

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
**CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN  
MICROTECHNIQUES**

SESSION 2014

ÉPREUVE E4 :  
CONCEPTION PRÉLIMINAIRE  
D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

**Matériel autorisé :**

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n°99-1 86 du 16 novembre 1999).

L'échange de calculatrices ou de tout autre objet est interdit pendant l'épreuve.

Le sujet comporte 3 dossiers de couleurs différentes :

- **Dossier Technique (DT 1 à DT 16) jaune**
- **Dossier Travail Demandé (14 activités) vert**
- **Dossier Documents-Réponse (DR 1 à DR 8) blanc**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Tous les documents-réponse, même vierges, sont à remettre en fin d'épreuve.

*Tous les documents-réponse doivent être agrafés dans la feuille de copie.*

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
**CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN  
 MICROTECHNIQUES**

SESSION 2014

ÉPREUVE E4 :  
 CONCEPTION PRÉLIMINAIRE  
 D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

**DÉRAILLEUR ÉLECTRIQUE**

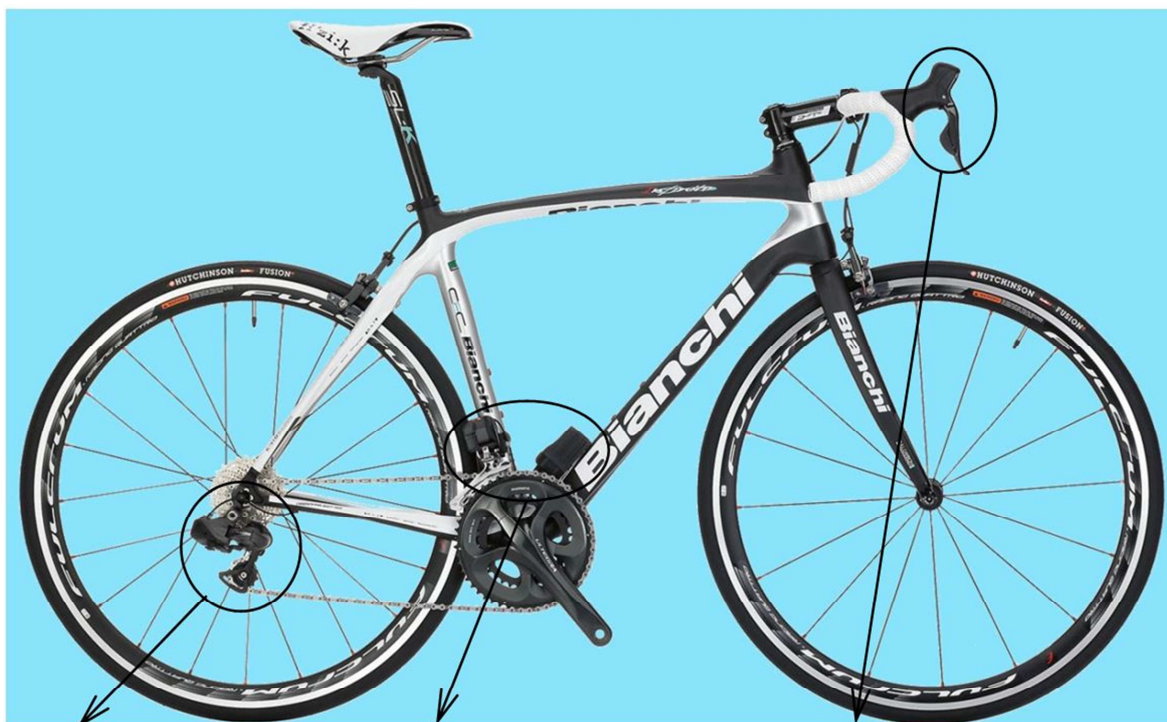
<b>DOSSIER TECHNIQUE</b>
--------------------------

Ce dossier comporte 16 documents techniques repérés DT1 à DT16 sur 24 pages :

DT1 : Présentation et objectifs de l'étude	Pages 1 à 3
DT2 : Analyse fonctionnelle partielle	Pages 3 et 4
DT3 : Chaînes d'information et d'énergie	Page 5
DT4 : FAST partiel de FP1	Pages 5 et 6
DT5 : Schéma cinématique du mécanisme à fourchette DURA ACE	Page 6
DT6 : Schémas cinématiques du réducteur	Page 7
DT7 : Fonctions associées à FP2 - Réajustement du dérailleur avant	Page 8
DT8 : Courbe du courant absorbé lors d'un changement de plateau	Page 9
DT9 : Documentation sur les moteurs DC	Pages 10 et 11
DT10 : Documentation sur les éléments de guidage en rotation	Pages 12 et 13
DT11 : Documentation sur les microcontrôleurs	Pages 14 et 15
DT12 : Documentation sur les interfaces moteurs DC	Pages 16 et 17
DT13 : Documentation sur les transistors et les aimants	Page 18
DT14 : Documentation sur les capteurs	Pages 19 à 22
DT15 : Documentation sur les résistances CMS	Page 23
DT16 : Maquette partielle de la motorisation du Dérailleur AVant	Page 24

## DT1 PRÉSENTATION ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Le dérailleur électrique pour vélo de route a fait son apparition dans le monde du vélo professionnel en 2008. Les 2 marques leader d'équipement de vélo, les sociétés Shimano (en 2004) et Campagnolo (en 2001), ont déposé des brevets d'invention mais pour l'instant seul Shimano a pu se lancer dans une démarche d'industrialisation en équipant les vélos de plusieurs équipes de l'UCI World Tour (ex. UCI Pro Tour).



Dérailleur arrière    Dérailleur avant et batterie    Commande des dérailleurs

Fort de cette expérience de la compétition, Shimano s'intéresse au « grand public » avec la volonté de mettre sur le marché un produit haut de gamme dérivé de la compétition et basé sur le dérailleur mécanique haut de gamme existant DURA ACE.

Dans un premier temps, la société SHIMANO souhaite proposer un matériel de très haute technologie nommé Di2 DURA ACE 7970, vitrine du savoir-faire, dont la cible du prix de vente sera de 1500 €.

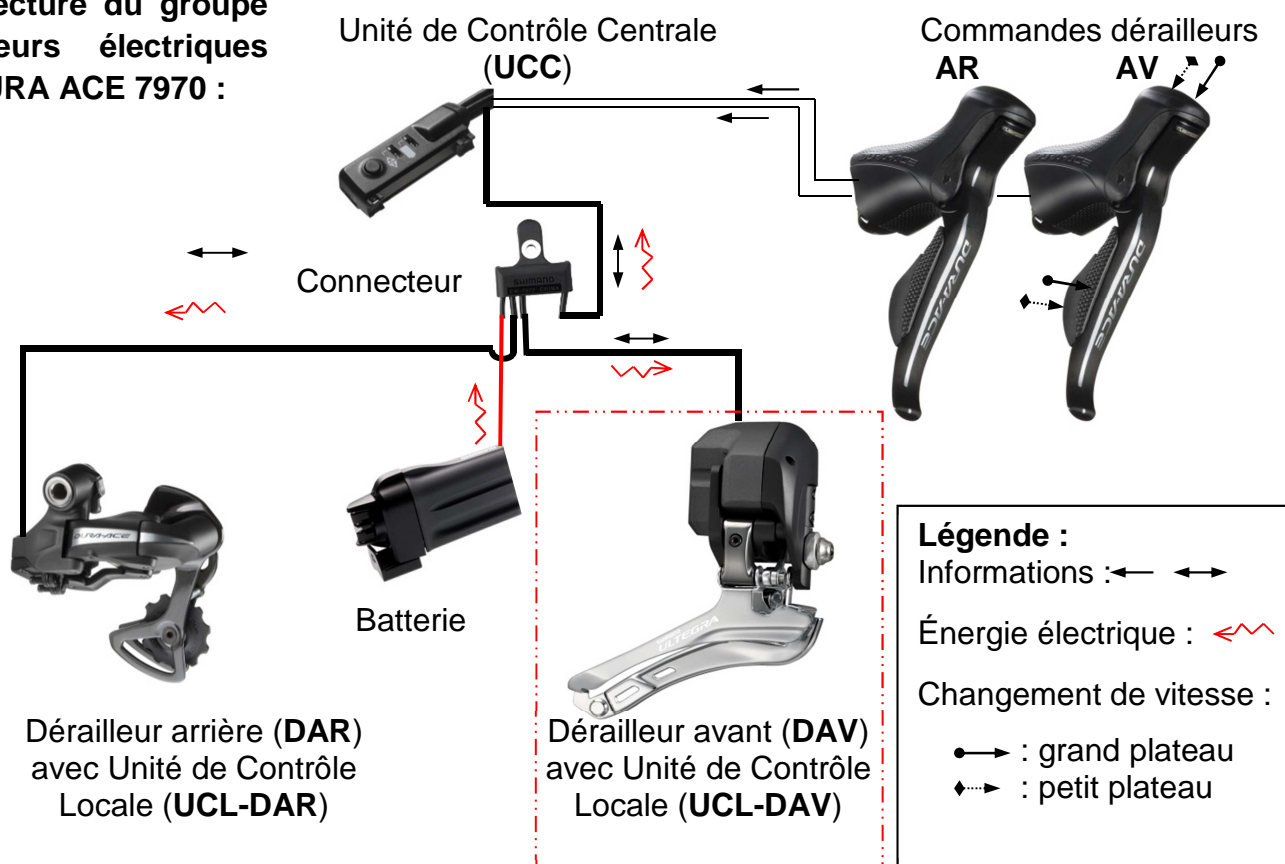
Tout en développant le Di2 DURA ACE 7970, la société Shimano pense déjà au Di2 ULTEGRA 6770, adaptation du groupe mécanique ULTEGRA, plus accessible, qui devrait être proposé aux alentours de 1100 €.

Ces groupes devront pouvoir effectuer les changements de vitesses sur des vélos équipés d'un double-plateaux (dérailleur avant) et d'une cassette de 10 pignons (dérailleur arrière).

BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques		Session 2014
Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique	Code :	Page 1/24

## DT1 PRÉSENTATION ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE (suite)

## Architecture du groupe dérailleurs électriques Di2 DURA ACE 7970 :



## Objectifs de l'étude : Groupe Di2 DURA ACE 7970

- Étude et caractérisation de la transmission de puissance permettant d'actionner le mécanisme de changement de plateau (dérailleur avant **DAV**).
- Étude d'efficacité énergétique et détermination de la capacité de la batterie embarquée sur le vélo.
- Conception du dispositif de sécurité en cas de blocage du dérailleur avant (**DAV**).
- Étude du repositionnement du dérailleur avant (**DAV**) en fonction de la position du dérailleur arrière (**DAR**).

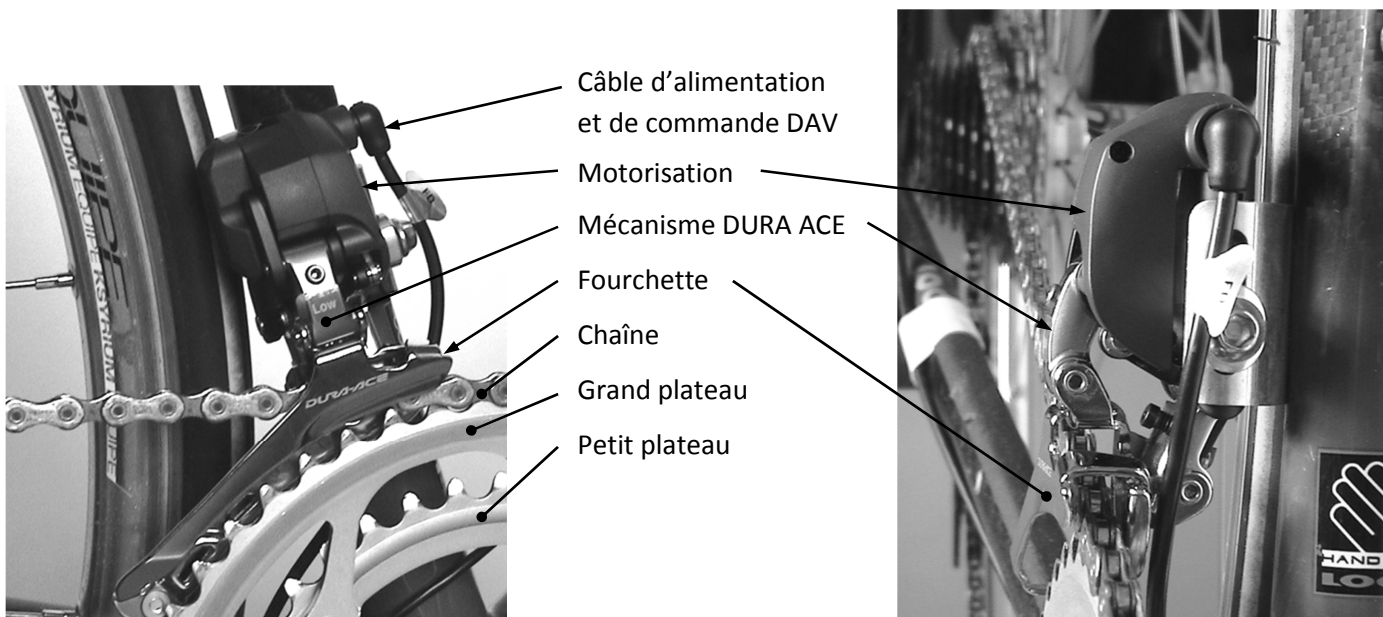
## Limitations :

- L'étude portera principalement sur le dérailleur avant (**DAV**).



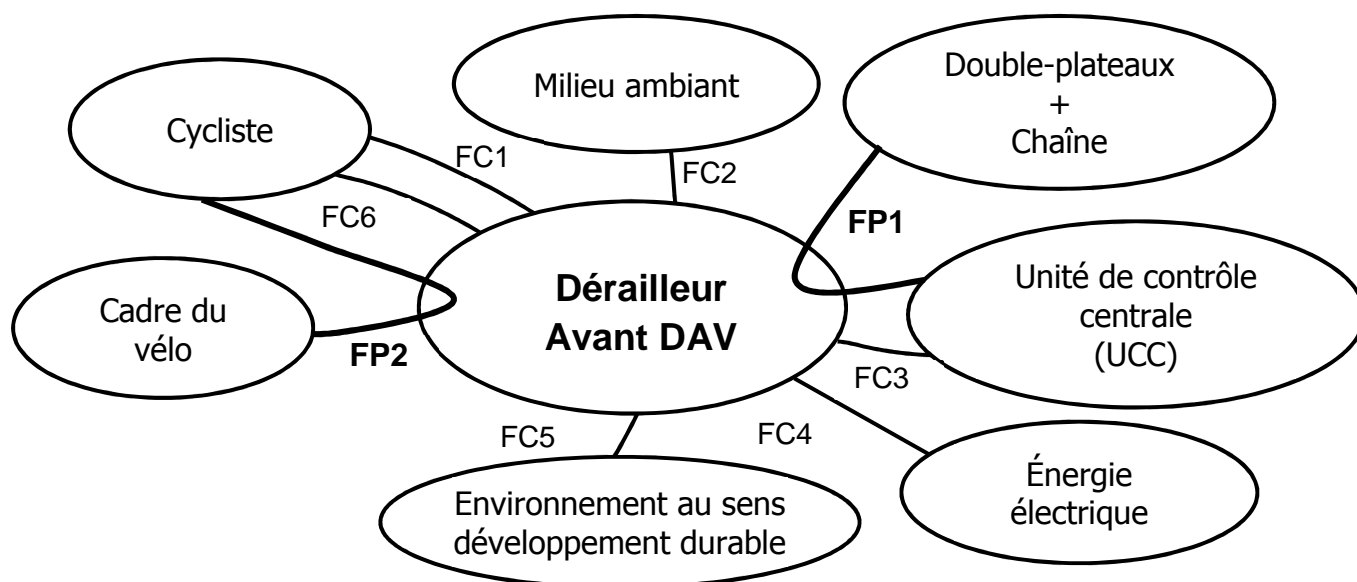
## DT1 PRÉSENTATION ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE (suite)

Mise en situation du dérailleur avant (DAV) :



## DT2 ANALYSE FONCTIONNELLE PARTIELLE DU DÉRAILLEUR AVANT

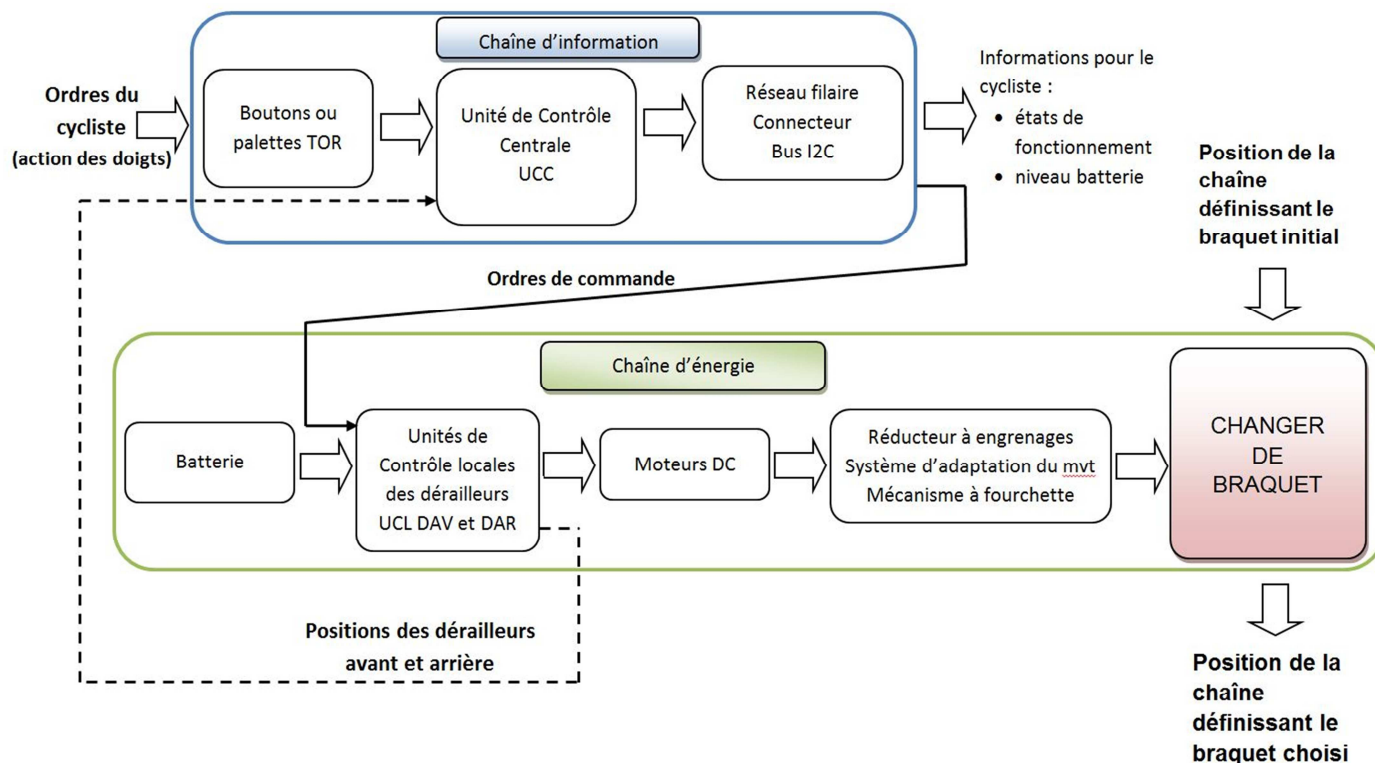
Diagramme des inter-acteurs (Méthode A.P.T.E.) :



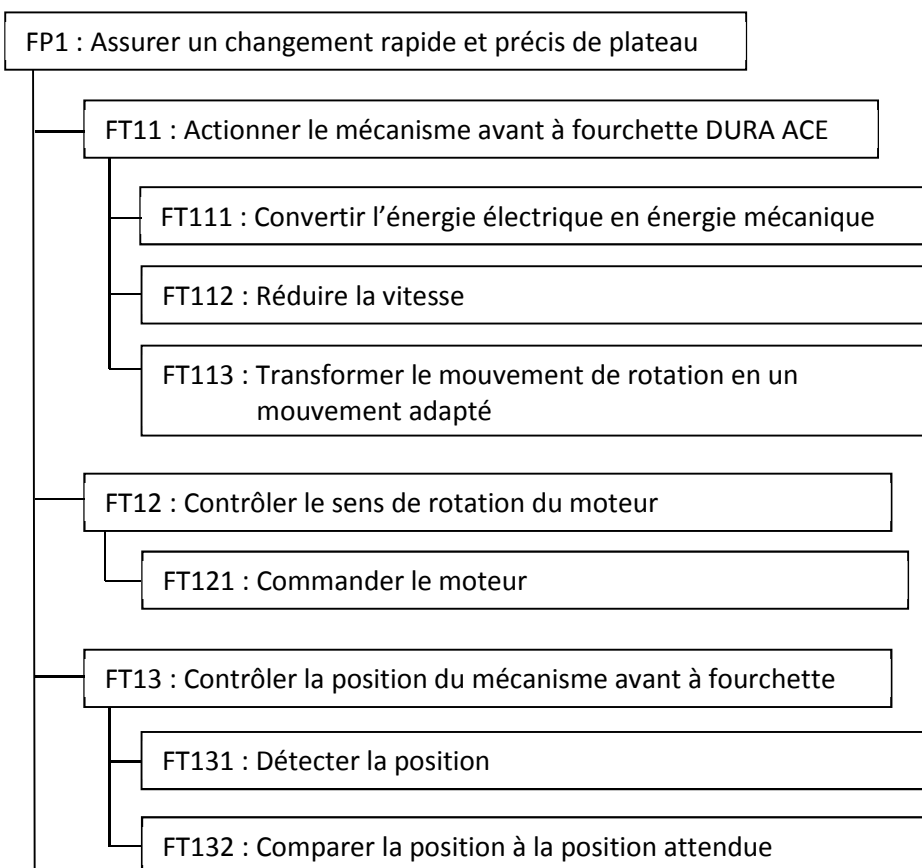
**DT2 ANALYSE FONCTIONNELLE PARTIELLE DU DÉRAILLEUR AVANT (suite)****Caractérisation des fonctions de service du dérailleur avant DAV :**

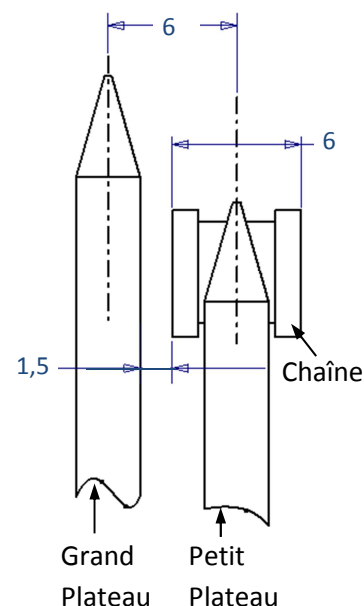
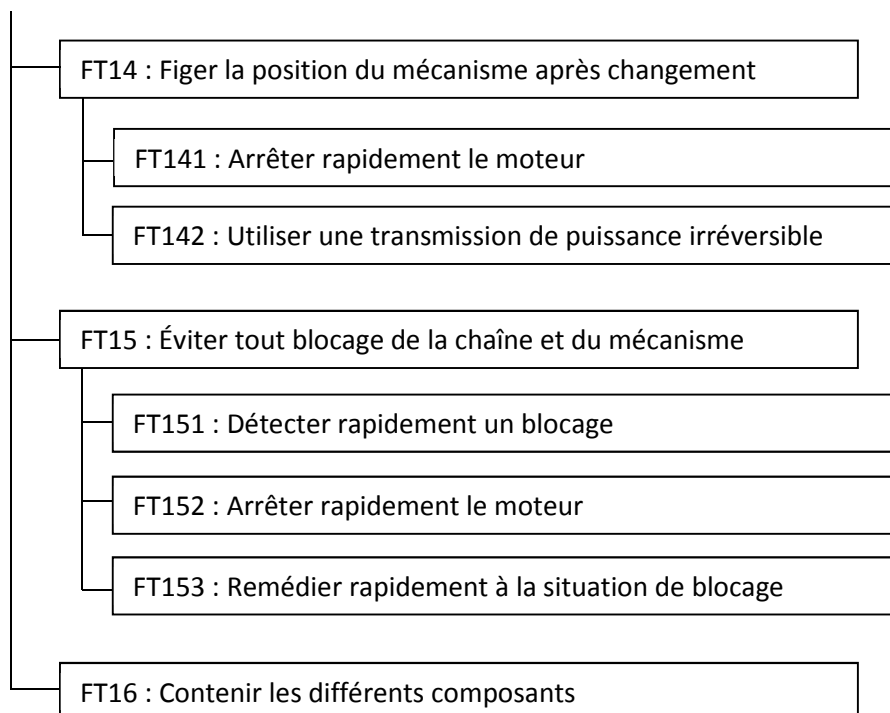
Repère	Fonction	Critères d'appréciation	Niveaux	Tolérances	Flexibilité
FP1	Assurer un changement de plateau rapide et précis	Durée du changement	0,35 s	Maxi	F0
		Nombre de plateaux	2	-	F0
		Nbre de dents grand plateau	56 dents	50 mini	F0
		Variation petit/grand plateau	16 dents	Maxi	F0
		Compatibilité cassette AR	10 vitesses	Mini	F0
		Déplacement de la chaîne	6,6 mm	± 0,1 mm	F0
		Précision de positionnement	0,1 mm	± 0,05 mm	F1
		Effort latéral résistant	15 N	± 1 N	F1
		Nombre de changements	200 / jour	-	F1
FP2	Se monter facilement à la place d'un dérailleur mécanique	Mise en position	Idem version mécanique	-	F1
		Maintien en position	Outillage courant		F1
FC1	Ne pas perturber le cycliste dans sa pratique du vélo	Encombrement motorisation : H x L x l	50x45x30	Maxi	F0
		Masse	125 g	Maxi	F0
FC2	Résister aux agressions extérieures du milieu ambiant	Étanche à l'humidité	IP 54	Mini	F1
		Étanche aux corps solides			
FC3	Ajuster la position du dérailleur avant en fonction de la position du dérailleur arrière	Nombre de réajustements (cf. DT7)	2 par plateau	-	F1
		Précision de positionnement	0,1 mm	± 0,05 mm	F1
FC4	S'adapter à l'énergie électrique disponible	Tension	9 V DC	±3 V	F1
		Courant	2 A	Maxi	F2
FC5	Respecter l'environnement	Matières dangereuses	Rohs	-	F0
		Recyclable	80% du produit	Mini	F1
FC6	Être esthétique	Forme	Aérodynamique		F0
		Couleur	Noir mat	-	F1
		Rugosité du matériau	Ra 1,6	Maxi	F0

### DT3 CHAÎNES D'INFORMATION ET D'ÉNERGIE

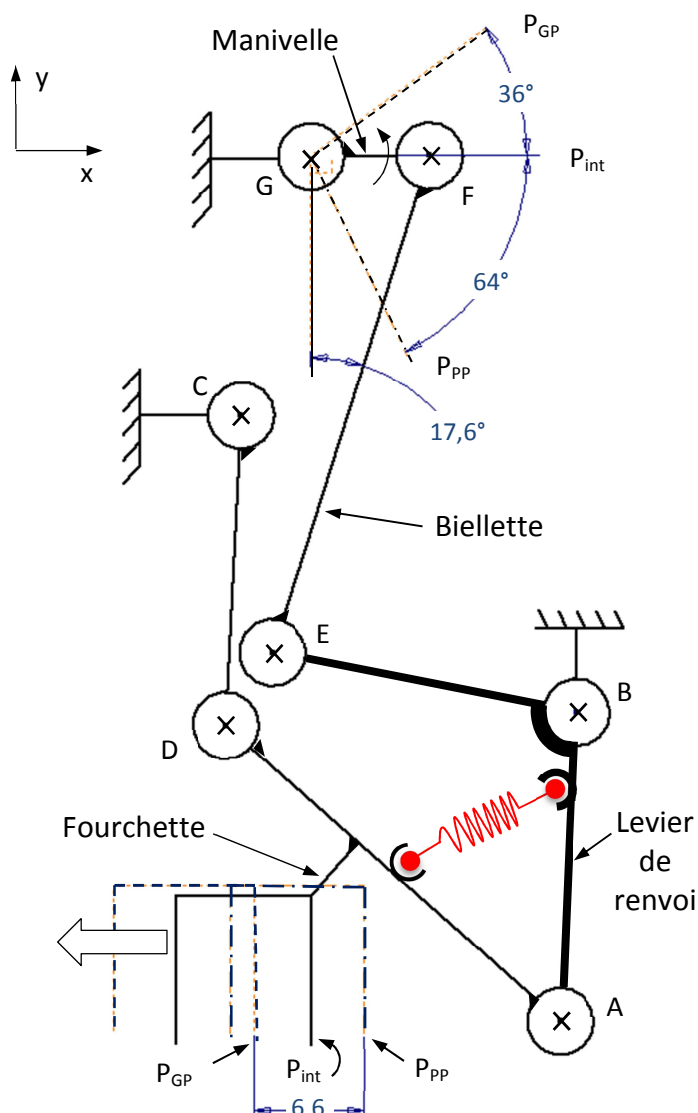


### DT4 FAST PARTIEL DE FP1





### DT5 SCHÉMA CINÉMATIQUE DU MÉCANISME À FOURCHETTE



Le mécanisme DURA ACE fonctionne sur le principe d'un parallélogramme (ABCD) déformable qui permet d'obtenir le déplacement attendu de la fourchette.

**Un ressort à action angulaire d'axe (A,  $\vec{z}$ )** tend à maintenir fermé l'angle (BAD), c'est à dire en position petit plateau (PP). Il est schématisé ici par un ressort de traction.

On actionne le mécanisme via le levier de renvoi [EBA], une bielle [EF] et une manivelle [FG].

La manivelle [FG] est liée complètement à l'arbre de sortie d'axe (G,  $\vec{z}$ ) du motoréducteur (non représenté)

Pour la manœuvre de la fourchette, le couple maxi de la motorisation est exigé lors du déplacement de  $P_{PP}$  à  $P_{GP}$  en position intermédiaire. (← figure ci-contre)

**Données :**

Course totale de la fourchette : 6,6 mm

- : Position petit plateau  $P_{PP}$
- : Position intermédiaire  $P_{int}$
- ..... : Position grand plateau  $P_{GP}$

EF = 31,1 mm      GF = 7,1 mm

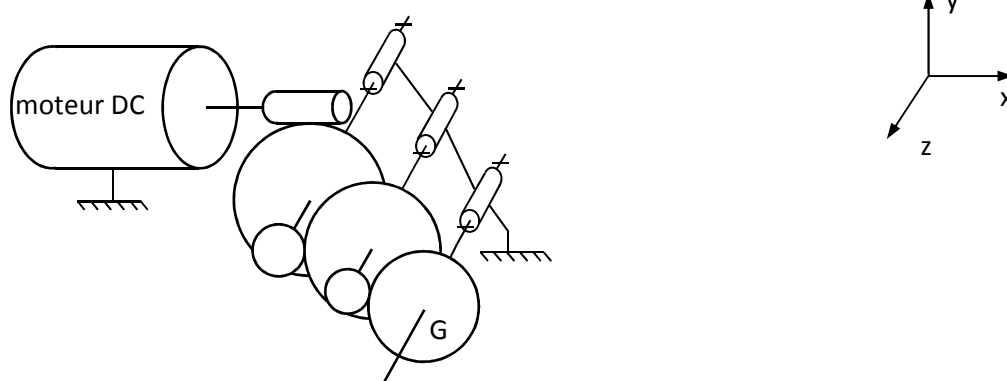
## DT6 SCHÉMAS CINÉMATIQUES DU RÉDUCTEUR

Compte tenu de l'amplitude de réduction de vitesse à obtenir et de la compacité imposée par le CdCf, on s'oriente vers une structure à 3 étages de réduction, composée de 2 engrenages parallèles et 1 roue et vis sans fin.

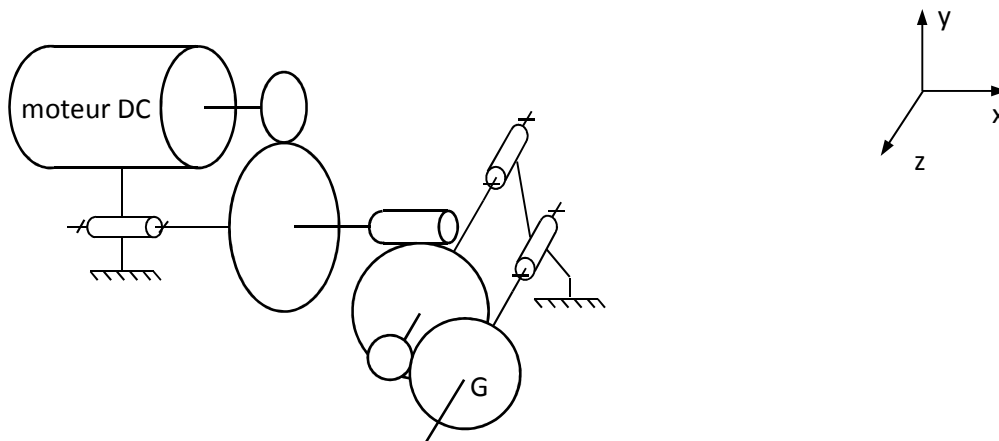
Trois solutions sont envisagées pour l'architecture du réducteur.

Remarque : les figures ci-dessous ne reflètent pas l'encombrement réel des architectures.

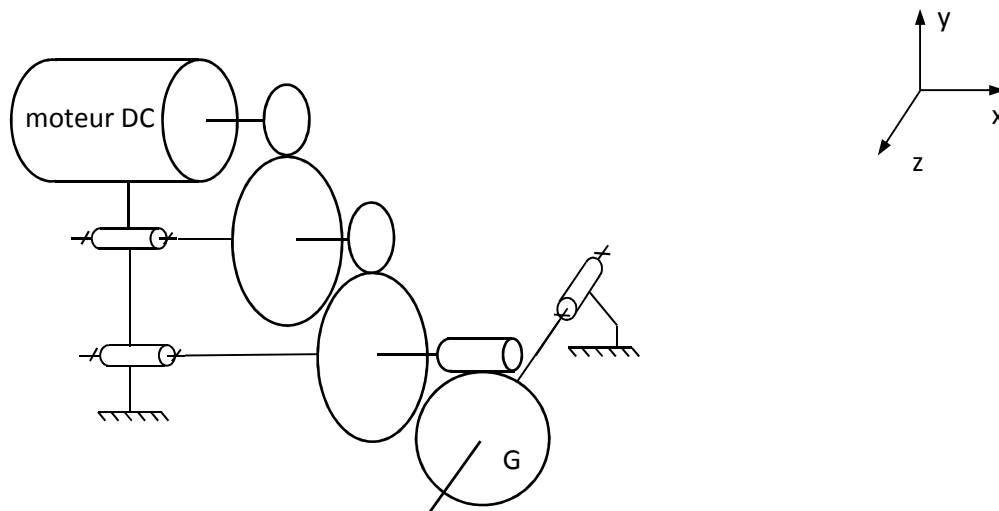
Solution 1 :



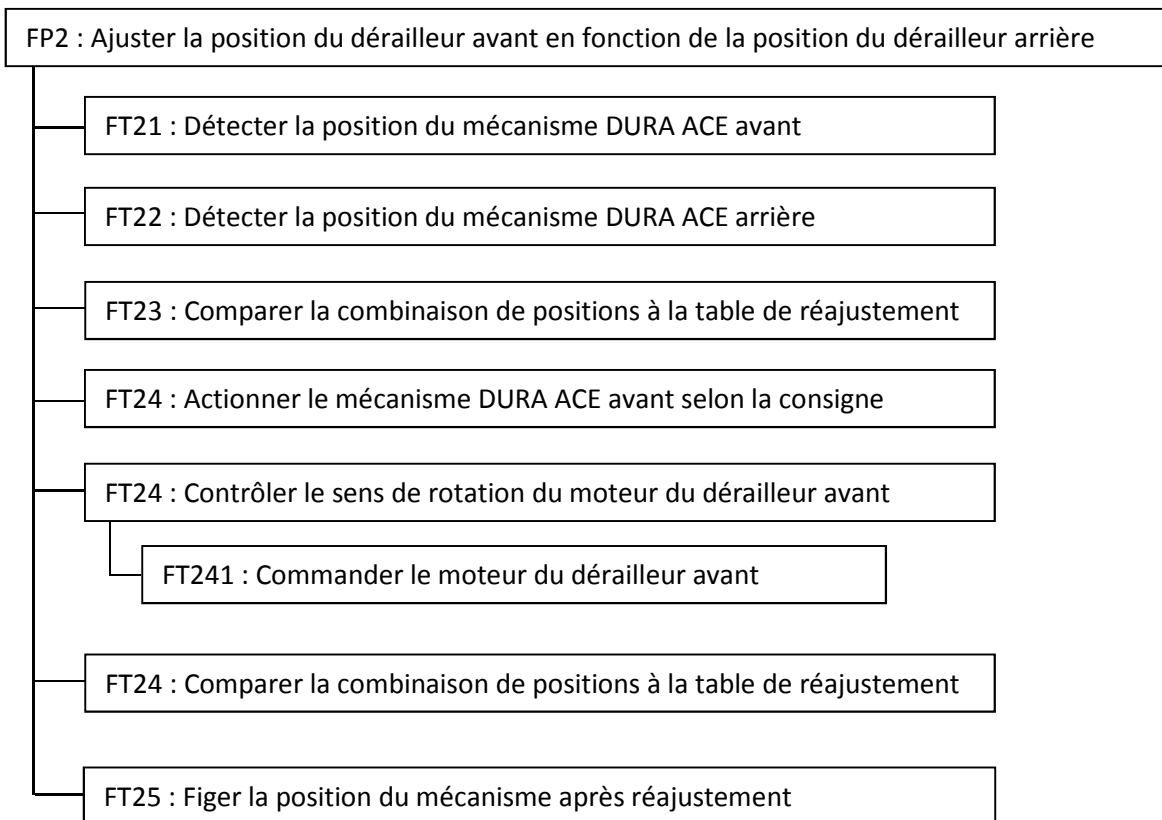
Solution 2 :



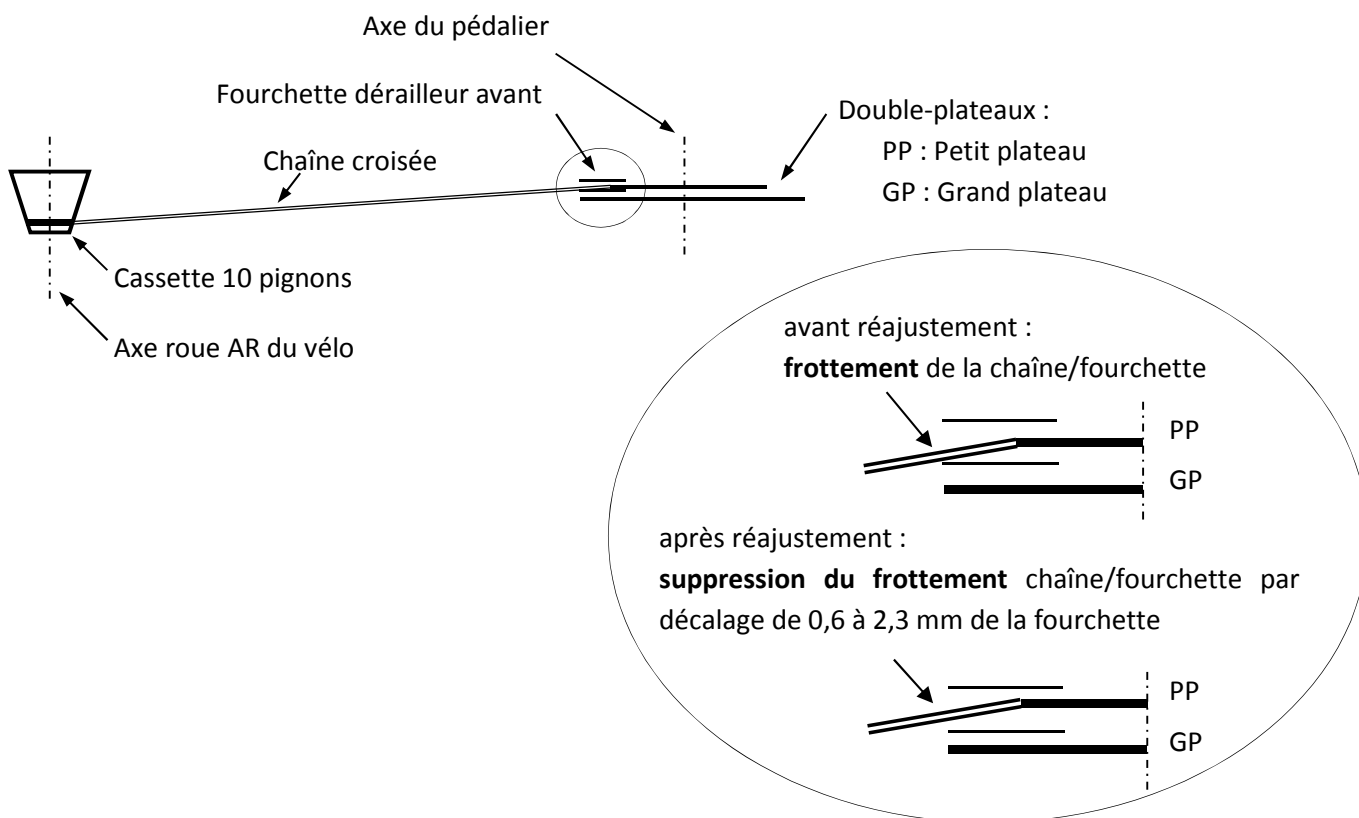
Solution 3 :



**DT7 FONCTIONS TECHNIQUES ASSOCIÉES À FP2 - RÉAJUSTEMENT DU DAV**

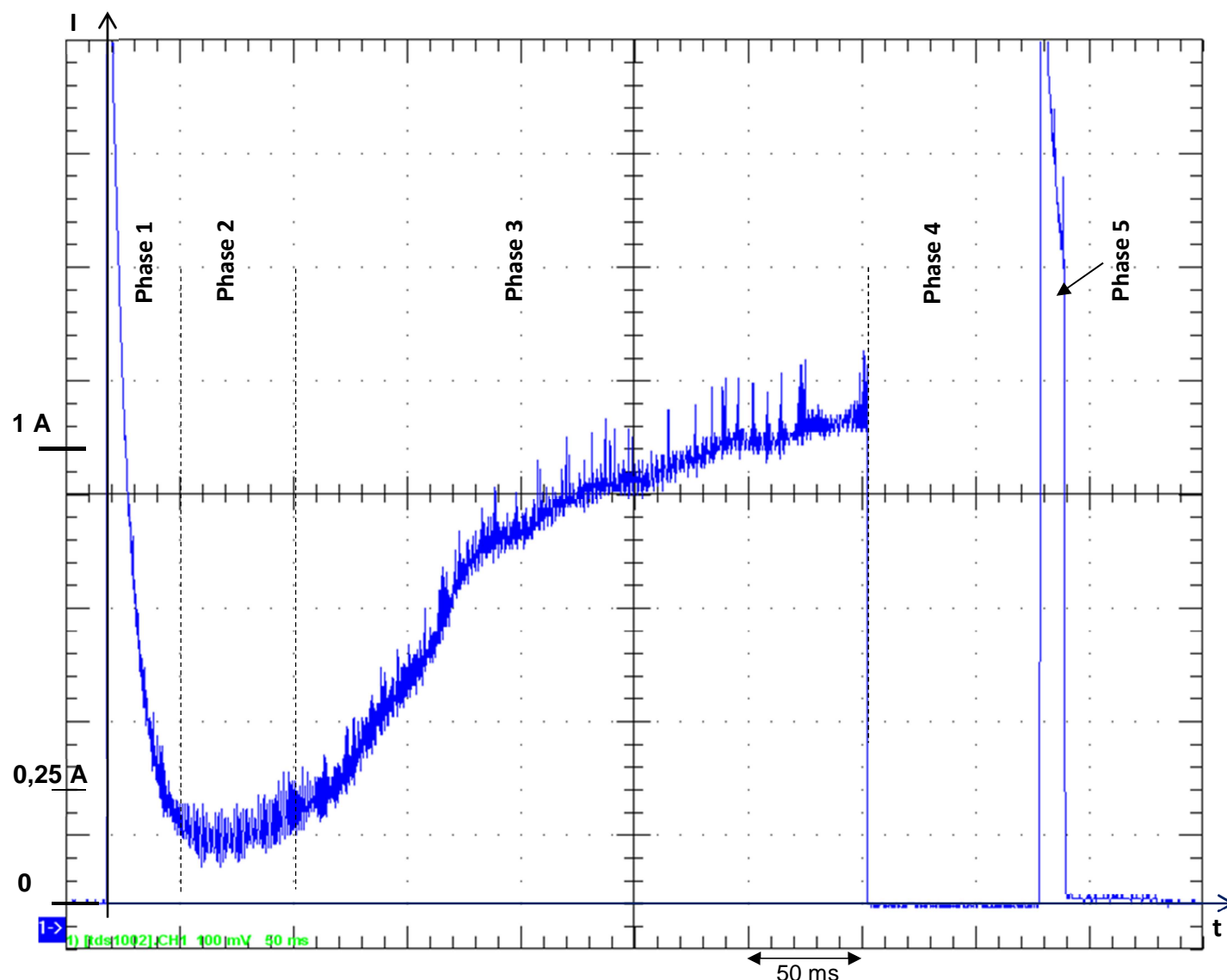


**Principe de réajustement du DAV en fonction de la position du DAR :**



## DT8 COURBE DE COURANT ABSORBÉ EN VALEUR ABSOLUE DU MOTEUR DAV

Le signal présenté ci-dessous représente la situation la plus consommatrice relevée lors d'un changement de plateau :



### CHANGEMENT DE PLATEAU :

Cette opération s'effectue pendant le pédalage. La chaîne est en mouvement avec une force de tension plus ou moins importante. Le changement de plateau s'effectue en 5 phases :

**Phase 1** : démarrage du moteur.

**Phase 2** : déplacement du dérailleur avant jusqu'au contact fourchette/chaîne.

**Phase 3** : déplacement de la chaîne (position finale + 0,5 mm pour assurer le changement).

**Phase 4** : arrêt momentané.

**Phase 5** : inversion du mouvement et retour de 0,5 mm en arrière (recentrage de la fourchette pour annulation des frottements fourchette/chaîne).

Remarque : Pour un changement de vitesse à l'aide du dérailleur arrière, on retrouve la même séquence mais avec une consommation de courant plus faible.

BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques		Session 2014
Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique	Code :	Page 9/24

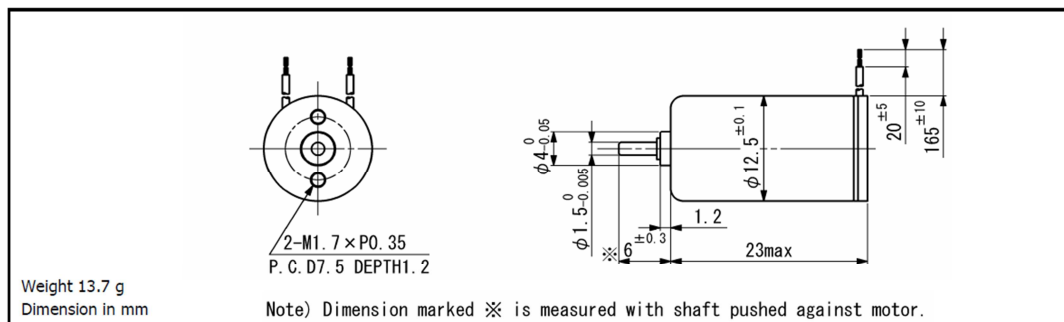
DT9 DOCUMENTATION SUR LES MOTEURS DC



DC CORELESS MOTOR SERIES

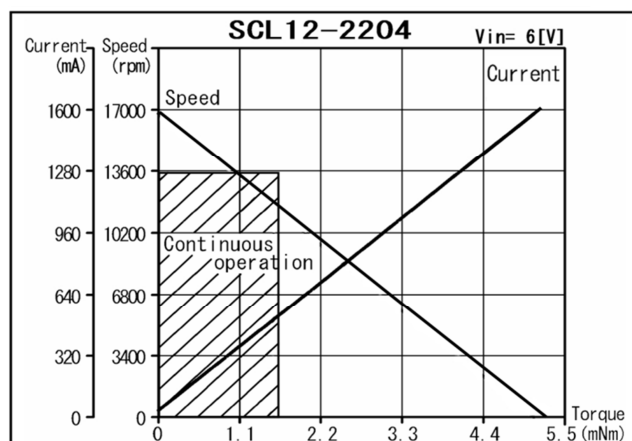
SCL12-22

Precious metal commutation



For combination with gearheads: SSG12, SPG12

Ordering number	SCL12				
	-2202	-2204	-2212	-2222	-22H6
1 Nominal voltage	3	6	9	12	24 V
2 Terminal resistance	2.0	3.8	12	22	160 Ω
3 Output power	1.1	2.3	1.6	1.6	0.84 W
4 Efficiency	67	72	75	75	67 %
5 No-load speed	11770	16800	14340	14000	12300 rpm
6 No-load current	50	35	14	10	5 mA
7 Stall torque	3.5	5.1	4.2	4.3	2.6 mNm
8 Friction torque	0.12	0.12	0.080	0.080	0.090 mNm
9 Back-EMF constant	0.25	0.35	0.62	0.84	1.9 mV/rpm
10 Torque constant	2.4	3.3	5.9	8.0	18.0 mNm/A
11 Slope of N-T curve	3390	3260	3400	3240	4730 rpm/mNm
12 Coil inductance	0.025	0.050	0.16	0.29	2.3 mH
13 Mechanical time constant	12	12	10	10	10 ms
14 Rotor inertia	0.33	0.34	0.27	0.29	0.20 gcm <sup>2</sup>
<b>Continuous operation</b>					
15 Max. torque	1.6	1.6	1.6	1.6	1.3 mNm



General specifications		
16 Operating temperature	-20...+60	°C
17 Max. coil temperature	+80	°C
18 Thermal resistances	R <sub>th1</sub> = 10, R <sub>th2</sub> = 35	K/W
19 Bearings type	Sintered sleeves	
20 Max. shaft radial load	1.2 (5 mm)	N
21 Max. shaft axial load	0.2	N
22 Max. axial load at standstill	9.8	N
23 Shaft radial play	0.05	mm
24 Shaft axial play	0.03...0.2	mm

**Options:** Lead wires length, terminals instead of lead wires, shaft length, special coils, commutator with capacitors.

V01

Namiki Precision Jewel Co.,Ltd  
TEL: +81-3-5390-7620 FAX: +81-3-5390-8082  
URL: www.namiki.net/  
E-mail: kboinfo@namiki.net

Specifications subject to change without notice



... / ...

BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques	Session 2014
Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique	Code : Page 10/24



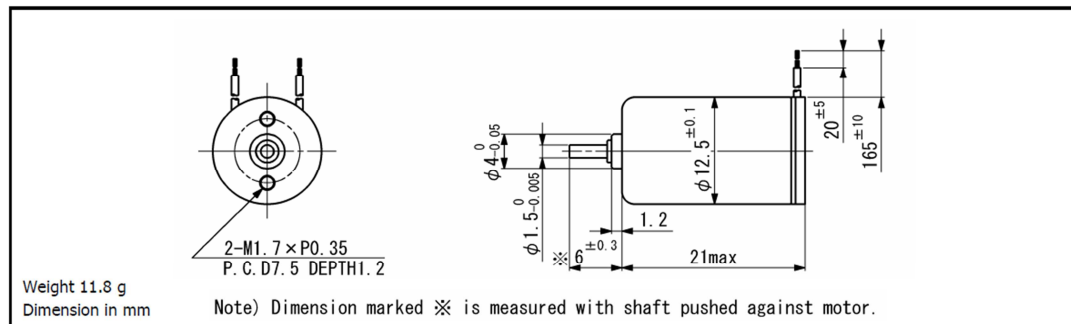
DT9 suite



DC CORELESS MOTOR SERIES

# SCL12-20

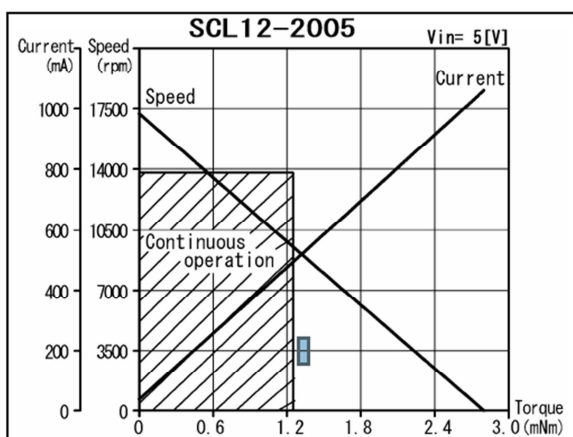
Precious metal commutation



For combination with gearheads: SSG12, SPG12

SCL12

Ordering number	-2003	-2005	-2026	-2038	-20H3
1 Nominal voltage	3	5	9	12	15 V
2 Terminal resistance	2.6	4.7	26	38	126 Ω
3 Output power	0.79	1.3	0.75	0.87	0.39 W
4 Efficiency	62	75	69	62	55 %
5 No-load speed	15100	17200	15330	15900	11600 rpm
6 No-load current	53	20	10	14	8 mA
7 Stall torque	2.0	2.8	1.9	2.1	1.3 mNm
8 Friction torque	0.096	0.054	0.054	0.096	0.092 mNm
9 Back-EMF constant	0.19	0.29	0.57	0.72	1.2 mV/rpm
10 Torque constant	1.8	2.7	5.4	6.9	11.5 mNm/A
11 Slope of N-T curve	7580	6050	8260	7650	9070 rpm/mNm
12 Coil inductance	0.025	0.060	0.24	0.39	1.1 mH
13 Mechanical time constant	15	14	16	16	17 ms
14 Rotor inertia	0.19	0.23	0.18	0.19	0.18 gcm <sup>2</sup>
<b>Continuous operation</b>					
15 Max. torque	1.1	1.2	1.1	1.1	0.96 mNm



General specifications

16 Operating temperature	-20...+60	°C
17 Max. coil temperature	+80	°C
18 Thermal resistances	R <sub>th1</sub> = 9, R <sub>th2</sub> = 33	K/W
19 Bearings type	Sintered sleeves	
20 Max. shaft radial load	1.2 (5 mm)	N
21 Max. shaft axial load	0.2	N
22 Max. axial load at standstill	9.8	N
23 Shaft radial play	0.05	mm
24 Shaft axial play	0.03...0.2	mm

**Options:** Lead wires length, terminals instead of lead wires, shaft length, special coils, commutator with capacitors.

V01

Namiki Precision Jewel Co.,Ltd  
TEL: +81-3-5390-7620 FAX: +81-3-5390-8082  
URL: www.namiki.net/  
E-mail: kboinfo@namiki.net

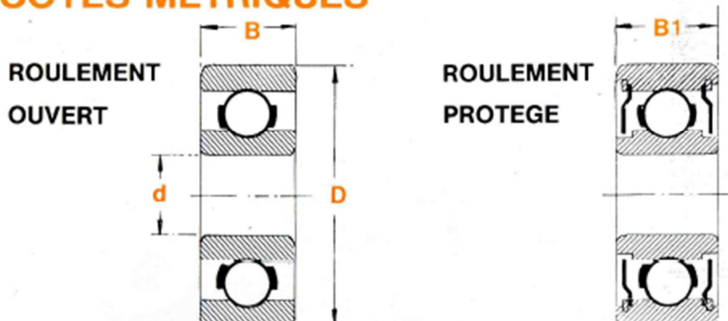
Specifications subject to change without notice



DT10 DOCUMENTATION SUR LES ÉLÉMENTS DE GUIDAGE EN ROTATION

# ROULEMENTS A GORGES PROFONDES

## SERIE : COTES METRIQUES



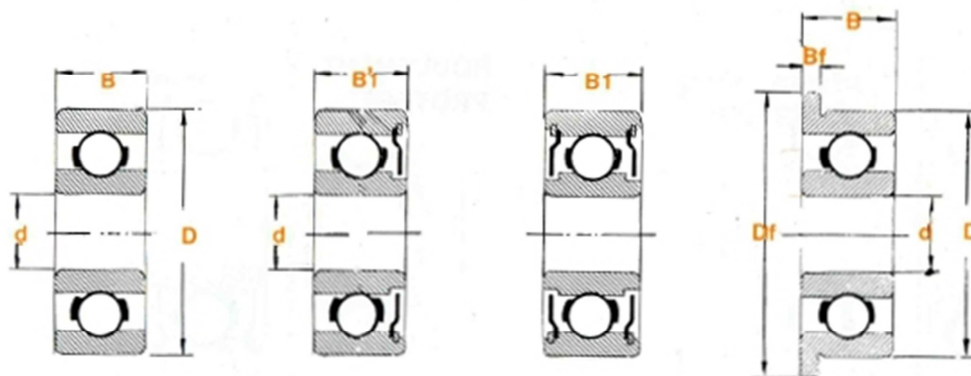
		ROULEMENT OUVERT		ROULEMENT PROTEGE		CARACTERISTIQUES			
d mm	D mm	B mm	Référence	B1 mm	Référence en ZZ	C DYN. daN	C STAT. daN	VITESSE t/mm x 1000	MASSE g
1	3	1	681			8	3	190	.05
	4	1.6	691			11	3	150	.10
1.2	4	1.8	MR 41 X			10	3	150	.10
1.5	4	1.2	681 X	2	681 X ZZ	9	3	140	.10
	5	2	691 X	2.6	691 X ZZ	20	9	130	.15
	6	2.5	601 X	3	601 X ZZ	26	11	100	.10
2	5	1.5	682	2.3	682 ZZ	15	6	110	.15
	5	2	MR 52	2.5	MR 52 ZZ	15	6	110	.15
	6			3	692 ZZ	26	11	100	.30
	6	2.3	692	2.3	692 ZZ W 2.3	26	11	100	.30
	6	2.5	MR 62	2.5	MR 62 ZZ	26	11	100	.30
	7	2.5	MR 72	3	MR 72 ZZ	30	13	88	.45
	7	2.8	602	3.5	602 ZZ	30	13	82	.55
2.5	6	1.8	682 X	2.6	682 X ZZ	15	6	86	.20
	7	2.5	692 X	3.5	692 X ZZ	26	10	80	.45
	8	2.5	MR 82 X			34	14	78	.50
	8	2.8	602 X	4	602 X ZZ	43	19	80	.60
3	6	2	MR 63	2.5	MR 63 ZZ	13	5	90	.20
	7	2	683	3	683 ZZ	24	10	81	.35
	8	2.5	MR 83	3	MR 83 ZZ	34	14	78	.55
	8	3	693	4	693 ZZ	43	19	79	.60
	9	2.5	MR 93	4	MR 93 ZZ	30	12	70	.70
	9	3	603	5	603 ZZ	34	14	74	.90
	10	4	623	4	623 ZZ	65	22	67	1.60
	13	5	633	5	633 ZZ	175	50	57	3.40
4	7	2	MR 74	2.5	MR 74 ZZ	16	7	78	.30
	8	2	MR 84	3	MR 84 ZZ	24	11	75	.40
	9	2.5	684	4	684 ZZ	50	22	72	.70
	10	3	MR 104	4	MR 104 ZZ	51	22	70	1
	11	4	694	4	694 ZZ	75	25	67	1.80
	12	4	604	4	604 ZZ	100	35	65	2.10
	13	5	624	5	624 ZZ	135	50	57	3.20
	16	5	634	5	634 ZZ	135	68	51	5.10

... / ...



# ROULEMENTS A GORGES PROFONDES

## SERIE : COTES ANGLAISES (Traduites en mm)



		ROULEMENT OUVERT		ROULEMENT PROTEGE 1 FLASQUE		ROULEMENT PROTEGE 2 FLASQUES		ROULEMENT A COLLET OUVERT		
d mm	D mm	B mm	Référence	B'1 mm	Référence	B1	Référence	Df	Bf	Référence
1,016	3,175	1,191	R 09					4,34	0,33	
1,191	3,967	1,588	R 0	2,38	R 0 Z	2,38	R 0 ZZ	5,156	0,33	FR 0
1,397	4,763	1,984	R 1	2,38	R 1 Z	2,779	R 1 ZZ	5,944	0,584	FR 1
1,984	6,35	2,38	R 1-4	2,779	R 1-4 Z	3,571	R 1-4 ZZ	7,518	0,584	FR 1-4
2,38	4,762	1,588	R 133	2,38	R 133 Z	2,38	R 133 ZZ	5,944	0,457	FR 133
	6,35					2,38	R 143 ZZ N			
	6,35					2,779	R 143 ZZ			
3,175	7,94	2,779	R 1-5	2,779	R 1-5 Z	3,57	R 1-5 ZZ	9,12	0,584	FR 1-5
	6,35	2,38	R 144	2,38	R 144 Z	2,779	R 144 ZZ	7,518	0,584	FR 144
	6,35		R 144 N			2,38				
	7,937	2,779	R 2-5	2,779	R 2-5 Z	3,57	R 2-5 ZZ	9,12	0,584	FR 2-5
	7,937					2,779	R 2-5 ZZ N			
	9,525					2,38	R 2-6 ZZ EN			
	9,525	2,779	R 2-6	2,779	R 2-6 Z	3,57	R 2-6 ZZ	10,72	0,584	FR 2-6
	9,525					2,779	R 2-6 ZZ N			
3,967	9,525	3,967	R 2	3,967	R 2 Z	3,967	R 2 ZZ	11,176	0,762	FR 2
	12,7	2,779	R 184			2,779	R 184 ZZ			
	12,7	4,366	R 2 A			4,366	R 2 A ZZ			
	7,937	2,779	R 155	2,779	R 155 Z	3,175	R 155 ZZ	9,12	0,584	FR 155
4,763	7,937	2,779	R 156	2,779	R 156 Z	3,175	R 156 ZZ	9,12	0,584	FR 156
	9,525	3,175	R 166	3,175	R 166 Z	3,175	R 166 ZZ	10,72	0,584	FR 166
	12,7	3,967	R 3	4,978	R 3 Z	4,978	R 3 ZZ	14,35	1,067	FR 3
	12,7					3,967	R 3 ZZ N			
	15,875					4,978	R 3 A ZZ			
6,35	9,525	3,175	R 168	3,175	R 168 Z	3,175	R 168 ZZ	10,72	0,584	FR 168
	12,7	3,175	R 188	3,175	R 188 Z	4,763	R 188 ZZ	13,89	0,584	FR 188
	12,7					3,175	R 10 ZZ N			
	15,875	4,978	R 4	4,978	R 4 Z	4,978	R 4 ZZ	17,526	1,067	FR 4



# PIC16F818/819

## 18/20-Pin Enhanced Flash Microcontrollers with nanoWatt Technology

### Low-Power Features:

- Power-Managed modes:
  - Primary Run: XT, RC oscillator, 87  $\mu$ A, 1 MHz, 2V
  - INTRC: 7  $\mu$ A, 31.25 kHz, 2V
  - Sleep: 0.2  $\mu$ A, 2V
- Timer1 oscillator: 1.8  $\mu$ A, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 0.7  $\mu$ A, 2V
- Wide operating voltage range:
  - Industrial: 2.0V to 5.5V

### Pin Diagram

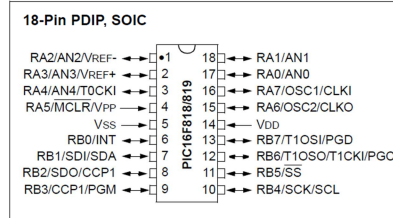


FIGURE 1-1: PIC16F818/819 BLOCK DIAGRAM

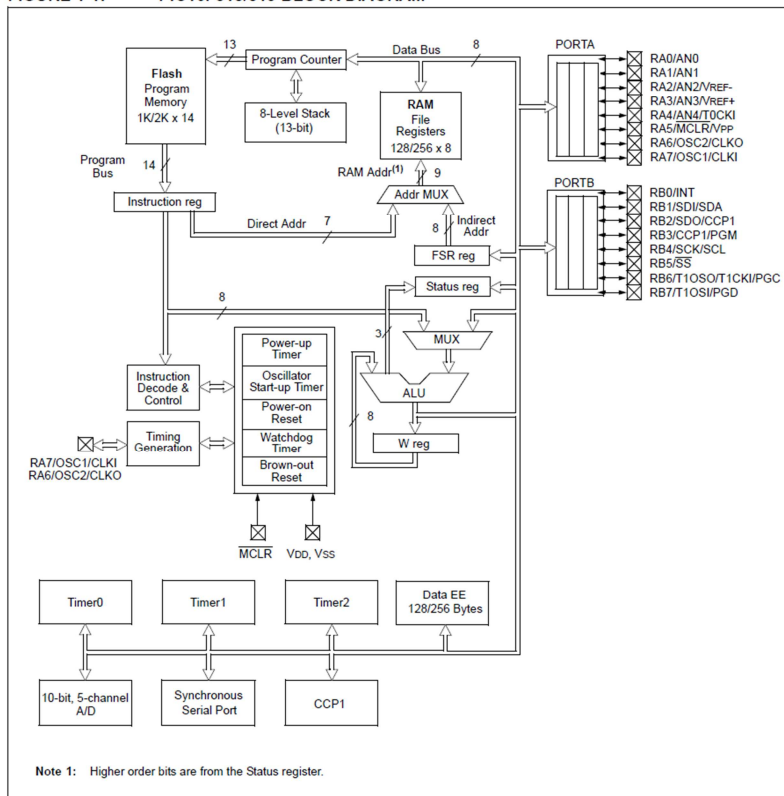


TABLE 5-1: PORTA FUNCTIONS

Name	Bit#	Buffer	Function
RA0/AN0	bit 0	TTL	Input/output or analog input.
RA1/AN1	bit 1	TTL	Input/output or analog input.
RA2/AN2/VREF-	bit 2	TTL	Input/output, analog input or VREF-.
RA3/AN3/VREF+	bit 3	TTL	Input/output, analog input or VREF+.
RA4/AN4/T0CKI	bit 4	ST	Input/output, analog input or external clock input for Timer0.
RA5/MCLR/VPP	bit 5	ST	Input, Master Clear (Reset) or programming voltage input.
RA6/OSC2/CLKO	bit 6	ST	Input/output, connects to crystal or resonator, oscillator output or 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle in RC mode.
RA7/OSC1/CLKI	bit 7	ST/CMOS <sup>(1)</sup>	Input/output, connects to crystal or resonator or oscillator input.

Legend: TTL = TTL input, ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

... / ...

DT11 SUITE

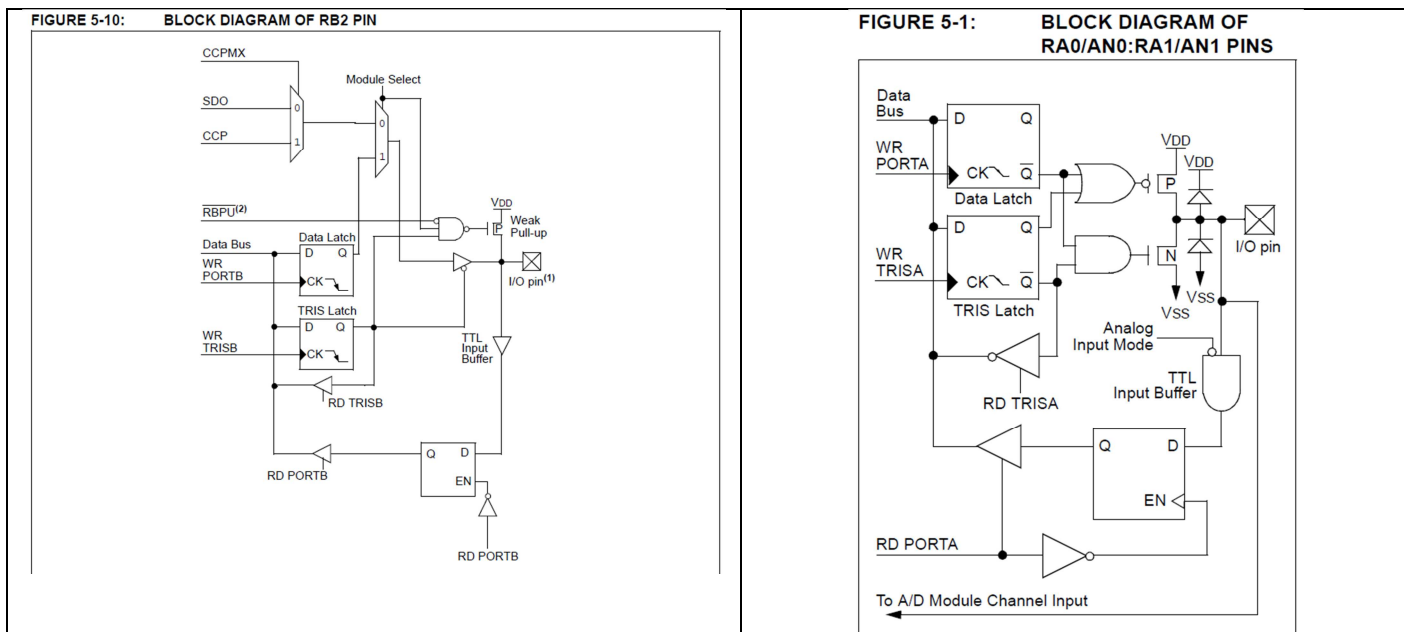


TABLE 5-3: PORTB FUNCTIONS

Name	Bit#	Buffer	Function
RB0/INT	bit 0	TTL/ST <sup>(1)</sup>	Input/output pin or external interrupt input. Internal software programmable weak pull-up.
RB1/SDI/SDA	bit 1	TTL/ST <sup>(5)</sup>	Input/output pin, SPI™ data input pin or I <sup>2</sup> C™ data I/O pin. Internal software programmable weak pull-up.
RB2/SDO/CCP1	bit 2	TTL/ST <sup>(4)</sup>	Input/output pin, SPI data output pin or Capture input/Compare output/PWM output pin. Internal software programmable weak pull-up.
RB3/CCP1/PGM <sup>(3)</sup>	bit 3	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Input/output pin, Capture input/Compare output/PWM output pin or programming in LVP mode. Internal software programmable weak pull-up.
RB4/SCK/SCL	bit 4	TTL/ST <sup>(6)</sup>	Input/output pin or SPI and I <sup>2</sup> C clock pin (with interrupt-on-change). Internal software programmable weak pull-up.
RB5/SS	bit 5	TTL	Input/output pin or SPI slave select pin (with interrupt-on-change). Internal software programmable weak pull-up.
RB6/T1OSO/T1CKI/PGC	bit 6	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Input/output pin, Timer1 oscillator output pin, Timer1 clock input pin or serial programming clock (with interrupt-on-change). Internal software programmable weak pull-up.
RB7/T1OSI/PGD	bit 7	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Input/output pin, Timer1 oscillator input pin or serial programming data (with interrupt-on-change). Internal software programmable weak pull-up.

Legend: TTL = TTL input, ST = Schmitt Trigger input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
- 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
- 3: Low-Voltage ICSP™ Programming (LVP) is enabled by default which disables the RB3 I/O function. LVP must be disabled to enable RB3 as an I/O pin and allow maximum compatibility to the other 18-pin mid-range devices.
- 4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured for CCP or SSP mode.
- 5: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured for SPI or I<sup>2</sup>C mode.

## DT12 DOCUMENTATION SUR LES INTERFACES MOTEURS DC

**TOSHIBA**

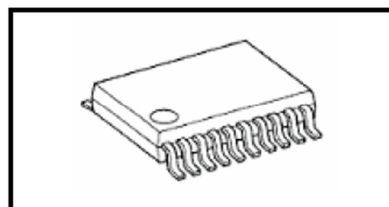
TB6593FNG

Toshiba Bi-CD Integrated Circuit Silicon Monolithic

**T B 6 5 9 3 F N G**

Driver IC for DC motor

TB6593FNG is a driver IC for DC motor with output transistor in LD MOS structure with low ON resistor. Two input signals, IN1 and IN2, can choose one of four modes such as CW, CCW, short brake, and stop mode.

**Features**

- Power supply voltage : VM=15V• Max. • •
- Output current : Iout=1.2A(ave) / 3.2A (peak)
- Output low ON resistor : 0.35• •((typ. @VM• 5V)
- Standby (Power save)system
- CW/CCW/short brake/stop function modes
- Built in thermal shutdown circuit and low voltage detecting circuit
- Small faced package• SSOP20:0.65mm pitch• •
- Response to Pb free packaging

Weight  
SSOP20 P-225-0.65: 0.09g (Typ.)

Pin NO.	Symbol	Characteristics	Remarks
1	GND	Small signal GND	
2	PWM	PWM signal input	"H"=Active / 200k• •pull down at internal
3	STBY	Standby signal input	"L"=standby / 200k• •pull down at internal
4	VM1	VM supply	VM=2.5V~13.5V
5	VM2		
6	O1	Output1	
7	O1		
8	PGND1	Power GND	
9	PGND2		
10	PGND3		
11	PGND4		
12	PGND5		
13	PGND6		
14	O2	Output2	
15	O2		
16	VM3	VM supply	VM=2.5V~13.5V
17	VM4		
18	IN1	Control signal nput1	200k• •pull down at internal
19	IN2	Control signal input2	
20	Vcc	Small signal supply	Vcc=2.7V• 5.5V

« Supply current » : courant total d'alimentation du circuit TB6593FNG

Characteristics	Symbol	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Supply current	Icc	STBY=Vcc	---	0.9	1.2	mA
	Icc(STB)	STBY=0V	---	---	1	μA
	IM(STB)		---	---	1	

... / ...

BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques		Session 2014
Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique	Code :	Page 16/24

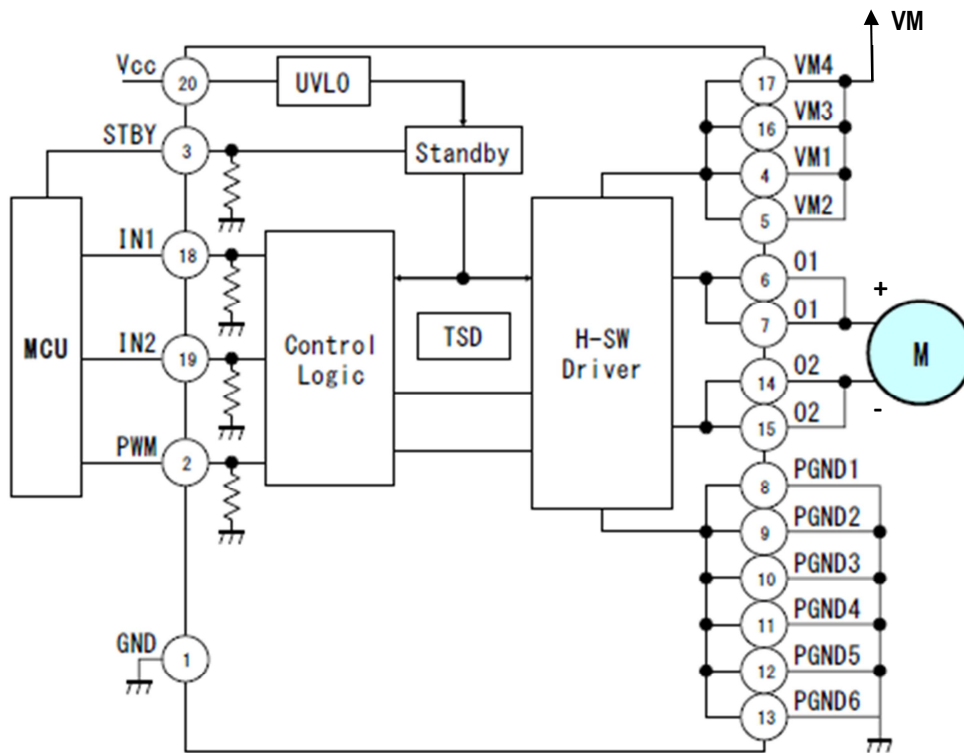


**H-SW Control Function**

Input				Output		
IN1	IN2	PWM	STBY	OUT1	OUT2	Mode
H	H	H	H	L	L	Short brake
L	H	H	H	L	H	CCW
		L	H	L	L	Short brake
H	L	H	H	H	L	CW
		L	H	L	L	Short brake
L	L	H	H	OFF (High impedance)		Stop
H• L	H• L	H	L	OFF (High impedance)		Standby

« CW » sens horaire  
 « CCW » sens anti horaire  
 « standby » mise en veille

**Typical Application Diagram :**



**Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)**

Characteristics	Symbol	Rating	Unit	Remarks
Supply voltage	VM	15	V	
	Vcc	6		
Input voltage	VIN	0.2• 6	V	IN1,IN2,STBY,PWM pins
Output voltage	Vout	15	V	O1,O2 pins
Output current	Iout	1.2	A	tw=10ms, Superimposed pulse, Duty is 30% or less.
	Iout (peak)	3.2		

**DT13 DOCUMENTATION SUR LES TRANSISTORS ET LES AIMANTS**

**NPN general purpose transistor**

**BC817**

**FEATURES**

- High current (max. 500 mA)
- Low voltage (max. 45 V).

**APPLICATIONS**

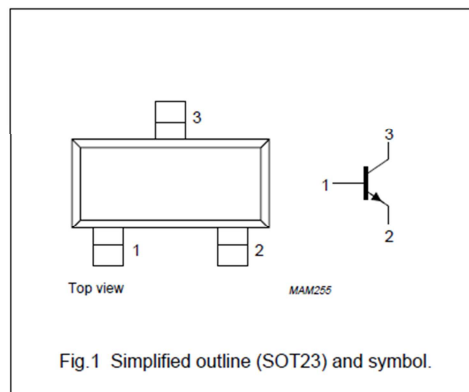
- General purpose switching and amplification.

**DESCRIPTION**

NPN transistor in a SOT23 plastic package.  
PNP complement: BC807.

**PINNING**

PIN	DESCRIPTION
1	base
2	emitter
3	collector



Extraits caractéristiques	
Hfe DC curent gain	Mini 120
Vce saturation (Ic = 500mA)	Max 1 V
Vce saturation (Ic = 1mA)	Max 2mV

**LIMITING VALUES**

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V <sub>CBO</sub>	collector-base voltage	open emitter	-	50	V
V <sub>CEO</sub>	collector-emitter voltage	open base; I <sub>C</sub> = 10 mA	-	45	V
V <sub>EBO</sub>	emitter-base voltage	open collector	-	5	V
I <sub>C</sub>	collector current (DC)		-	500	mA
I <sub>CM</sub>	peak collector current		-	1	A

**Aimants :**



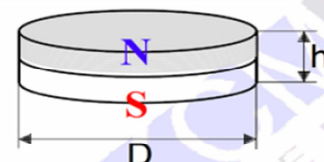
D = Diamètre [mm]  
h = Hauteur [mm]  
N-S = Pôles magnétiques

\_v\_ = Surface  
MGO = ENERGY PRODUCT [Mega Gauss Oerstedt]  
Br = [Tesla]  
max.T = Température d'utilisation maxi.[°C]  
F(N) = Résistance [Newton]

**E-CATALOGUE**

**Chapitre I - Néodyme(NdFeB) Disques (Pôles axiaux)**

Référence	Prix unitaire	Prix unitaire /100	Prix unitaire /1000
HKCM	0,54 €	0,32 €	0,26 €



Ps.	PNo.	Article	N-S	D	h	_v_	MGO	Br	max.T.	F(N)	Material
1	1293	S01x00.5Au-N45	ax	1	0.5	Au	N45	1.32	80°C	0.29	NdFeB
2	4126	S01.5x00.5Ni-N35	ax	1.5	0.5	Ni	N35	1.17	80°C	0.39	NdFeB
3	1276	S01.5x00.5Ni-N48	ax	1.5	0.5	Ni	N48	1.38	80°C	0.49	NdFeB
4	1280	S01.6x00.5Ni-N48	ax	1.6	0.5	Ni	N48	1.38	80°C	0.59	NdFeB
5	1278	S02x00.4Ni-N50	ax	2	0.4	Ni	N50	1.4	60°C	0.59	NdFeB
6	1290	S02x00.5Au-N35	ax	2	0.5	Au	N35	1.17	80°C	0.49	NdFeB
7	1294	S02x00.5Au-N45	ax	2	0.5	Au	N45	1.32	80°C	0.59	NdFeB
8	1287	S02x00.5Ni-N35	ax	2	0.5	Ni	N35	1.17	80°C	0.49	NdFeB
9	58628	S02x00.5Rw-YXG28H	ax	2	0.5	Rw	YXG28H	1.03	350°C	0.29	Sm2Co17

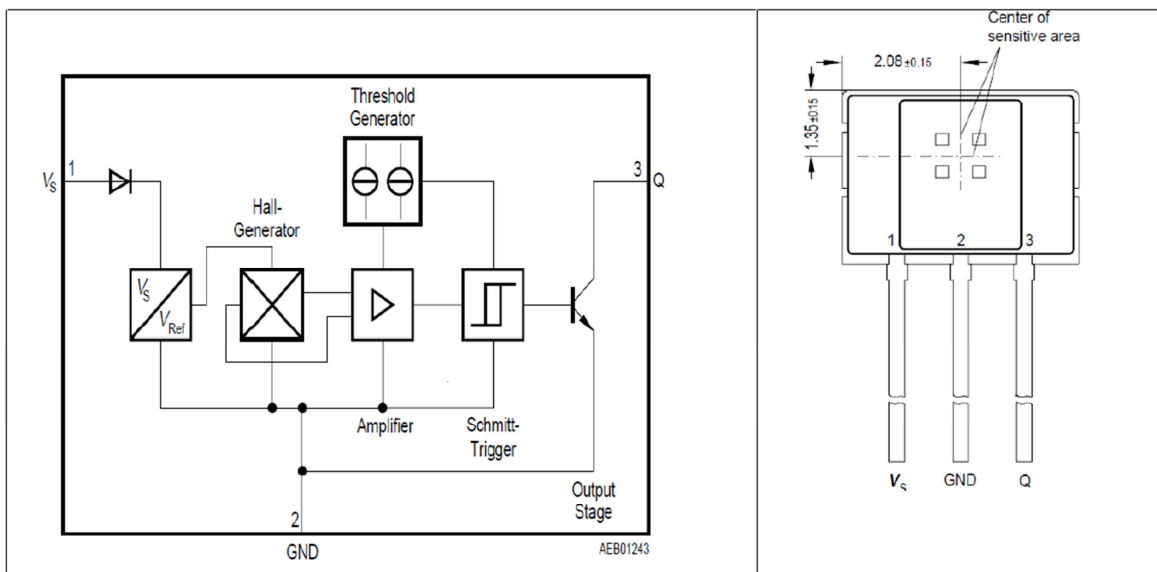


DT14 DOCUMENTATION SUR LES CAPTEURS



Uni- and Bipolar Hall IC Switches for Magnetic Field Applications

TLE 4905 L



Absolute Maximum Ratings

$T_j = -40$  to  $150$  °C

Référence	Prix unitaire	Prix unitaire /100	Prix unitaire /1000
TL4905L	1,80 €	1,08 €	0,36 €

Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Remarks
		min.	max.		
Supply voltage	$V_s$	-40	32	V	-
Supply voltage	$V_s$	-	40	V	$t < 400$ ms; $v = 0.1$
Output voltage	$V_Q$	-	32	V	-
Output current	$I_Q$	-	100	mA	-

AC/DC Characteristics

$3.8$  V  $\leq V_s \leq 24$  V;  $-40$  °C  $\leq T_j \leq 150$  °C

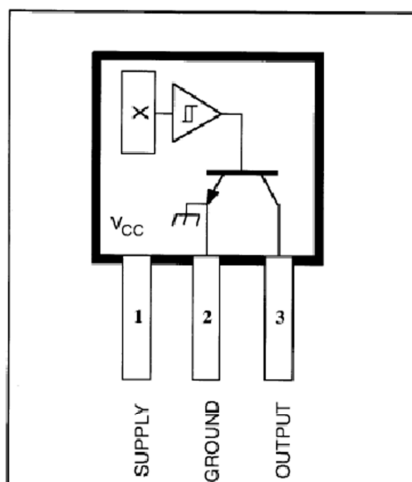
Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Test Condition	Test Circuit
		min.	typ.	max.			
Supply current	$I_{SHigh}$	-	3	7	mA	$B < B_{RP}$	1
	$I_{SLOW}$	-	4	8	mA	$B > B_{OP}$	1
Output saturation voltage	$V_{QSat}$	-	0.25	0.5	V	$I_Q = 40$ mA	1
Output leakage current	$I_{QL}$	-	-	10	$\mu$ A	$V_Q = 24$ V	1
Rise/fall time	$t_r / t_f$	-	-	1	$\mu$ s	$R_L = 1.2$ k $\Omega$ $C_L \leq 33$ pF	1

... / ...

# 3113, 3120, 3130, AND 3140

Data Sheet  
27521A

## HALL-EFFECT SWITCHES



These Hall-effect switches are highly temperature stable and stress-resistant sensors best utilized in applications that provide steep magnetic slopes and low residual levels of magnetic flux density.

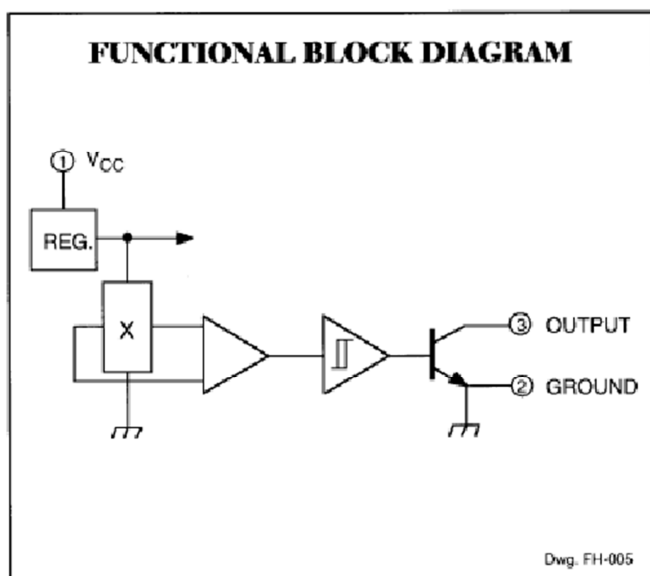
Each device includes a voltage regulator, quadratic Hall voltage generator, temperature stability circuit, signal amplifier, Schmitt trigger and open-collector output on a single silicon chip. The on-board regulator permits operation with supply voltages of 4.5 to 24 volts. The switch output can sink up to 20 mA. With suitable output pull up, they can be used directly with bipolar or MOS logic circuits.

The four package styles available provide a magnetically optimized package for most applications. Suffix LT is a surface-mount SOT-89 (TO-243AA) package; suffixes LL, U, and UA feature wire leads for through-hole mounting.

Référence	Prix unitaire	Prix unitaire /100	Prix unitaire /1000
UGN3113	0,74 €	0,45 €	0,15 €

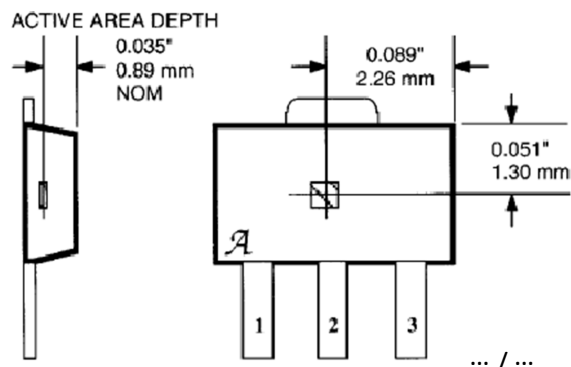
### ELECTRICAL CHARACTERISTICS at $T_A + 25^\circ\text{C}$ , $V_{CC} = 4.5\text{ V to }24\text{ V}$ (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Limits			Units
			Min.	Typ.	Max.	
Supply Voltage	$V_{CC}$	Operating	4.5	—	24	V
Output Saturation Voltage	$V_{OUT(SAT)}$	$I_{OUT} = 20\text{ mA}$ , $B > B_{OP}$	—	150	400	mV
Output Leakage Current	$I_{OFF}$	$V_{OUT} = 24\text{ V}$ , $B < B_{RP}$	—	<1.0	10	$\mu\text{A}$
Supply Current	$I_{CC}$	$V_{CC} = 4.5\text{ V}$ , Output Open	—	4.7	8.0	mA
Output Rise Time	$t_r$	$V_{CC} = 12\text{ V}$ , $R_L = 820\ \Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$	—	0.04	2.0	$\mu\text{s}$
Output Fall Time	$t_f$	$V_{CC} = 12\text{ V}$ , $R_L = 820\ \Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$	—	0.18	2.0	$\mu\text{s}$



### SENSOR LOCATIONS ( $\pm 0.005''$ [0.13mm] die placement)

#### SUFFIX "LL" AND "LT"



# GP1A50HR/GP1A51HR GP1A52HR/GP1A53HR

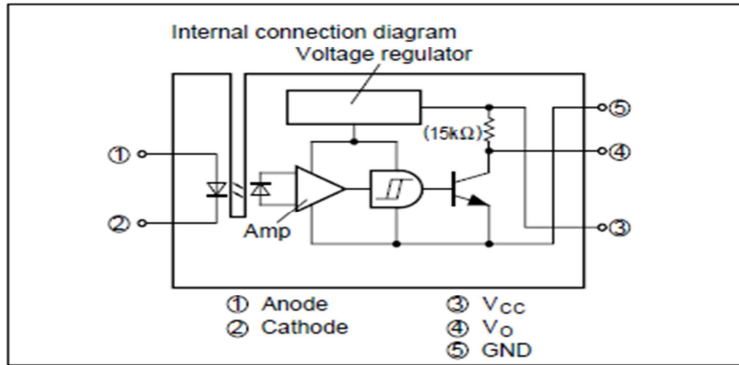
## OPIC Photointerrupter

■ Features

1. High sensing accuracy (Slit width : 0.5mm)
2. LSTTL and TTL compatible output

■ Applications

1. OA equipment, such as printers, facsimiles, etc.



Référence	Prix unitaire	Prix unitaire /100	Prix unitaire /1000
GP1A52HR	2,31 €	1,40 €	0,46 €

■ Absolute Maximum Ratings

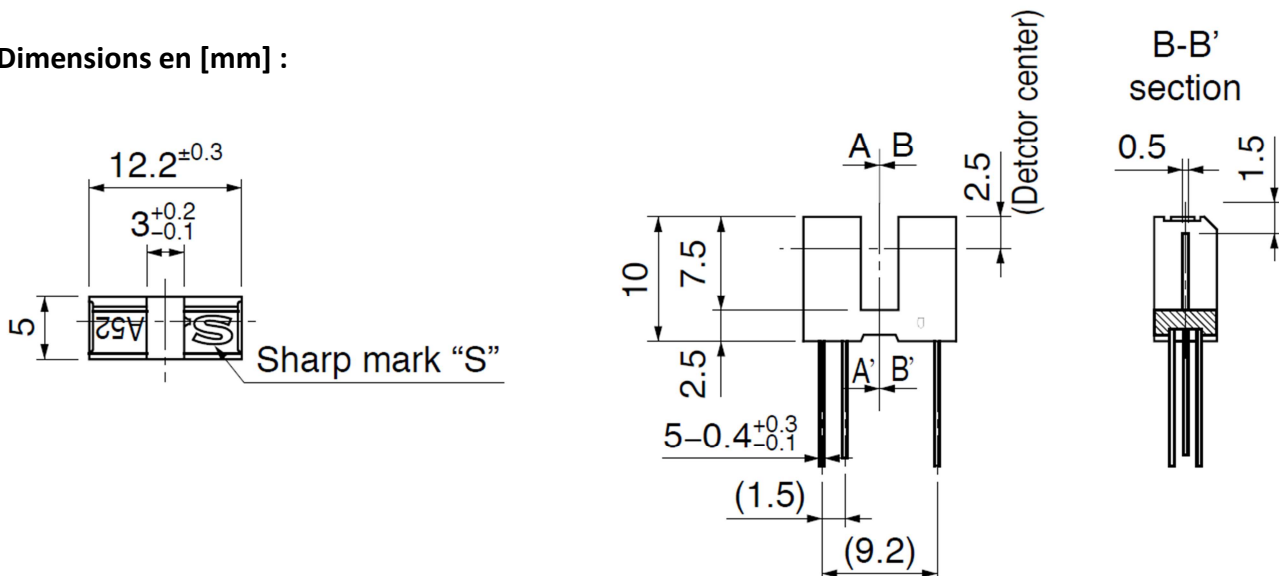
(Ta= 25°C)

Parameter	Symbol	Rating	Unit	
Input	Forward current	I <sub>F</sub>	50	mA
	*1 Peak forward current	I <sub>FM</sub>	1	A
	Reverse voltage	V <sub>R</sub>	6	V
	Power dissipation	P	75	mW
Output	Supply voltage	V <sub>CC</sub>	- 0.5 to + 17	V
	Output current	I <sub>O</sub>	50	mA
	Power dissipation	P <sub>O</sub>	250	mW
Operating temperature	T <sub>opr</sub>	- 25 to + 85	°C	
Storage temperature	T <sub>stg</sub>	- 40 to + 100	°C	
*2 Soldering temperature	T <sub>sol</sub>	260	°C	

\*1 Pulse width <= 100 μs, Duty ratio = 0.01

\*2 For 5 seconds

Dimensions en [mm] :



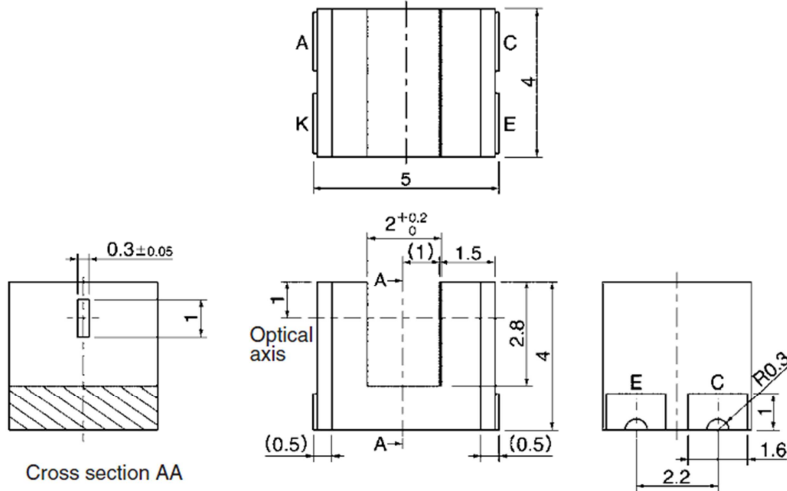
... / ...

**Photomicrosensor (Transmissive)**  
**EE-SX1108**

**Dimensions**

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

Référence	Prix unitaire	Prix unitaire /100	Prix unitaire /1000
EE-SX1108	1,54 €	0,90 €	0,31 €



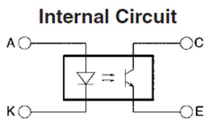
**Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)**

Item	Symbol	Rated value
Emitter	Forward current	$I_F$ 25 mA (see note 1)
	Pulse forward current	$I_{FP}$ 100 mA (see note 2)
	Reverse voltage	$V_R$ 5 V
Detector	Collector–Emitter voltage	$V_{CE0}$ 20 V
	Emitter–Collector voltage	$V_{ECO}$ 5 V
	Collector current	$I_C$ 20 mA
	Collector dissipation	$P_C$ 75 mW (see note 1)
Ambient temperature	Operating	$T_{opr}$ -30°C to 85°C
	Storage	$T_{stg}$ -40°C to 90°C
	Reflow soldering	$T_{sol}$ 255°C (see note 3)
	Manual soldering	$T_{sol}$ 350°C (see note 3)

Note: 1. Refer to the temperature rating chart if the ambient temperature exceeds 25°C.  
2. Duty: 1/100; Pulse width: 0.1 ms

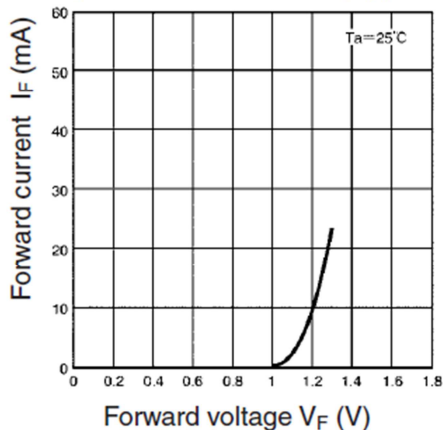
**Electrical and Optical Characteristics (Ta = 25°C)**

Item	Symbol	Value	Condition
Emitter	Forward voltage	$V_F$ 1.1 V typ., 1.3 V max.	$I_F = 5$ mA
	Reverse current	$I_R$ 10 $\mu$ A max.	$V_R = 5$ V
	Peak emission wavelength	$\lambda_p$ 940 nm typ.	$I_F = 20$ mA
Detector	Light current	$I_L$ 50 $\mu$ A min., 150 $\mu$ A typ., 500 $\mu$ A max.	$I_F = 5$ mA, $V_{CE} = 5$ V
	Dark current	$I_D$ 100 nA max.	$V_{CE} = 10$ V, 0 lx
	Leakage current	$I_{LEAK}$ ---	---
	Collector–Emitter saturated voltage	$V_{CE(sat)}$ 0.1 V typ., 0.4 V max.	$I_F = 20$ mA, $I_L = 50$ $\mu$ A
	Peak spectral sensitivity wavelength	$\lambda_p$ 900 nm typ.	---
Rising time	$t_r$	10 $\mu$ s typ.	$V_{CC} = 5$ V, $R_L = 1$ k $\Omega$ , $I_L = 100$ $\mu$ A
Falling time	$t_f$	10 $\mu$ s typ.	$V_{CC} = 5$ V, $R_L = 1$ k $\Omega$ , $I_L = 100$ $\mu$ A

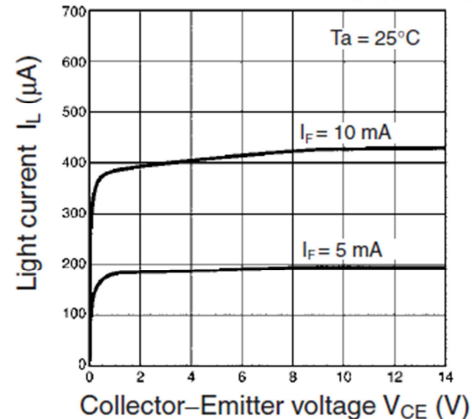


Terminal No.	Name
A	Anode
K	Cathode
C	Collector
E	Emitter

**Forward Current vs. Forward Voltage Characteristics (Typical)**



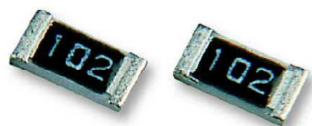
**Light Current vs. Collector–Emitter Voltage Characteristics (Typical)**



DT15 DOCUMENTATION SUR LES RÉSISTANCES CMS

**MC 1% Series**

**Thick Film Chip Resistors**



**Features:**

- Small size and light weight.
- Suitable for both flow and re-flow soldering.
- Reduction of assembly costs and matching with placement machines.

**Specification Table**

Series	Power Rating at 70°C (W)	Maximum Working Voltage (V)	Maximum Overload Voltage (V)	Operating Temperature (°C)	Tolerance (%)	Resistance Range	Standard Series
MC 0603	1/16	1A	2A	-55 - +125	Jumper	<50mΩ	E96 E24 E24
		50	100		±1 ±2 ±5	10Ω - 1MΩ 1Ω - 10MΩ 1Ω - 10MΩ	
MC 0805	1/10	2A	4A	-55 - +125	Jumper	<50mΩ	E96 E24 E24
		150	300		±1 ±2 ±5	10Ω - 1MΩ 1Ω - 10MΩ 1Ω - 10MΩ	
MC 1206	1/8	2A	4A	-55 - +125	Jumper	<50mΩ	E96 E24 E24
		200	400		±1 ±2 ±5	10Ω - 1MΩ 1Ω - 10MΩ 1Ω - 10MΩ	

**Multiplier Code (for 0603 1% Marking)**

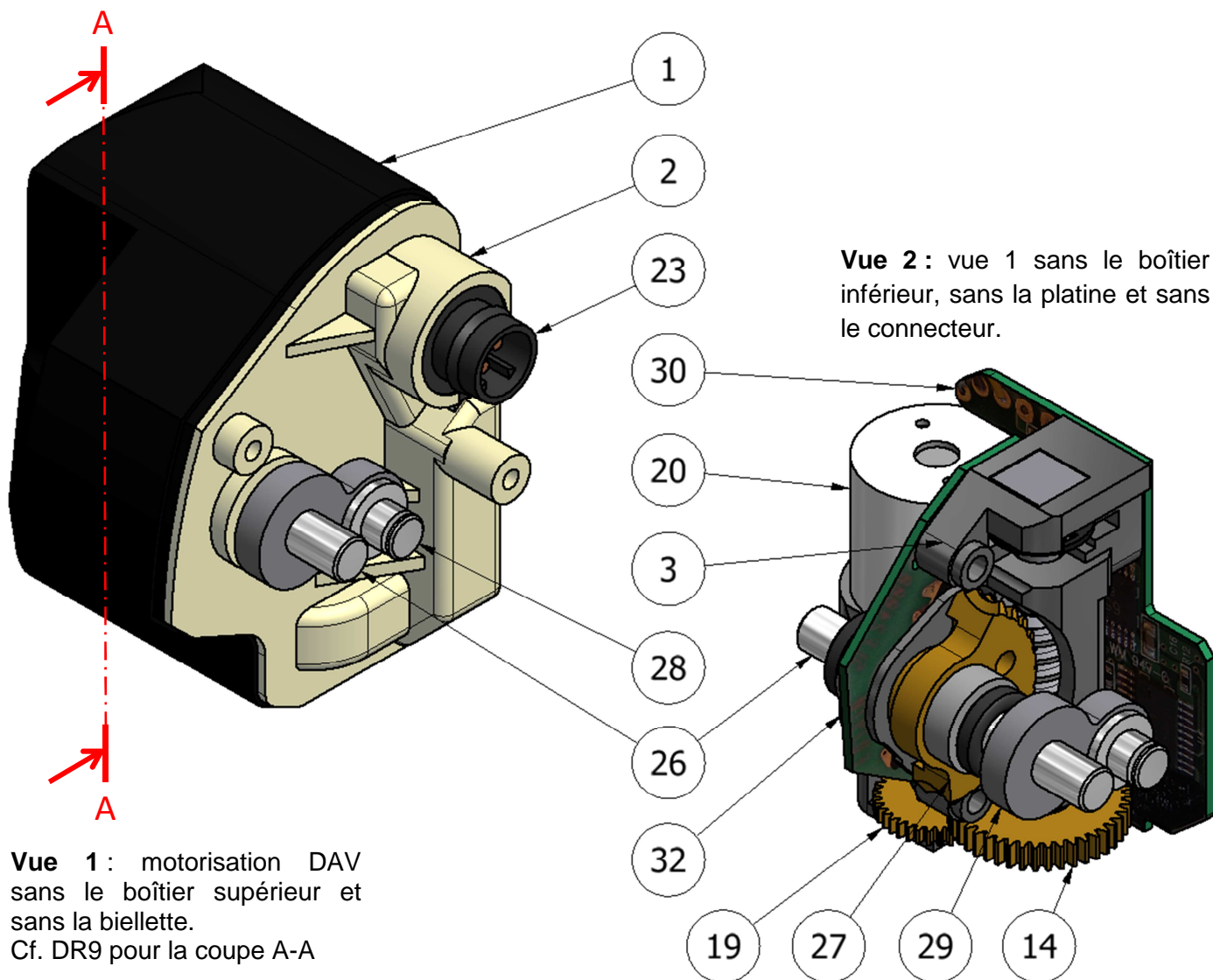
Code	A	B	C	D	E	F	G	H	X	Y	Z
Multiplier	10 <sup>0</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>

**Standard E-96 Series Resistance Value Code (for 0603 1% Marking)**

Value	Code	Value	Code	Value	Code	Value	Code	Value	Code
100	01	162	21	261	41	422	61	681	81
102	02	165	22	267	42	432	62	698	82
105	03	169	23	274	43	442	63	715	83
107	04	174	24	280	44	453	64	732	84
110	05	178	25	287	45	464	65	750	85
113	06	182	26	294	46	475	66	768	86
115	07	187	27	301	47	487	67	787	87
118	08	191	28	309	48	499	68	806	88
121	09	196	29	316	49	511	69	825	89
124	10	200	30	324	50	523	70	845	90
127	11	205	31	332	51	536	71	866	91
130	12	210	32	340	52	549	72	887	92
133	13	215	33	348	53	562	73	909	93
137	14	221	34	357	54	576	74	931	94
140	15	226	35	365	55	590	75	953	95
143	16	232	36	374	56	604	76	976	96
147	17	237	37	383	57	619	77	-	-
150	18	243	38	392	58	634	78	-	-
154	19	249	39	402	59	649	79	-	-
158	20	255	40	412	60	665	80	-	-



**DT16 MAQUETTE PARTIELLE DE LA MOTORISATION DAV**



**Vue 1 :** motorisation DAV sans le boîtier supérieur et sans la bielle.  
Cf. DR9 pour la coupe A-A

**Vue 2 :** vue 1 sans le boîtier inférieur, sans la platine et sans le connecteur.

32	1	PCB capteur angulaire absolu	
30	1	PCB_DAV	
29	1	Manivelle	Encastrée sur (26)
28	1	Maneton	Encastré sur (29)
27	1	Secteur de roue de vis sans fin	Encastrée sur (26)
26	1	Arbre de sortie	
23	1	Connecteur étanche	
20	1	Moteur DC	
19	1	Roue	
14	1	Roue intermédiaire	
3	1	Cage du motoréducteur	
2	1	Platine	
1	1	Boîtier inférieur	
Rep	Nbre	Désignation	Observation
Nomenclature partielle et provisoire			

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
**CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN  
 MICROTECHNIQUES**

SESSION 2014

ÉPREUVE E4 :  
 CONCEPTION PRÉLIMINAIRE  
 D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

**DÉRAILLEUR ÉLECTRIQUE**

<b>DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ</b>
--------------------------------

Ce dossier comporte 14 activités réparties sur 9 pages.

Avant de le lire, il est conseillé de prendre connaissance du dossier technique.

Activité 1 : Calcul de la puissance utile du motoréducteur du DAV	Page 1
Activité 2 : Étude préliminaire de la biellette du DAV	Page 1
Activité 3 : Choix d'un moteur DC pour le DAV	Page 2
Activité 4 : Étude du réducteur de vitesse du DAV	Page 2
Activité 5 : Étude de l'évolution du courant moteur du DAV	Page 3
Activité 6 : Évaluation de l'autonomie de la batterie du système	Page 3
Activité 7 : Commande du moteur du DAV	Page 4
Activité 8 : Captage de la position absolue du DAV	Pages 4 et 5
Activité 9 : Étude de la détection rapide d'un blocage du DAV	Pages 5 et 6
Activité 10 : Détermination d'une roue à fentes	Page 6
Activité 11 : Câblage de l'opto-interrupteur	Page 6
Activité 12 : Détermination de la résistance R1	Page 7
Activité 13 : Étude de la solution pour arrêter le moteur du DAV	Page 7
Activité 14 : Étude du guidage en rotation du mobile vis sans fin	Pages 8 et 9

<b>FT113 - Activité 1 : Calcul de la puissance utile du motoréducteur du DAV (cf. DT5)</b>
--

**Données :**

- Les résultats expérimentaux ont permis de déterminer, dans la position représentée sur DT5, l'effort nécessaire à exercer sur le levier de renvoi [EBA] en E par l'intermédiaire de la biellette [EF]. Il est modélisé par un glisseur tel que  $\|\vec{R}_{biellette \rightarrow levier}\| = 27 \text{ N}$ .
- Le changement de plateau doit s'effectuer en 0,35 s maximum.
- Les liaisons sont supposées parfaites.
- Le poids des pièces est négligeable devant les autres actions mécaniques.
- Le mouvement de rotation d'axe  $(G, \vec{z})$  de la manivelle / boîtier est supposé uniforme.

*Question 1.1 :* Montrer que  $\|\vec{R}_{biellette \rightarrow levier}\| = \|\vec{R}_{biellette \rightarrow manivelle}\|$

*Question 1.2 :* Déterminer, par la méthode de votre choix, le couple nécessaire  $C_s$  en sortie du réducteur.

*Question 1.3 :* Déterminer la vitesse angulaire  $\omega_{manivelle / boîtier} = \omega_s$

*Question 1.4 :* En déduire la puissance nécessaire  $P_s$  en sortie du réducteur

*Répondre sur feuille de copie*

<b>FT113 - Activité 2 : Étude préliminaire de la biellette du DAV (cf. DT5, DT16 et DR1)</b>
--

**Données :**

- Les formes existantes imposées du mécanisme à fourchette DURA ACE et les contraintes d'encombrement très restrictives entraînent une interférence de la biellette [EF] avec les formes du guidage en rotation d'axe  $(C, \vec{z})$  du levier [CD].
- La section minimale de la biellette est fixée à 2x2 mm.
- La forme non rectiligne de la biellette et sa faible section engendrent des contraintes dans la matière qui atteignent localement 130 MPa.
- Les manetons en F et E sont des pièces rapportées en acier traité (résistance à l'usure, à la corrosion et meilleur facteur de frottement  $\mu$ ).
- 3 types de matériaux sont proposés pour la biellette (on notera que  $\sigma_{pe} = R_{pe}$ ) :
  - Acier ( $\sigma_{pe} = 400 \text{ MPa}$ ,  $\mu_{acier/acier} = 0,15$ ),
  - Alliage d'aluminium ( $\sigma_{pe} = 200 \text{ MPa}$ ,  $\mu_{acier/alu} = 0,25$ ),
  - Plastique technique type PA-GF ( $\sigma_{pe} = 100 \text{ MPa}$ ,  $\mu_{acier/plastique} = 0,1$ ).

*Question 2.1 :* Tracer sur les 3 figures de **DR1**, le profil plan de la biellette [EF] en s'assurant qu'il n'y ait pas d'interférence avec les formes du guidage du levier [CD] matérialisé par le diamètre  $\varnothing 12$ . En déduire un profil fonctionnel de la biellette pour les 3 positions.

*Question 2.2 :* Déterminer le meilleur matériau compatible en justifiant votre choix.

*Répondre sur DR1 et sur feuille de copie*

BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques		Session 2014
Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique	Code :	Page 1/9



<b>FT111- Activité 3 : Choix d'un moteur DC pour le DAV (cf. DT4, DT6 et DT9)</b>
---

**Données :**

- Pour la suite de l'étude, on prendra  $P_s = 0,95 \text{ W}$  et  $\omega_s = 5,1 \text{ rad/s}$
- Les gammes standard de motoréducteurs performants ne procurent aucune solution compatible avec le CdCf. Il faut concevoir un réducteur spécifique et trouver un moteur DC compatible.
- Le rendement d'un engrenage parallèle vaut 0,97, celui d'un engrenage roue et vis sans fin 0,7. Le rendement global de l'ensemble des liaisons pivots est estimé à 0,8.
- On choisira un point de fonctionnement moteur dans la zone du mode de fonctionnement continu (« continuous operation »).

*Question 3.1 :* Déterminer la puissance minimale du moteur.

*Question 3.2 :* Déterminer d'après le CdCf, le DT9 et le résultat précédent la référence d'un moteur DC compatible. Justifier votre choix.

*Question 3.3 :* On donne sur **DR2**, le graphe de fonctionnement du moteur retenu. Repasser la courbe de vitesse dans la zone de fonctionnement souhaitée.

*Question 3.4 :* À l'aide du **DR2** et sur feuille de copie, montrez que le point de la zone de fonctionnement souhaitée où le moteur fournit le couple le plus élevé est un point de fonctionnement capable de satisfaire les exigences imposées ( $P_s$  et  $\omega_s$ ). On prendra, pour cette question, le rendement du réducteur  $\eta_{\text{réducteur}} = 0,53$ .

*Question 3.5 :* Pour le point de fonctionnement moteur étudié à la question précédente, déterminer le rapport de transmission théorique du réducteur  $r_{\text{théo}}$ .

*Répondre sur **DR2** et sur feuille de copie*

<b>FT112 - Activité 4 : Étude du réducteur de vitesse du DAV (cf. DT4 et DT6)</b>
---

**Données :**

- Pour la suite de l'étude, on prendra un rapport de transmission global  $r = 1/245$ .
- Plusieurs architectures sont envisagées sur le DT6 pour le réducteur de vitesse.
- Le défaut de positionnement angulaire d'une transmission par roue et vis sans fin est généralement inférieur à celui généré par une transmission par engrenages parallèles.

*Question 4.1 :* Chaque solution de conception de réducteur intègre un étage roue et vis sans fin. Selon vous, à quelle fonction technique répond ce choix ?

*Question 4.2 :* Déterminer la solution qui répond le mieux aux exigences en complétant le tableau donné sur **DR2**.

*Répondre sur feuille de copie et sur **DR2***

**FT11 - Activité 5 : Étude de l'évolution du courant moteur du DAV (cf. DT8)**

Lorsque le cycliste agit sur les commandes de changement plateau, le boîtier principal UCC envoie un message de commande au boîtier UCL-DAV qui pilotera le moteur en tout ou rien.

**Données :**

- L'oscillogramme du courant moteur DAV (en valeur absolue) pendant un changement de plateau (cf. DT8)

*Question 5.1 :* Comment justifier le "pic" de courant pendant la phase 1 ?

*Question 5.2 :* Quelle est la grandeur physique qui provoque les variations d'intensité du courant moteur pendant les phases 2 et 3 en particulier ?

*Question 5.3 :* Évaluer graphiquement les durées et intensités du courant moteur pour chacune des phases 1, 2, 3 et 5 et compléter sur **DR3** le tableau TAB. 1.

*Répondre sur feuille de copie et sur DR3*

**FT111 Activité 6 : Évaluation de l'autonomie de la batterie du système**

La batterie alimente l'ensemble des 3 boîtiers incluant les moteurs des dérailleurs avant et arrière.

**Données :**

- Batterie : tension nominale  $6V \pm 10\%$  (capacité à évaluer)
- L'oscillogramme du courant moteur DAV (en valeur absolue) pendant un changement de plateau (cf. DT8)
- Changement de vitesse à l'arrière UCL-DAR : consommation d'électricité 2 fois plus faible

*Question 6.1 :* À partir de l'oscillogramme (DT8) les courants moyens ont été évalués :

Phase	1	2	3	5
$I_{\text{moy}}$	$\approx 0,7 \text{ A}$	$\approx 0,2 \text{ A}$	$\approx 0,75 \text{ A}$	$\approx 1,6 \text{ A}$

Décrire une méthode graphique permettant d'obtenir la valeur moyenne d'une grandeur sur un intervalle de temps donné.

*Question 6.2 :* En déduire la quantité globale d'électricité  $\Delta Q_1$  absorbée par le moteur avant associé au changement de plateau.

*Question 6.3 :* On envisage pour une journée : 10h de course, 200 changements de plateaux et 1500 changements de pignons arrières.

Pour simplifier on supposera que le moteur du changement de vitesse arrière consomme une énergie 2 fois plus faible que  $\Delta Q_1$  calculée précédemment.

Calculer la quantité totale d'électricité  $Q_{T2m}$  nécessaire aux 2 moteurs pendant une journée de course.

*Question 6.4 :* La consommation des autres composants pendant cette journée étant de 10 mAh, calculer la capacité totale  $Q_{\text{tot}}$  de la batterie pour 3 journées de course.

*Répondre sur feuille de copie*

BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques		Session 2014
Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique	Code :	Page 3/9

On souhaite développer une nouvelle version en vue d'un équipement plus accessible aux amateurs avec un moindre coût.

### FT11 Activité 7 : Commande du moteur du DAV

Le moteur à courant continu est commandé en tout ou rien : marche/ arrêt.

Pour tout matériel embarqué, il est indispensable de limiter la consommation électrique en dehors des instants de rotation. (Consommation du PIC16F818 négligeable).

#### Données :

- À partir des documents techniques DT11 et DT12.
- Seules les broches RA1, RA4, RA6 et RA7 du port A sont disponibles (cf. **DR4**).
- Moteur : tension nominale 6V, vitesse à vide 16800 tr / min,  $R = 3,8 \Omega$ .
- Tensions disponibles : 3,3V très précise et batterie 6V  $\pm 10\%$ .

*Question 7.1 :* Quel type de circuit figurant dans la documentation permet d'interfacer le moteur et le microcontrôleur ? Donner sa référence.

*Question 7.2 :* Pour le circuit sélectionné, quel est le moyen de minimiser sa consommation propre en absence de rotation du moteur ?

*Question 7.3 :* Compléter, sur **DR4** cadre 1, le schéma électrique de l'interface moteur.

*Question 7.4 :* Pour les différents modes de fonctionnement figurant dans le tableau TAB. 2, préciser les valeurs binaires des signaux RA1, RA4, RA6 et RA7 en complétant le TAB. 2 **DR4**.

*Répondre sur feuille de copie et sur **DR4***

### FT131 Activité 8 : Captage de la position absolue du DAV :

La mesure de la position absolue du dérailleur avant est nommée « PAV ». Elle est assurée à l'aide du capteur résistif (potentiomètre « P »). Sa forme courbe possède une piste conductrice homogène représentée sur la figure Fig. 2 du **DR4**. Le curseur métallique fixé sur l'arbre de sortie du motoréducteur du dérailleur glisse en frottant au centre de cette piste.

#### Données :

- Extrait de la documentation du PIC16F818 sur DT11.
- Résistance totale de « P » est égale à 5 k $\Omega$  (entre les 2 extrémités).
- Seules les broches RA0 du port A et RB2 du port B sont disponibles pour cette question.
- Tensions disponibles :
  - a) 3,3V considérée très précise.
  - b) tension batterie 6V  $\pm 10\%$

*Question 8.1 :* Quelle doit être la nature du signal issu de ce potentiomètre : analogique ou numérique ?

**Question 8.2 :** Quelle broche choisir parmi RA0 du port A ou RB2 du port B afin de connecter la sortie de ce potentiomètre ? Justifier votre réponse.

**Question 8.3 :** Compléter, sur **DR4** cadre 2, le schéma électrique permettant de mesurer la position absolue du dérailleur avant. La précision de mesure impose qu'il soit alimenté par la tension continue la plus précise des deux.

**Question 8.4 :** Exprimer et calculer la valeur de tension sur le curseur du potentiomètre si celui-ci est placé à la moitié de la piste.

Répondre sur feuille de copie et sur **DR4**

### FT151 – Activité 9 : Étude de la détection rapide d'un blocage du DAV :

#### Données :

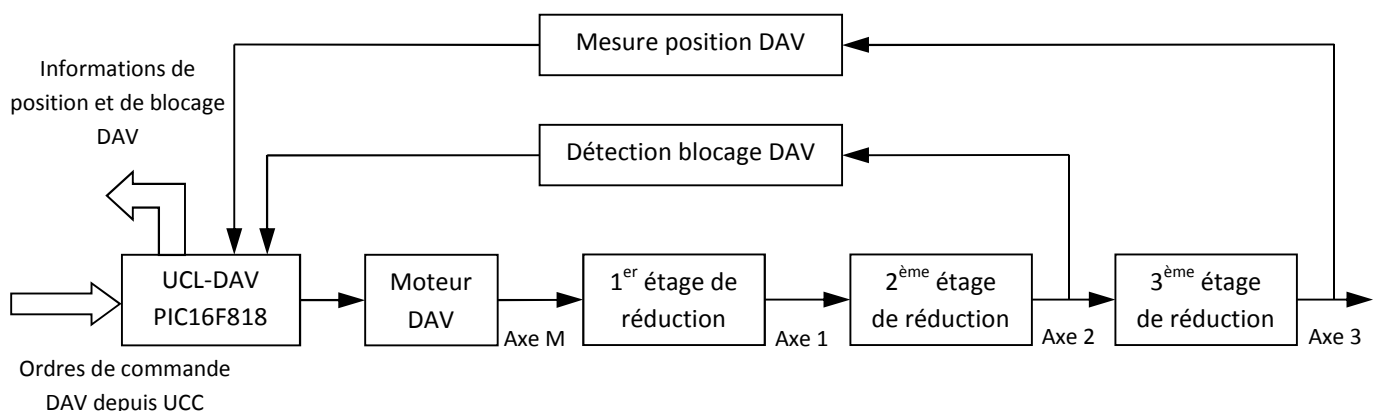
- Lorsque le moteur est commandé, celui-ci peut, en cas de blocage mécanique du dérailleur, se retrouver alimenté en permanence sans pouvoir atteindre sa position normale d'arrêt requise par l'utilisateur.

**Question 9.1 :** Quels inconvénients majeurs pour l'ensemble du dérailleur présente ce cas de dysfonctionnement ?

**Question 9.2 :** Proposer 2 solutions électriques et/ou logicielles pour détecter un éventuel blocage en rotation du moteur et assurer ainsi la coupure de son alimentation.

Répondre sur feuille de copie

- Comme solution retenue, on installe en sortie du 2<sup>ème</sup> étage de réduction de l'ensemble motoréducteur, une roue associée à un capteur susceptible de générer un signal périodique lors de la rotation. En cas de blocage mécanique du dérailleur, aucun signal périodique n'est généré par le capteur et l'unité de contrôle locale de commande du dérailleur avant (UCL) en informe l'unité de contrôle centrale (UCC).



**Question 9.3 :** Pour chacun des 4 capteurs proposés en DT14 pouvant assurer cette fonction de détection de blocage, représenter à main levée *sur DR5* leur implantation sur circuit imprimé double face ainsi que les aménagements nécessaires à pratiquer sur leur roue de détection correspondante.

**Question 9.4 :** Évaluer les avantages et inconvénients de chacune des 4 solutions proposées.

*Répondre sur DR5*

### FT151 – Activité 10 : Détermination d'une roue à fentes

#### Données :

- La solution retenue par le fabricant du dérailleur est un opto-interrupteur à fourche équipé d'une roue à fentes
- Le sous-programme de contrôle de la rotation du moteur est exécuté par le microcontrôleur de commande du DAV dans un temps de scrutation maximum  $t_s = 4,5$  ms
- Les rapports de transmission des 2 premiers étages de l'ensemble motoréducteur sont respectivement  $r_1 = \frac{1}{3,36}$  et  $r_2 = \frac{1}{4,3}$
- La vitesse de rotation maximum du moteur en charge est  $N = 13600$  tr/min

**Question 10.1 :** Quelle est la vitesse maximale  $N_{2max}$  de la roue à fentes en sortie de l'axe 2 ?

**Question 10.2 :** Sachant qu'il y a  $n$  fentes sur la roue, exprimer la fréquence  $f_{Pmax}$  du signal généré par l'opto-interrupteur. En déduire l'expression de sa période  $T_{Pmin}$ .

**Question 10.3 :** L'espacement entre chaque fente étant égal à la largeur d'une fente, quelle est la condition sur  $T_{Pmin}$  par rapport à  $t_s$  pour qu'une période puisse être prise en compte par le microcontrôleur ?

**Question 10.4 :** En déduire l'expression littérale du nombre de fentes  $n$  et calculer sa valeur pour que la condition demandée à la question 10.3 puisse être respectée.

*Répondre sur feuille de copie*

### FT151 – Activité 11 : Câblage de l'opto-interrupteur

#### Données :

- L'opto-interrupteur retenu est un opto-interrupteur à fourche de référence : OMRON **EE-SX1108** (cf. DT14)

**Question 11.1 :** Sur le document réponse **DR6**, compléter le schéma de câblage de cet opto-interrupteur pour qu'un niveau haut du signal transmis soit pris en compte aux bornes de la résistance  $R_2$  sur la broche  $RB0$  du microcontrôleur lorsqu'une fente est détectée.

<b>FT151 – Activité 12 : Détermination de la résistance R1</b>
--

**Données :**

- Documentation DT14 sur l'opto-interrupteur retenu OMRON **EE-SX1108**
- Schéma de câblage partiel sur **DR6**
- Documentation DT15 sur les résistances CMS.

*Question 12.1 :* Donner l'expression littérale du courant  $I_F$  dans le cas où RB5 est au niveau haut.

*Question 12.2 :* À partir de la relation précédente, déduire l'expression littérale de R1.

*Question 12.3 :* Donner la valeur de la tension directe  $V_F$  aux bornes de la diode émettrice correspondant à un courant  $I_F$  de 10 mA.

*Question 12.4 :* Calculer dans ces conditions la valeur de R1 et choisir sa valeur normalisée dans la série E96.

*Question 12.5 :* Donner l'expression littérale de la puissance électrique dissipée dans cette résistance et en calculer la valeur.

*Question 12.6 :* Proposer, en justifiant votre choix, le format de boîtier CMS le plus judicieux pouvant convenir à la résistance R1.

*Répondre sur feuille de copie*

<b>FT152 – Activité 13 : Étude de la solution pour arrêter rapidement le moteur</b>
---

**Données :**

- À partir du dossier technique du dérailleur DT1 à DT8 et du document-réponse **DR7** qui propose une stratégie de fonctionnement du dérailleur avant (DAV).

*Question 13.1 :* Compléter l'organigramme du sous-programme de détection de blocage du moteur de manière à obtenir son arrêt en cas d'une absence de changement d'état de l'opto-interrupteur au bout de 30 ms.

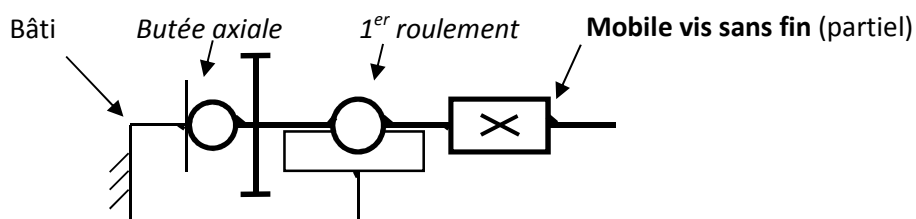
*Répondre sur **DR7***

*Question 13.2 :* Pour quelle raison la détection d'un éventuel blocage ne se fait-elle qu'au bout de 30 ms ?

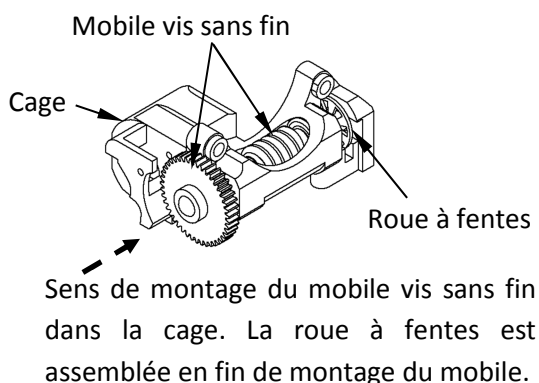
*Répondre sur feuille de copie*

**FT112 - Activité 14 : Étude du guidage en rotation du mobile vis sans fin / bâti**
**Données :**

- Vous travaillerez à partir de la documentation DT6, DT10 et DT16 et du document-réponse **DR8**. La solution 3 du DT6 est retenue pour l'architecture du réducteur.
- On envisage un guidage du mobile vis sans fin utilisant 2 roulements à billes miniatures.
- Une étude mécanique préalable a permis de définir le torseur d'actions mécaniques à transmettre par le mobile vis sans fin. Il en résulte que son guidage en rotation devra supporter une charge axiale de 7 daN et une charge radiale de 12 daN.
- Une étude de résistance a permis de définir le diamètre minimal d'arbre  $\varnothing d_{\text{mini}} = 2,4 \text{ mm}$  pour un mobile vis sans fin en acier performant (42 Cr Mo 4 avec  $\sigma_{pe \text{ min}} = 850 \text{ MPa}$ ).
- Les efforts axiaux bidirectionnels (car 2 sens de rotation) exercés sur le mobile vis sans fin sont trop élevés pour des roulements à billes miniatures. Ils seront repris par une solution simple, minimisant les frottements et d'un encombrement réduit.
- Dans ce cas, la charge dynamique équivalente supportée par chaque roulement notée  $P$  est égale à la charge radiale supportée par chaque roulement notée  $F_r$ . La condition de bon fonctionnement du roulement s'écrit alors  $P \leq C_{\text{DYN}}$ . (cf. DT 10)
- On considère que les 2 roulements supportent équitablement les efforts radiaux du guidage en rotation.
- Les roulements en cotes anglaises ont les mêmes performances que ceux en cotes métriques pour des dimensions similaires.
- On applique un facteur de sécurité égal à 2 sur le calcul des charges radiales supportées par les 2 roulements.
- Le jeu axial  $j \geq 0$  du guidage ne doit pas perturber la précision du dérailleur mais doit permettre le montage du sous-ensemble motorisation DAV dans le boîtier inférieur.
- On donne le schéma structural partiel du guidage en rotation ci-dessous :

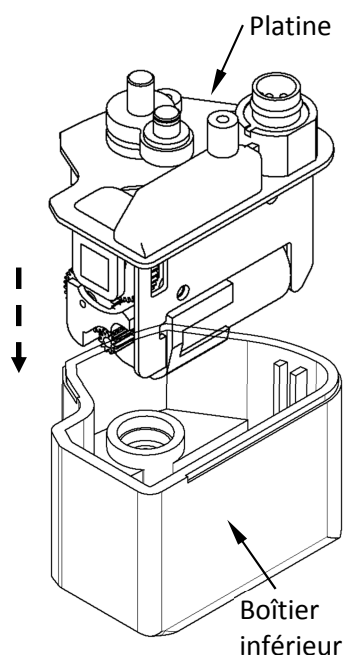


- Informations complémentaires sur la stratégie de conception :



Sens de montage du sous-ensemble motorisation DAV dans le boîtier inférieur.

Le « bâti » se compose des pièces cage, platine, et boîtier inférieur assemblés.



BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques		Session 2014
Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique	Code :	Page 8/9

**Question 14.1 :** Compléter à main levée sur **DR8** le schéma structurel du guidage en rotation du mobile vis sans fin / bâti et placer le jeu axial j.

**Question 14.2 :** Déterminer la charge dynamique équivalente P supportée par chaque roulement.

**Question 14.3 :** Déterminer les références de 2 roulements à billes qui peuvent satisfaire aux exigences citées précédemment.

Vous tiendrez compte des contraintes de lubrification et d'entretien en choisissant des roulements protégés par 2 flasques.

Vous privilégiez le minimum d'encombrement.

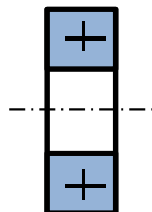
Remarque : les 2 roulements ne sont pas nécessairement identiques.

Justifier vos choix.

**Question 14.4 :** Représenter à main levée, sur la vue plane en coupe A-A du **DR8**, une solution constructive réalisant le guidage en rotation du mobile vis sans fin par rapport au « bâti » utilisant 2 roulements et 2 butées axiales.

Indiquer la désignation des roulements utilisés.

Utiliser la représentation simplifiée des roulements à billes ci-dessous :



**Question 14.5 :** Préciser sur **DR8** les ajustements entre :

- la vis sans fin arbrée et la roue dentée intermédiaire ;
- la vis sans fin arbrée et la roue à fentes.

*Répondre sur **DR8** et sur feuille de copie*



BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
**CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN  
MICROTECHNIQUES**

SESSION 2014

ÉPREUVE E4 :  
CONCEPTION PRÉLIMINAIRE  
D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

**DÉRAILLEUR ÉLECTRIQUE**

<b>DOSSIER DOCUMENTS-RÉPONSE</b>
----------------------------------

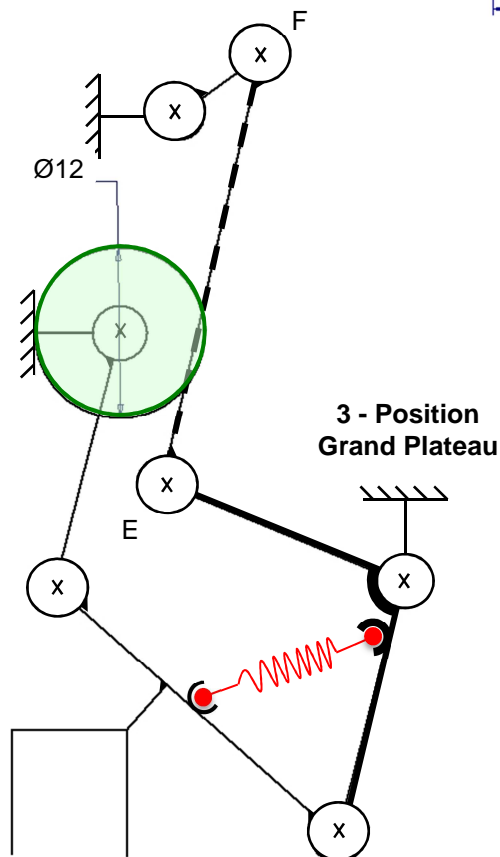
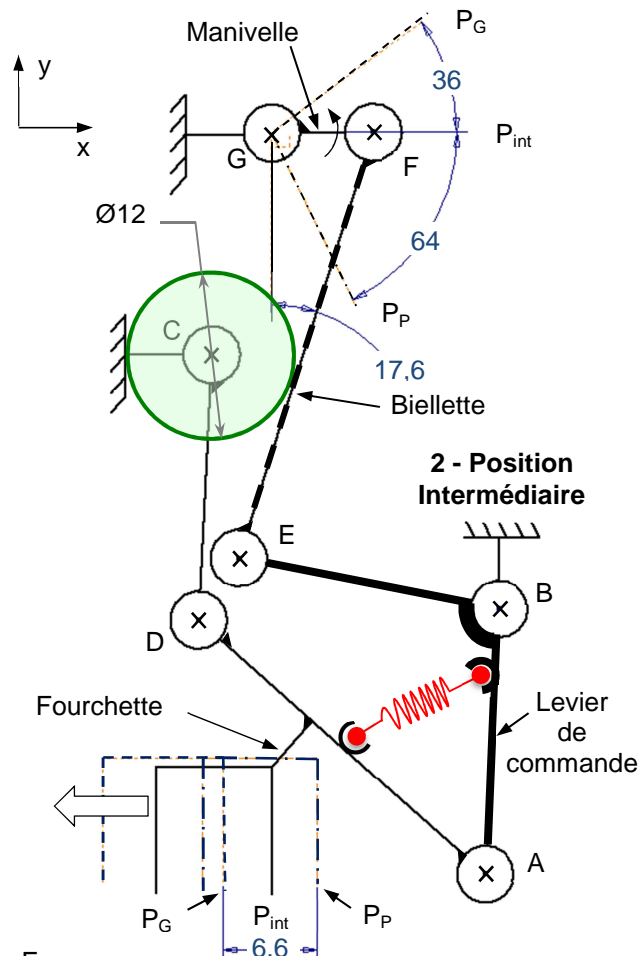
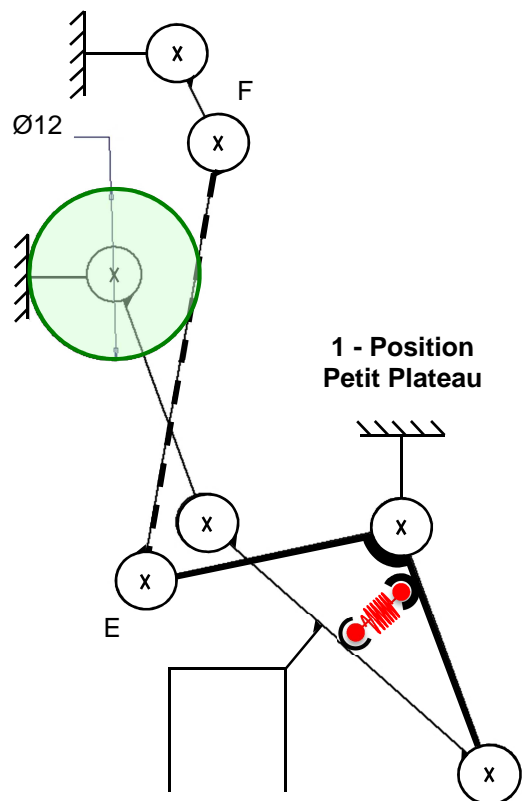
Ce dossier comporte 8 documents-réponse repérés DR1 à DR9.

- DR1 Profil de la biellette
- DR2 Étude du moteur et du réducteur du DAV
- DR3 Intensité moteur DAV
- DR4 Commande moteur et position DAV
- DR5 Choix des capteurs de détection de blocage
- DR6 Câblage de l'opto-interrupteur
- DR7 Sous-programme de détection de blocage du moteur DAV
- DR8 Étude du guidage en rotation du mobile vis sans fin / bâti

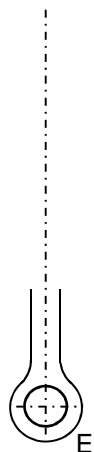
<b>BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques</b>	<b>Code :</b>	<b>Session 2014</b>	<b>DR</b>
<b>ÉPREUVE E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique</b>	<b>Durée : 4h</b>	<b>Coefficient : 2</b>	<b>Page 0/8</b>

DR1

Question 2.1



Profil retenu pour la biellette :

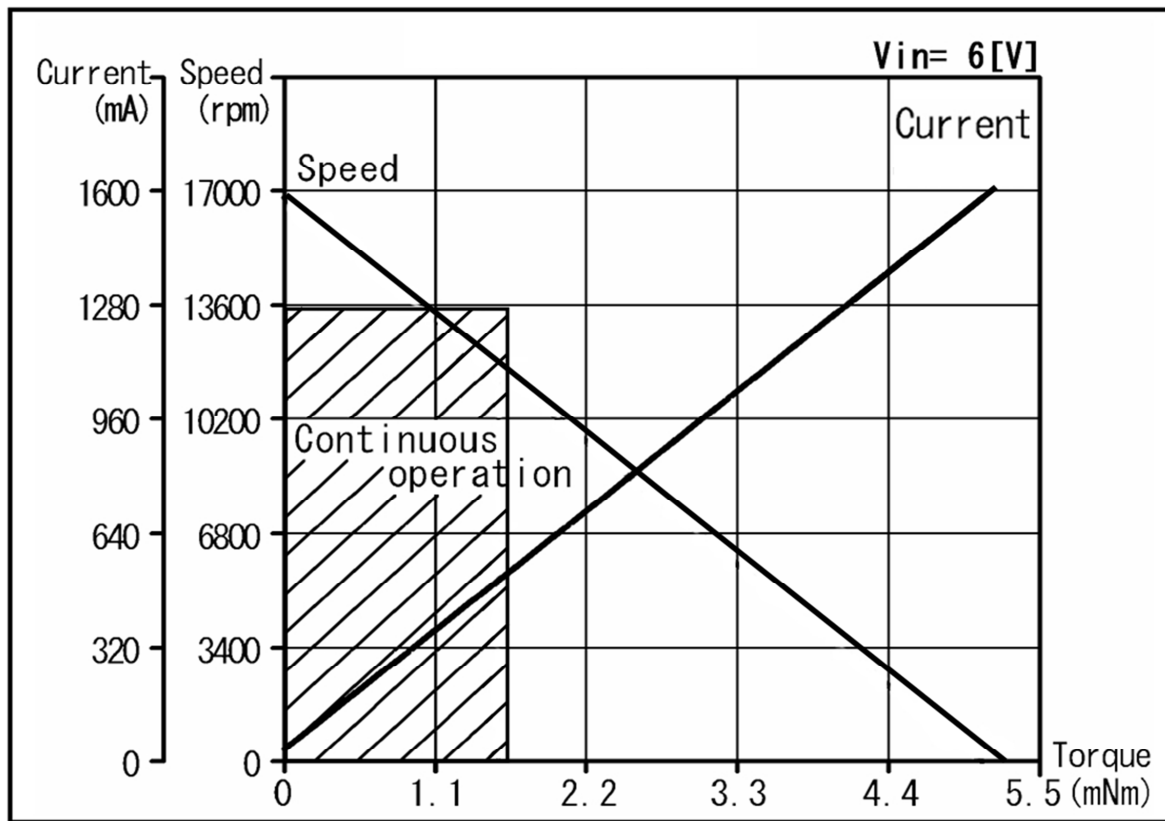


Échelle :  
 EF = 31,1 mm  
 FG = 7,1 mm  
 10 mm

BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques	Code :	Session 2014	DR1
ÉPREUVE E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique	Durée : 4h	Coefficient : 2	Page 1/8

## DR2

Questions 3.3 et 3.4 :



Question 4.2 :

Critères d'analyse comparative	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Encombrement* global du réducteur			
Précision angulaire en sortie de réducteur			
Résistance des dentures et protection du réducteur contre les surcharges extérieures			
<b>Résultats de l'analyse (nbre de +)</b>			

Codification de l'analyse :

Peu adapté	0
Convenable	+
Favorable	++

Solution à retenir : .....

\* les figures du DT6 ne reflètent pas l'encombrement réel des architectures

## DR3

## Question 5.3 :

Fig. 1 Valeur absolue de l'intensité du moteur DAV : (changement de plateau)

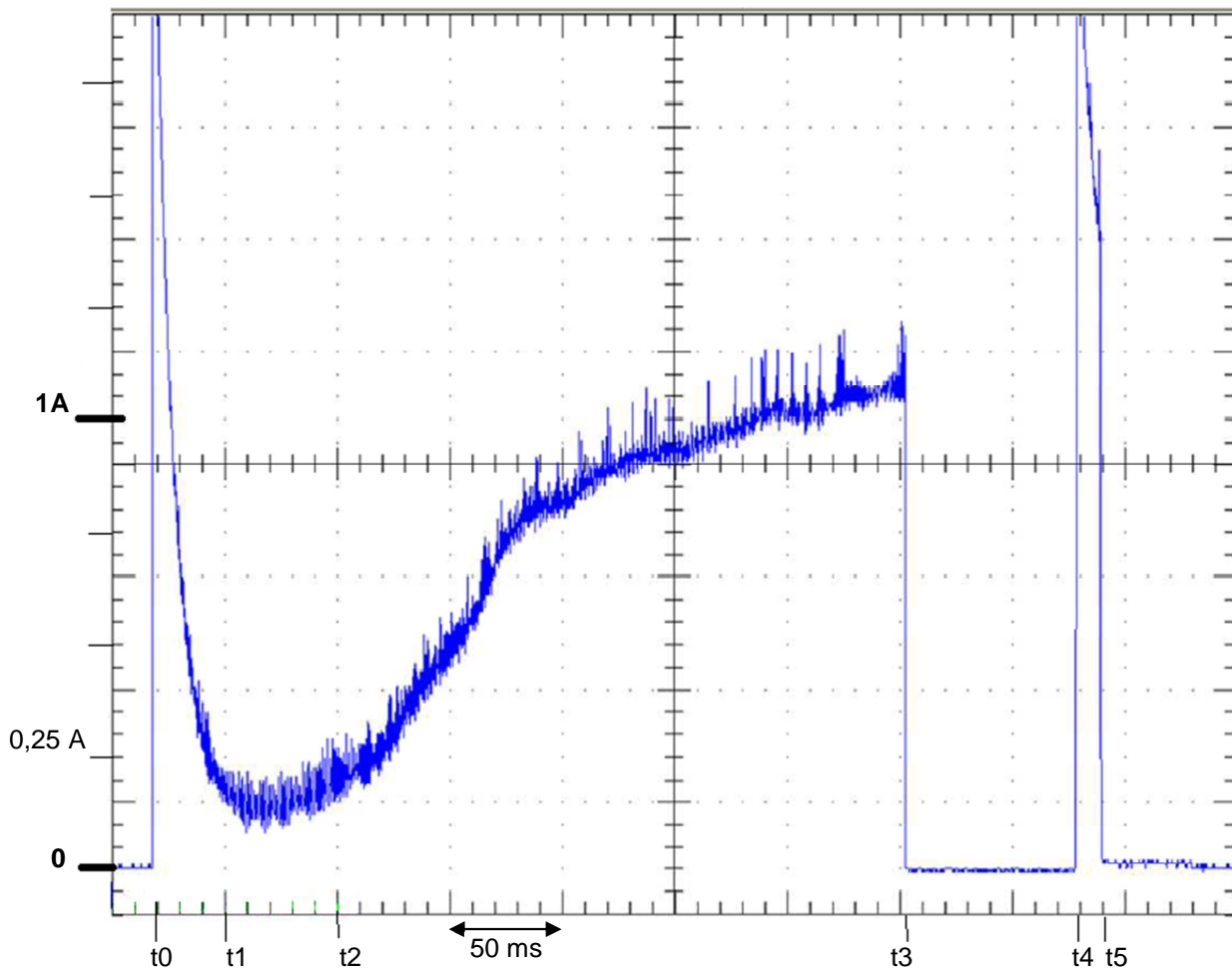


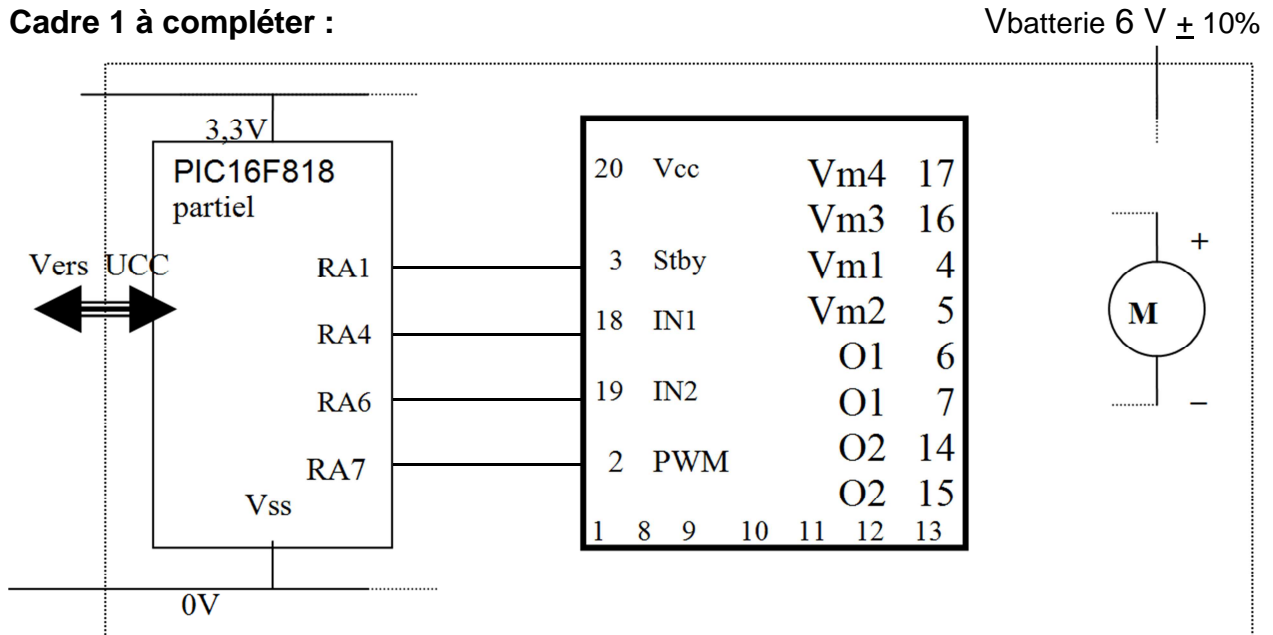
Tableau TAB. 1 à compléter :

		Phase 1 (t1-t0)	Phase 2 (t2-t1)	Phase 3 (t3-t2)	Phase 5 (t5-t4)
1	Durée (ms)	.....	.....	.....	.....
2	I moteur (A)	Mini : .....	.....	Mini : .....	Mini : .....
		Maxi : .....		Maxi : .....	Maxi : .....

**DR4**

**Question 7.3 :**

**Cadre 1 à compléter :**



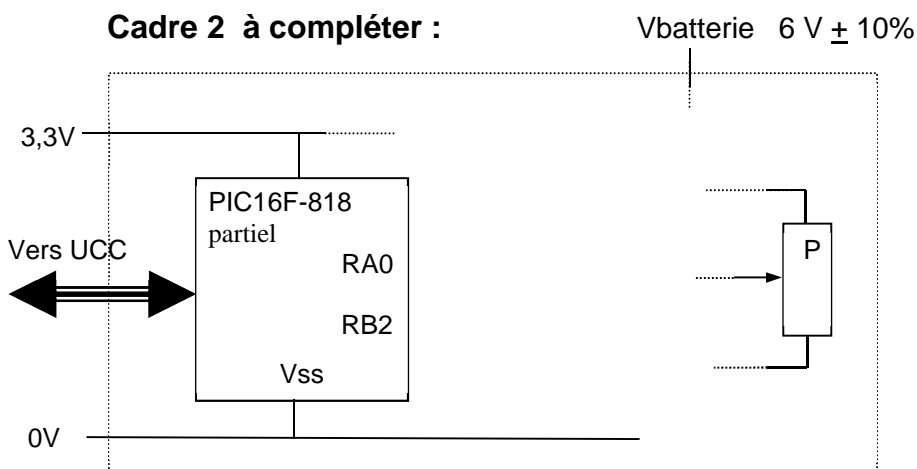
**Question 7.4 :**

**Tableau TAB. 2 à compléter :**

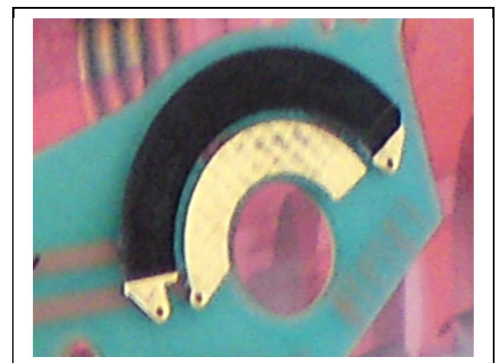
Port A/ bit n	RA7	RA6	5	RA4	3	2	RA1	0
Sens horaire (CW)								
Sens anti- horaire (CCW)								
repos & économie								

**Question 8.3 :**

**Cadre 2 à compléter :**



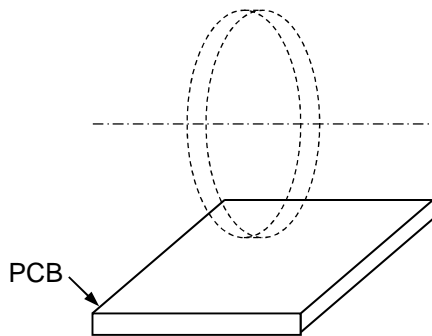
**Fig. 2 capteur de position « P »**



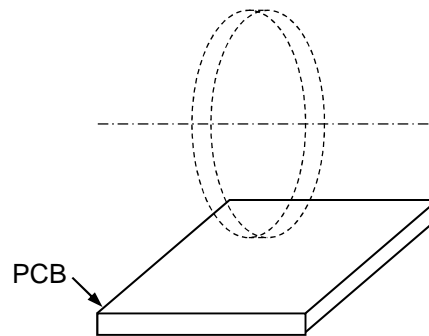
## DR5

## Question 9.3 :

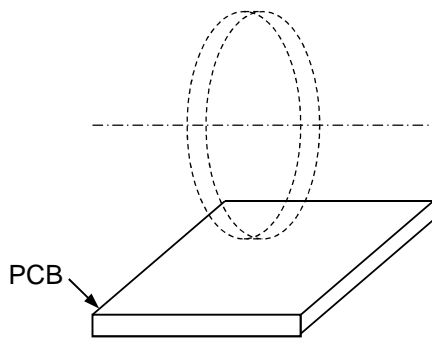
## Implantation des capteurs de détection de blocage



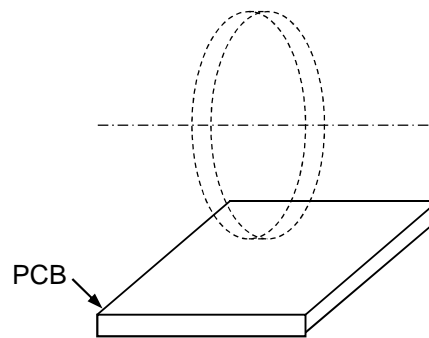
TLE 4905L



UGN3130



GP1A53HR



EE-SX1108

## Question 9.4 :

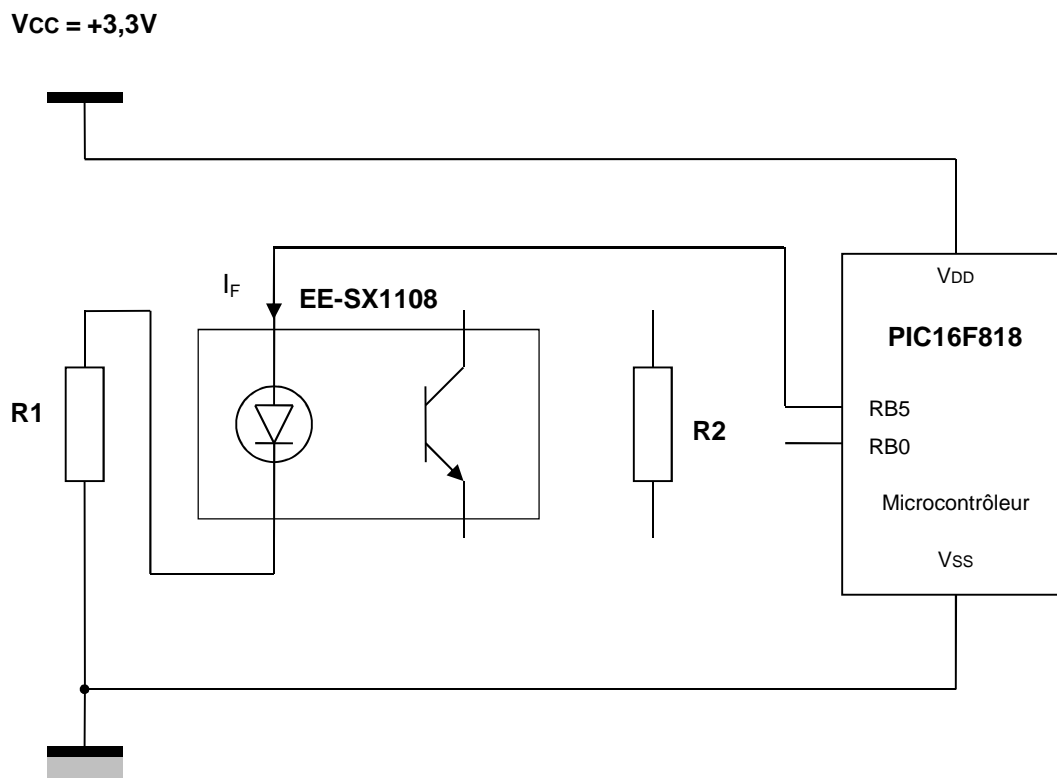
## Analyse comparative des capteurs de détection de blocage

Détection blocage	Avantages	Inconvénients
<b>TLE4905L</b>		
<b>UGN3130</b>		
<b>GP1A53HR</b>		
<b>EE-SX1108</b>		

## DR6

Question 11.1 :

Câblage opto-interrupteur :



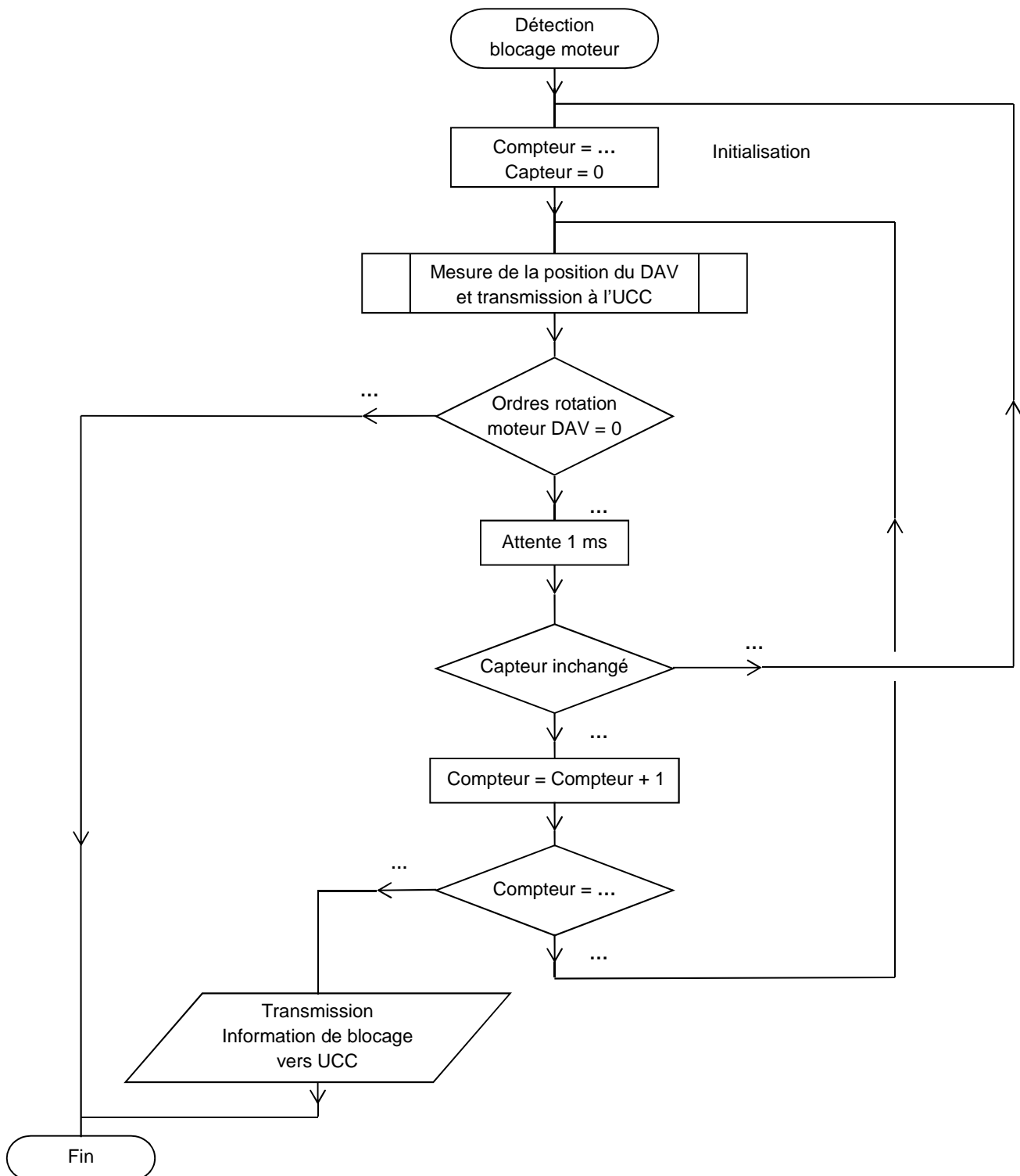
BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques	Code :	Session 2014	DR6
ÉPREUVE E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique	Durée : 4h	Coefficient : 2	Page 6/8

## DR7

## Question 13.1 :

## Sous-programme de détection de blocage du moteur DAV :

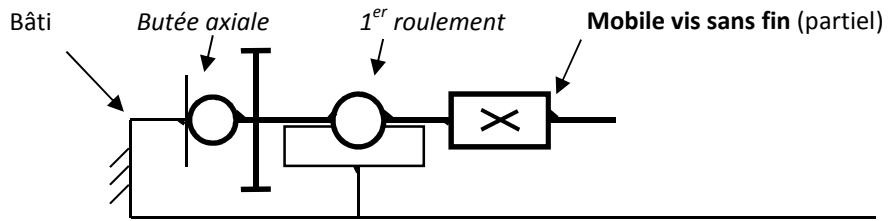
Compléter les pointillés sur l'organigramme



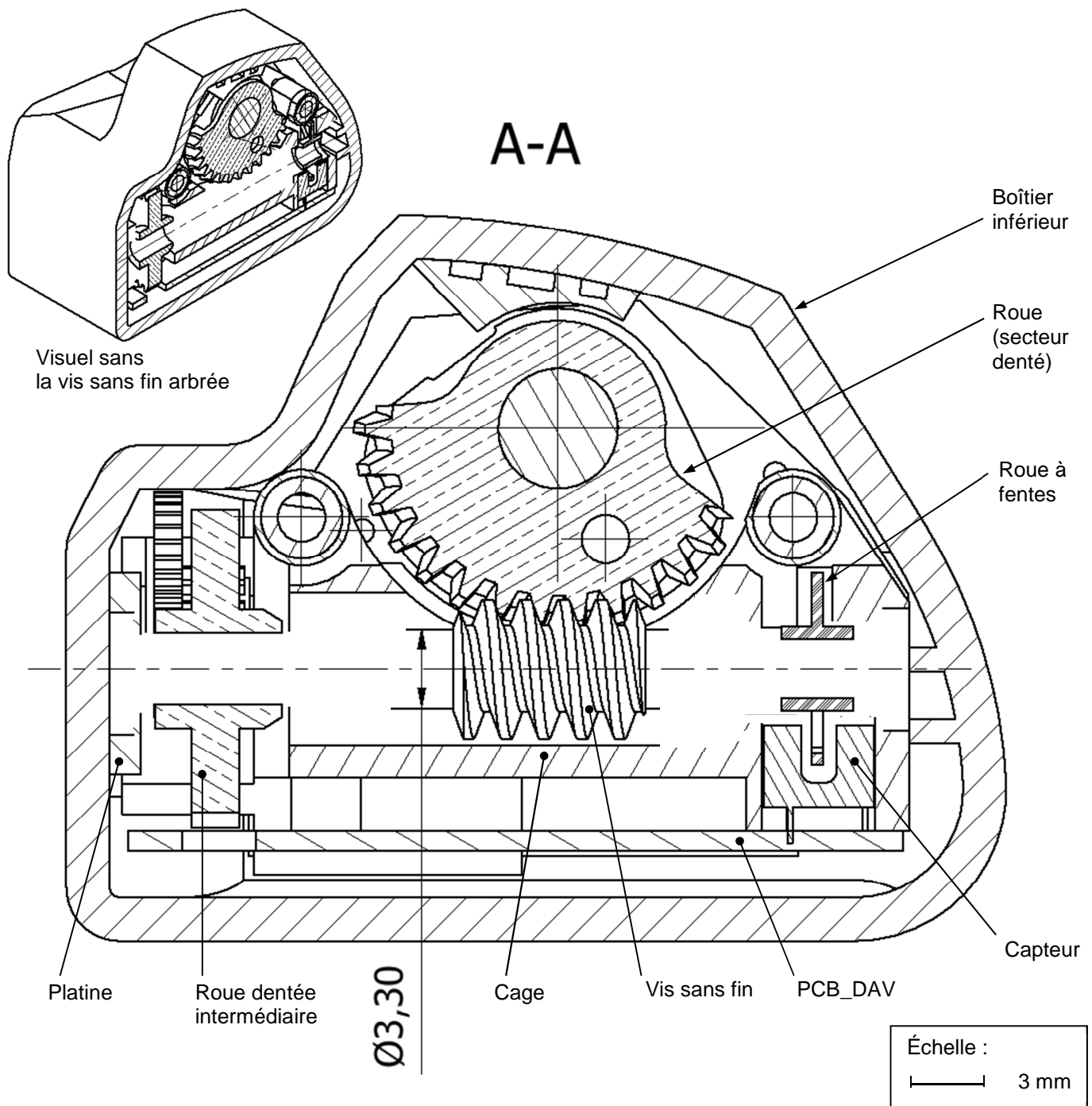


DR8

Question 14.1 :



Question 14.4 :



BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques	Code :	Session 2014	DR8
ÉPREUVE E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique	Durée : 4h	Coefficient : 2	Page 8/8