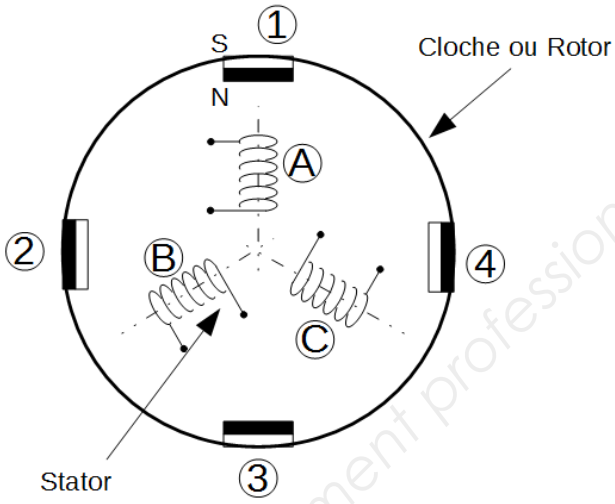
Q 17. En déduire le type de motorisation le plus approprié pour le stabilisateur.

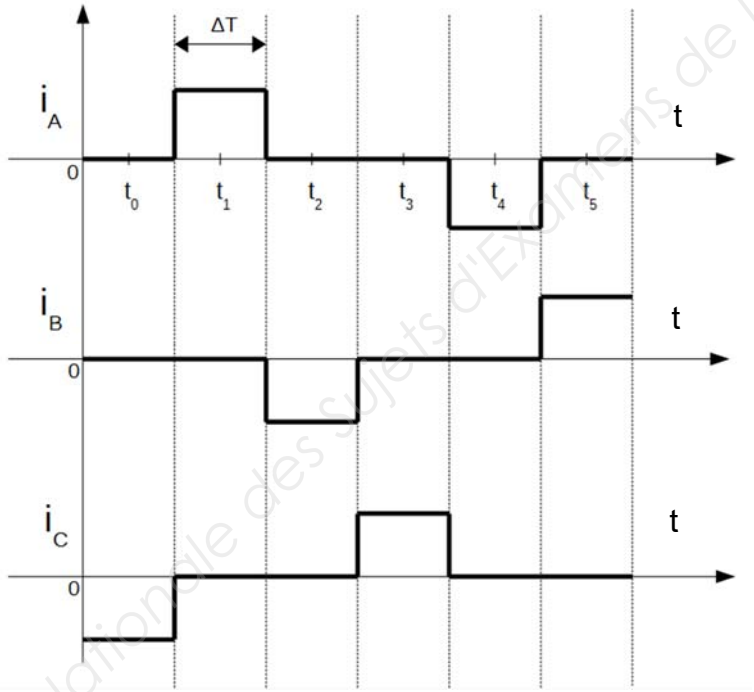
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

Problématique de l'activité 6 : *concevoir / étudier les signaux électriques permettant la rotation du moteur (étude dynamique simplifiée du moteur).*

La figure de droite présente une version simplifiée du moteur électrique Brushless retenu pour l'appareil.

Il est constitué d'une partie fixe, le stator équipé de trois bobines axiales réparties à 120° et d'une partie mobile, la cloche portant quatre aimants à champ axial répartis uniformément dont les orientations (Face Nord ou Face Sud) sont alternées sur la circonférence. La cloche recouvre le stator. Elle est libre en rotation autour d'un axe orthogonal au plan de la figure si bien que les aimants peuvent passer devant les bobines.

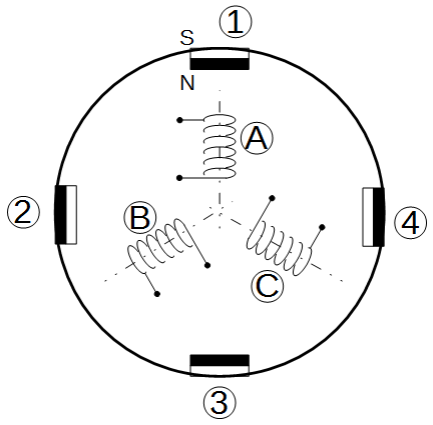


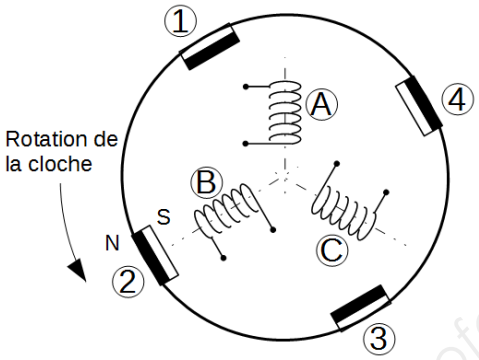


Dans la figure de gauche, les chronogrammes représentent les courants instantanés dans chacune des trois bobines. Le passage d'un courant dans une bobine induit la création d'un champ magnétique axial dont l'orientation est fonction du sens du courant. La rotation est obtenue par attractions magnétiques successives entre les aimants de la cloche et les bobines (devenues aimants également quand un courant non nul les parcourt).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Les deux figures ci-dessous illustrent la rotation de la cloche obtenue entre les instants t_1 et t_2 lorsque les courants des chronogrammes précédents sont appliqués aux trois bobines du stator :





Instant t_1

I_A est positif, la bobine A attire le pôle Nord de l'aimant 1.

Instant t_2

I_B est négatif, la bobine B attire le pôle Sud de l'aimant 2.

L'aimant 2 étant le plus proche de la bobine B entre les instants t1 et t2, il est le seul à subir une attraction magnétique.

Les bobines A et C ne sont pas alimentées à l'instant t2, elles n'exercent donc aucune attraction.

Q 18. Calculer l'angle de rotation en degré de la cloche entre les instants t_1 et t_2. Cet angle correspond à ce qu'on appelle un « pas » de rotation. Le moteur tourne par « pas ».

Q 19. Quel aimant sera en regard de la bobine C à l'instant t_3 ? Justifier votre réponse.

Q 20. Calculer le nombre de pas nécessaires pour que la cloche fasse un tour complet (360°) (les chronogrammes précédents se répètent indéfiniment dans le temps).

Nb : vous pouvez vous aider en découpant la cloche selon les pointillés de **DT23**

Le nombre de pas par tour des moteurs Brushless étudiés peut être calculé par la formule suivante : **Nb pas / tour** = **n** x **p** où **n** est le nombre de bobines du stator et **p** le nombre d'aimants du rotor.

Q 21. Si le moteur Brushless utilisé pour motoriser les bras du stabilisateur possède 15 bobines et 16 aimants, calculer le nombre de pas par tour du rotor. En déduire la résolution angulaire en ° du moteur (angle d'un pas).

Q 22. Si les chronogrammes des courants des bobines B et C (voir figure relative au courants des bobines) sont intervertis, quel est le sens de rotation de la cloche ?

Q 23. Faire le choix de la meilleure configuration pour l'appareil entre un moteur Brushless à trois bobines et quatre aimants et un moteur Brushless à quinze bobines et seize aimants. Justifier votre réponse en vous aidant du **DT4**.

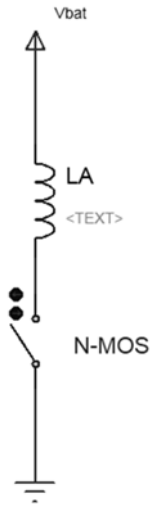
Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

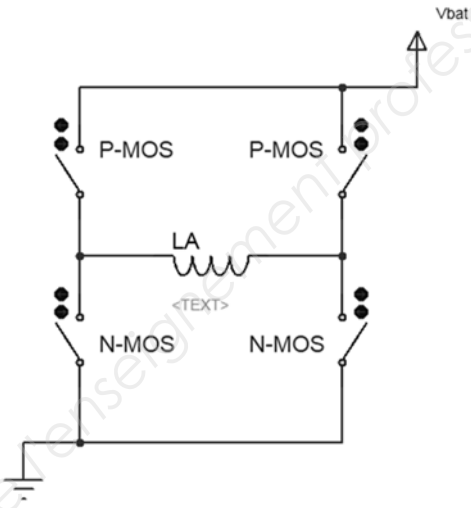
Problématique de l'activité 7 : *concevoir l'électronique de puissance pour piloter le moteur Brushless, choisir les composants électroniques de cet étage.*

L'aspect dynamique simplifié de la motorisation ayant été vu précédemment, on s'intéresse désormais à l'aspect statique de la motorisation.

Le stabilisateur est alimenté en énergie par une batterie électrique incorporée délivrant une tension continue. L'étude précédente a montré que les courants dans les bobines doivent être inversés ou annulés au cours du temps pour obtenir une rotation.

Pour ce faire, deux schémas électriques de principe pour alimenter chaque bobine du stator sont retenus et présentés dans les figures ci-dessous :



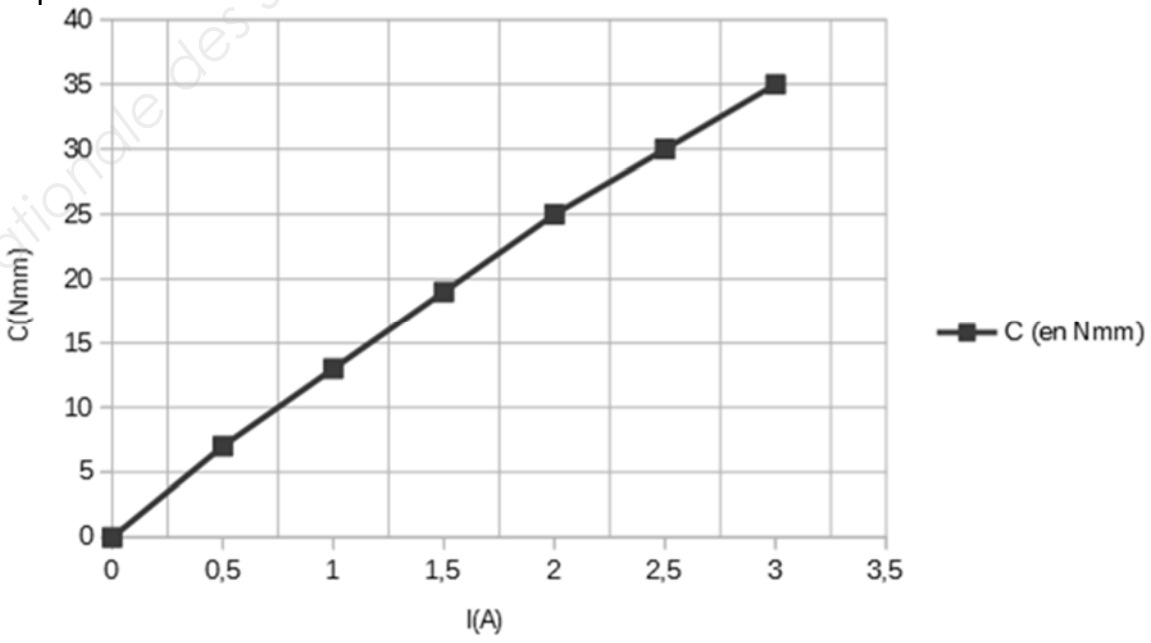


Solution n°1 *Solution n°2*

(diode de roue libre non représentée)

Q 24. Procéder au meilleur choix entre les deux solutions ci-dessus. Justifier votre réponse.

La conception du moteur de l'appareil ainsi que les mesures faites sur celui-ci ont permis d'obtenir la caractéristique du couple mécanique produit en fonction du courant absorbé par le moteur :

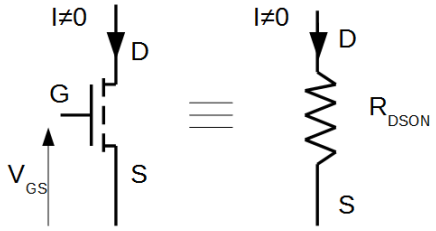


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Q 25. Relever sur cette courbe de mesure, la valeur du courant nécessaire à l'obtention du couple moteur C_m (en valeur absolue). Quel que soit la valeur obtenue à la question **Q16**, on prendra C_m =16 Nmm.

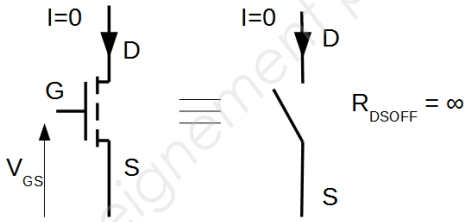
Nb : le maintien en position statique est assuré par l'aimantation entre une bobine du stator et un aimant du rotor. La courbe est valable en dynamique comme en statique. Le moteur peut être stoppé à une certaine position et maintenu sur celle-ci grâce au maintien du courant dans la bobine concernée.

Le document technique **DT13** à **DT18** résume les caractéristiques électriques de six transistors MOS (trois N-MOS et trois P-MOS) présélectionnés pour participer à l'alimentation des bobines du moteur. On rappelle les circuits équivalents d'un transistor MOS dans les deux principaux états « conducteur » et « bloqué » qu'il peut occuper ci-dessous :



<u>Etat conducteur</u>

Le transistor MOS est équivalent à une résistance R_{DSON} de faible valeur ohmique



<u>Etat bloqué</u>

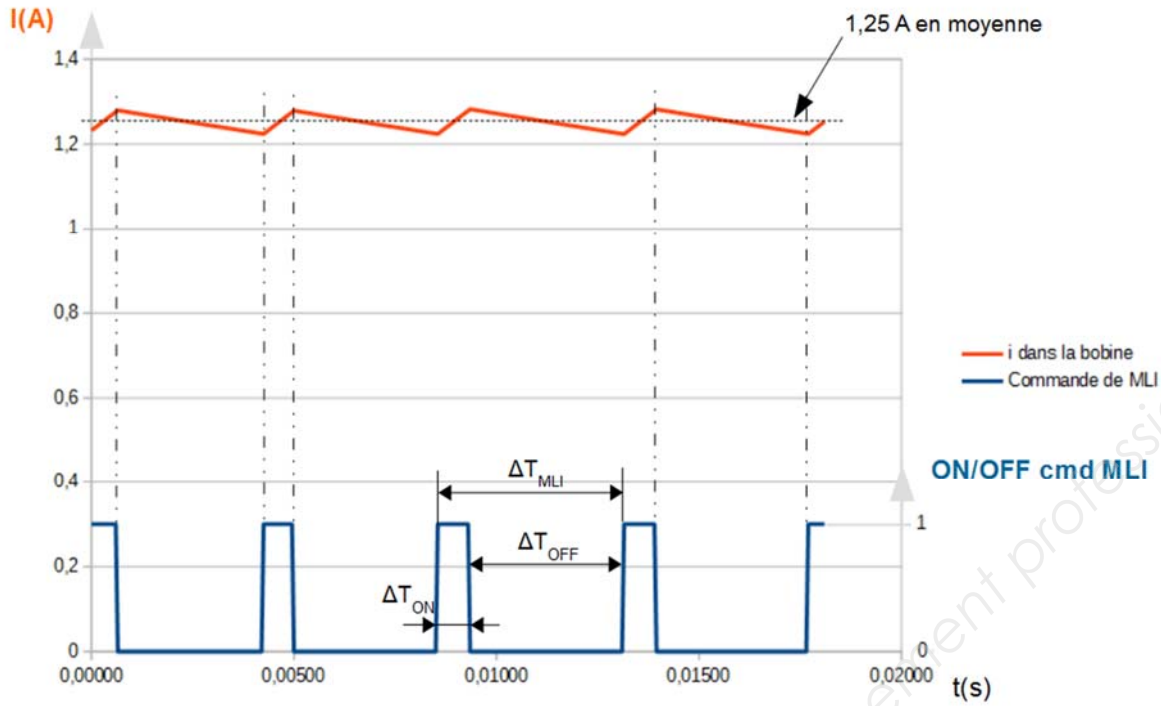
Le transistor MOS est équivalent à un circuit ouvert

Q 26. Choisir le meilleur couple de transistors (N-MOS, P-MOS) parmi ceux proposés dans le dossier **DT13** à **DT18** permettant d'alimenter une bobine du moteur de l'appareil. Le critère de choix sera après vérification des courants admissibles, l'optimisation des pertes par effet Joule. A cet effet, on rappelle la puissance perdue sous la forme de chaleur dans les transistors :

$$P_{effet\text{-}Joule} = R_{DSON}.I^2$$

Les composants électriques du moteur qui sont alimentés par la batterie pour le fonctionnement sont les bobines du stator. Pour contrôler « précisément » le courant dans celles-ci (et donc contrôler le couple mécanique) on utilise une commande de type MLI ou PWM comme indiqué dans la figure sur la page suivante (TD9/10).

Base nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel



Dans la figure, cette commande de MLI (courbe du bas) permet de maintenir un courant de 1,25A (courbe du haut) avec une ondulation de ±0,05A dans la bobine du moteur. À titre indicatif, les caractéristiques de la bobine du moteur sont L_{bobine}=0,12H, r_{bobine}=1Ω. La tension d'alimentation est celle de la batterie incorporée (voir **DT19**).
On précise que lors des instants ΔT_{ON} (commande de MLI à 1) la batterie alimente la bobine via les transistors MOS. A l'inverse, lors des instants ΔT_{OFF} (commande de MLI à 0) les transistors MOS isole la batterie et donc celle-ci n'alimente pas la bobine (aucun courant délivré par la batterie).

Q 27. Calculer la puissance moyenne délivrée par la batterie durant les instants ΔT_{ON}.

Q 28. Calculer la puissance moyenne délivrée par la batterie durant les instants ΔT_{OFF}.

Une mesure précise de la MLI donne :

ΔT_{ON} = 0,75 ms
ΔT_{OFF} = 3,55 ms

Q 29. Calculer la puissance moyenne délivrée par la batterie au cours du temps (on fera le calcul sur ΔT_{MLI}). En déduire l'autonomie de la batterie (le moteur est le composant qui consomme le plus d'énergie électrique, on néglige la consommation des autres composants électriques du stabilisateur et on ne prend pas en compte la consommation des deux autres moteurs).

Problématique de l'activité 8 : *choisir les composants électroniques de commande manuelle des moteurs. Elaborer le traitement logiciel associé.*

Dans le mode d'utilisation **manuel** de l'appareil, l'interface retenue pour actionner les moteurs des bras 1 et 2 (panoramique et tangage) est un joystick 2 axes incorporé dans le manche de sorte qu'il soit accessible par le pouce de l'utilisatrice ou de l'utilisateur. L'appareil n'est pas muni de commande pour actionner manuellement le moteur du bras 3 (roulis).

Il est prévu de pouvoir exécuter des mouvements dans les deux sens de rotation sur chaque axe et ce à deux vitesses, une lente Ω1=10°/s, une rapide Ω2=120°/s.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

La sélection de la vitesse de rotation est faite par le déplacement plus ou moins important du bouton du joystick.

Q 30. À l'aide des documentations constructeurs **DT19** et **DT20** faire le choix du joystick parmi les deux composants retenus. Justifier votre réponse.

Q 31. Faire le schéma électrique du joystick choisi dans le document réponse **DR3**.

Le joystick est alimenté sous 5V. Il produit deux tensions proportionnelles au déplacement comprises entre 0V (position toute à gauche du bouton ou sur l'autre axe tout en bas) et 5V (position toute à droite du bouton ou sur l'autre axe tout en haut). La vitesse lente est déclenchée à partir d'une course de 2 mm du bouton par rapport à sa position de repos et la vitesse rapide à partir d'une course de 4 mm.

Le composant qui traite ces informations est le microcontrôleur PIC 16F15356 embarqué dans le stabilisateur dont le résumé des spécifications est fourni dans le dossier **DT21** et **DT22**. Celles-ci indiquent qu'un périphérique interne de type ADC (Analog to Digital Converter) est disponible. On souhaite l'utiliser.

Q 32. Le joystick est raccordé électriquement à l'ADC du µC. Donner les 4 valeurs en décimal obtenues en sortie de l'ADC qui correspondent aux seuils de sélection des vitesses de rotations - Ω2, - Ω1, +Ω1 et +Ω2. On donnera les réponses dans le tableau du **DR4**. La documentation technique de l'ADC est fournie dans le **DT23**.

Pour que l'appareil soit utilisable conformément aux spécifications prévues (notamment les différents modes, *manuel*, *stabilisation* et *tracking*), le microcontrôleur PIC 16F15356 est programmé pour exécuter un logiciel spécifique et adéquat. Celui-ci est découpé en plusieurs sous-programmes. L'un d'entre eux a en charge :

- la lecture des conversions analogiques-numériques reflétant les positions du bouton du joystick sur son axe horizontal
- la mise à jour de la variable *VM_axeΔ1 (vitesse du moteur de l'axe Δ1)*

La variable *VM_axeΔ1* est la variable de sortie du sous-programme. Elle est aussi la variable d'entrée d'un autre sous-programme (occulté ici) chargé de synthétiser la MLI (ou PWM) de commande de l'étage de puissance du moteur d'axe Δ1.

La variable *VM_axeΔ1* peut prendre 5 valeurs qui sont les vitesses de rotations suivantes:

- +120 (°/s) (+Ω2)
- +10 (°/s) (+Ω1)
- 0 (vitesse nulle)
- -10 (°/s) (-Ω1)
- -120 (°/s) (-Ω2)

Ces valeurs dépendent de la position du bouton du joystick sur son axe horizontal comme vu plus haut.

Q 33. Compléter dans le document réponse **DR5** le sous-programme sous forme d'algorigramme, qui donne sa valeur à la variable *VM_axeΔ1* en fonction de la variable *ADC_resultat* (résultat de la conversion analogique numérique faite par l'ADC interne au µC).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

SESSION 2018

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E4

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

STABILISATEUR POUR SMARTPHONE

DOCUMENTS REPONSES
À AGRAFER DANS LA FEUILLE DE COPIE

Ce dossier comporte 5 pages repérées DR1 à DR5.

DR1 : ***activité 1 : vérifier la compatibilité du cahier des charges par rapport aux smartphones en usage actuellement.***
activité 2 : choisir un système de maintien en position du smartphone.

DR2 : ***activité 2 : choisir un système de maintien en position du smartphone.***

DR3 : ***activité 5 : recherche d'une solution de motorisation.***
activité 8 : schéma électrique du joystick.

DR4 : ***activité 8 : seuils de sélection des vitesses de rotation.***

DR5 : ***activité 8 : algorithme de traitement des informations joystick.***

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document réponse DR1

Activité 1 : vérifier la compatibilité du cahier des charges au regard des smartphones en usage actuellement.

*Réponse à la question **Q1**.* Indiquer les différentes caractéristiques des smartphones sur le tableau ci dessous. Voir **DT6**.

Smartphone	L (mm)	l (mm)	e (mm)	m (g)
Sony xperia xz premium				
Apple Iphone 6S				
Lg V10				
HTC U ultra				
Samsung Galaxy note 5				
Apple iPhone 5S				

Activité 2 : choisir un système de maintien en position du smartphone

*Réponse aux questions **Q3** à **Q6**.*

Bilan des actions mécaniques extérieures :

Tracer les supports de ces actions sur le smartphone isolé (on se placera à la limite de l'adhérence) sur DR2.

Calculer P le poids du smartphone :

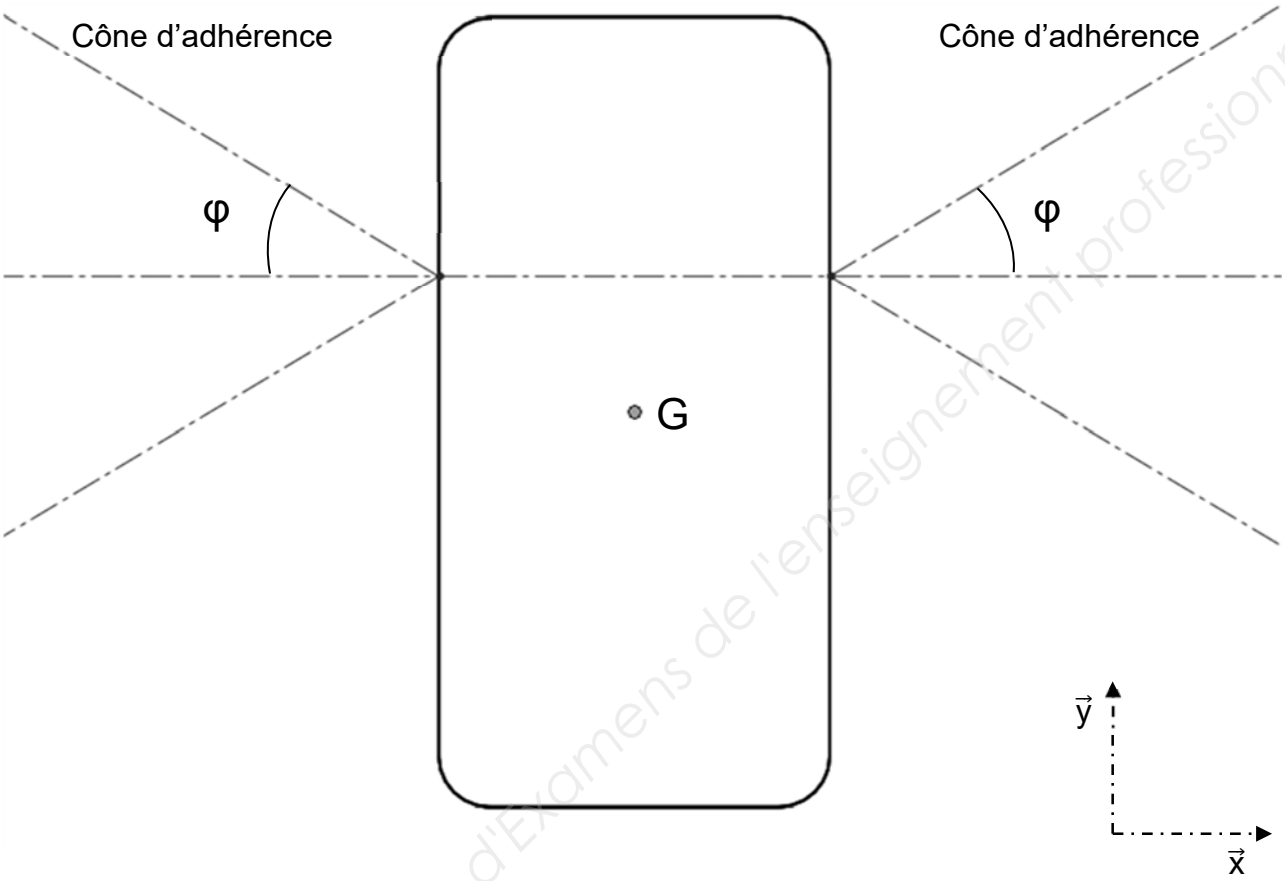
P =

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document réponse DR2

Echelle : 1 N ↔ 3 cm

f = tan φ = 0.6



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Déterminer graphiquement $\overrightarrow{F_{pd\to s}}$ et $\overrightarrow{F_{pg\to s}}$:

$F_{pd\to s}$ =

$F_{pg\to s}$ =

Déterminer F_s la projection de $\overrightarrow{F_{pd\to s}}$ sur $\vec{x}$:

$F_s = \overrightarrow{F_{pd\to s}} . \vec{x}$ =

Document réponse DR3

Activité 5 : recherche d'une solution de motorisation

*Réponse à la question **Q16**.* En vous aidant des informations techniques du dossier **DT11** et **DT12**, compléter le tableau ci-dessous, par une appréciation du type : Bon, Moyen, Mauvais.

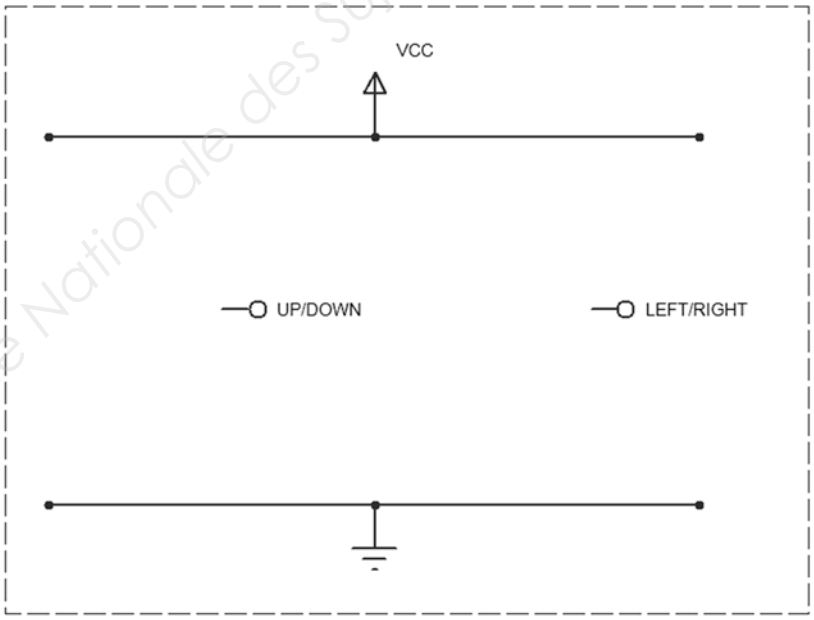
Motorisation	*Critère n°1* ***Réversibilité***	*Critère n°2* ***Maintien en position (avec précision)***	*Critère n°3* ***Encombrement ou rapport poids/puissance***
MCC en prise directe			
BLDC inrunner			
MCC + réducteur			
MCC + réducteur + Limiteur de couple			
BLDC outrunner en prise directe			
MPP			

MCC : Moteur à courant continu MPP : Moteur Pas à Pas
BLDC : Brushless Direct Current Motor (Moteur sans balai)

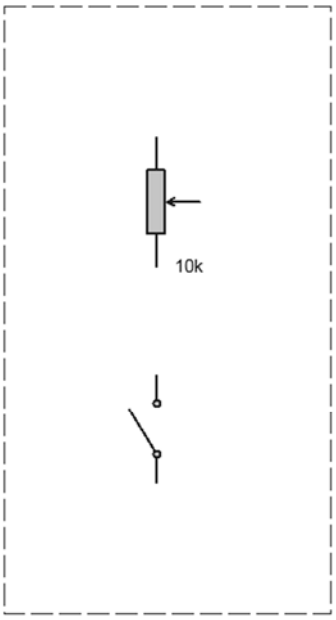
Activité 8 : schéma électrique du joystick

*Réponse à la question **Q31**.* Faire le schéma électrique du joystick choisi.

PARTIE À COMPLÉTER



LIBRAIRIE À DISPOSITION



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document réponse DR4

Activité 8 : seuils de sélection des vitesses de rotation

Réponse à la question ***Q32.*** Calculer la valeur numérique produite (en décimal) par le convertisseur ADC pour chaque position du bouton du joystick.

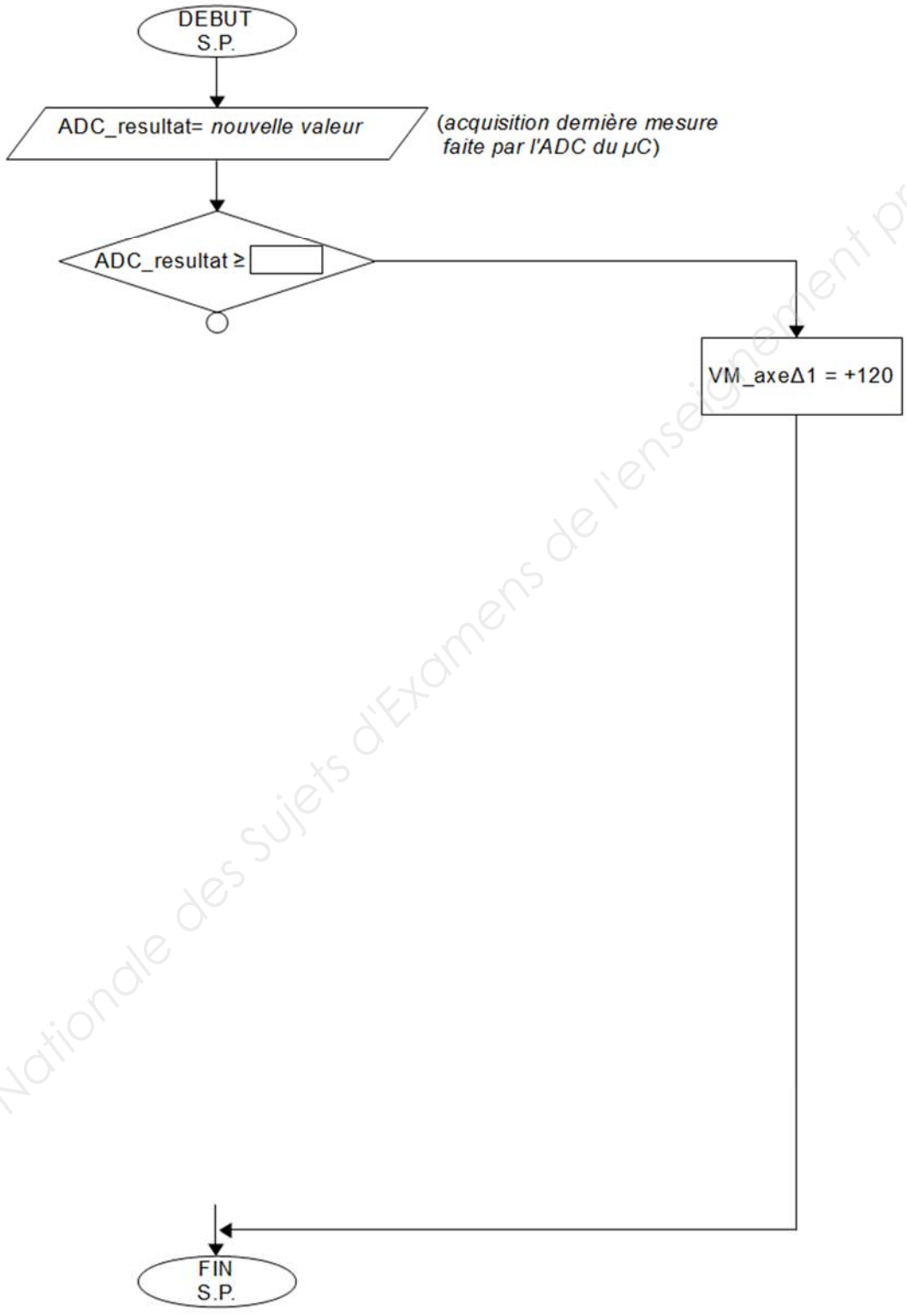
Vitesse de rotation	Déplacement du bouton du joystick	Tension électrique produite par le joystick	Valeur produite par l'ADC en décimal
	-5 mm	0V	0
- Ω2	-4 mm		
- Ω1	-2 mm		
+Ω1	+2 mm		
+Ω2	+4 mm		
	+5 mm	5V	1023

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document réponse DR5

Activité 8 : algorithme de traitement des informations joystick

Réponse à la question **Q33**. Compléter le sous-programme sous forme d'algorigramme, qui donne sa valeur à la variable *VM_axeΔ1* en fonction de la variable *ADC_resultat* (résultat de la conversion analogique numérique faite par l'ADC interne au µC).



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.