

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2020

ÉPREUVE E4.2

USINE DE BOURRON



DOSSIER RESSOURCES

DRES 1	Matériel solaire - choix.....	2
DRES 2	Enregistreur de données DATATAKER – Choix et prix	3
DRES 3	Raccordement des capteurs de débit	4
DRES 4	Variateur ATV61 - choix.....	5
DRES 5	Départ moteur pour ATV61 - choix	6
DRES 6	Carte multi-pompe - choix.....	7
DRES 7	Carte multi-pompe – mise en œuvre (2 pages)	8
DRES 8	Carte multi-pompe – paramétrage	10
DRES 9	Éco-transformateurs - choix.....	11
DRES 10	Sections des câbles enterrés – mode de pose D (3 pages)	12
DRES 11	Protection des circuits (2 pages)	15
DRES 12	Courant de défaut SLT IT – calcul.....	17

Ce document précise les prix unitaires hors taxes, PUHT, de matériels pouvant être employés dans une installation photovoltaïque.

PANNEAUX POLY ET MONOCRISTALLINS

PANNEAUX SUNMODULE +



Référence	Désignation	DEEE HT	PUHT
SWD YAD1124	SW 280 mono noir (YAD1124) Verre structuré de 3,2 mm sans ARC, film arrière noir	0,83 €	307,80 €
SWD YAD1148	SW 285 mono noir (YAD1148) Verre structuré de 3,2 mm sans ARC, film arrière noir	0,83 €	318,60 €
SWD YAD1152	SW 290 mono noir (YAD1152) Verre structuré de 3,2 mm sans ARC, film arrière noir	0,83 €	319,00 €

Note : la désignation « SW 285 » signifie une puissance crête égale à 285 Wc.

▶ Régulateurs MPPT

Grâce à la fonction MPPT (Maximum Power Point Tracking), cette dernière génération de régulateur solaire permet d'adapter la tension des modules solaires aux tensions de charge des batteries.

Nota : nous consulter pour définir avec vous le régulateur le mieux adapté aux modules utilisés et à votre besoin.



Marque	Type	Tension entrée (V maxi)	Tension charge (V)	Courant max (A)	PUHT
STECA	SLX1010	100	12 / 24	10	180 €
STECA	SLX2010	100	12 / 24	20	225 €
MORNINGSTAR	TS-MPPT60	150	12 / 24 / 48	60	765 €

▶ Batteries solaires 12 et 6 V

Les batteries solaires Energy Bull et ROLLS 4000 sont pourvues de plaques planes épaisses qui assurent une excellente aptitude aux cyclages et prolongent la durée de vie de la batterie. Grâce à leur couvercle de sécurité évitant tout risque de fuite, ces batteries peuvent être installées sur un site isolé ou sur un véhicule.

Les batteries ROLLS ont une garantie de 7 ans (conditions sur demande).

Marque	Type	Capacité C100 (Ah)	Tension (V)	Dimensions (mm)	poids (kg)	PUHT
BANNER	ENERGY 90	90	12	278 x 175 x 190	19.10	237 €
BANNER	ENERGY 110	110	12	354 x 175 x 190	23.30	295 €
BANNER	ENERGY 130	130	12	350 x 175 x 230	30.00	346 €
BANNER	ENERGY 145	145	12	514 x 189 x 220	36.30	434 €
BANNER	ENERGY 195	195	12	514 x 223 x 220	46.70	520 €
BANNER	ENERGY 250	250	12	517 x 273 x 240	61.50	690 €

Centrales d'acquisition intelligentes *dataTaker*



Liste de caractéristiques pour la gamme d'enregistreur de données série DT80 suivant les modèles disponibles :

Dispositif	DT82E	DT82I	DT82EM	DT80	DT80M	DT80G	DT85	DT85M
Voies d'entrée Analogiques Deux fils isolés	4	4	4	10	10	10	32	32
Port Ethernet	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Modem 3G Intégré GSM/GPRS/EDGE/WCDMA	-	-	✓	-	✓	-	-	✓
Port pour clé USB	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Batterie interne (capacité en Ah)	-	1.2	-	1.2	-	-	4.0	4.0

Scan rate	0 analog channels	5 analog channels	30 analog channels
continuous	1800 mW	2300 mW	2260 mW
1 sec	520 mW	950 mW	2260 mW
5 sec	310 mW	420 mW	800 mW
10 sec	190 mW	240 mW	430 mW
1 min	85 mW	90 mW	120 mW
10 min	62 mW	63 mW	65 mW
1 hour	61 mW	61 mW	61 mW
10 hour and above	60 mW	60 mW	60 mW

DT80G : consommation moyenne avec alimentation externe 12V

Scan rate	0 analog channels	5 analog channels	30 analog channels
continuous	1300 mW	2020 mW	2000 mW
1 sec	370 mW	720 mW	2000 mW
5 sec	200 mW	280 mW	630 mW
10 sec	100 mW	150 mW	320 mW
1 min	25 mW	35 mW	65 mW
10 min	12 mW	12 mW	15 mW
1 hour	10 mW	10 mW	11 mW
10 hour and above	10 mW	10 mW	10 mW

DT82E : consommation moyenne avec alimentation externe 12 V

ENTREES EN COURANT DE L'ENREGISTREUR DT82E

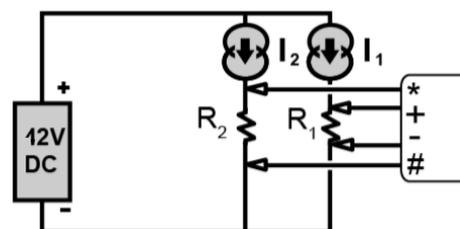


L'enregistreur DT82E possède **2 voies analogiques** (1 et 2) pour la mesure des courants. La valeur du courant est obtenue en mesurant la tension aux bornes d'une résistance shunt connue puis en appliquant la loi d'Ohm.

Le DT82E intègre une résistance shunt interne de 100Ω . Une résistance shunt externe peut également être utilisée, sa valeur doit être connue et doit être spécifiée lors de la configuration de la voie analogique utilisée.

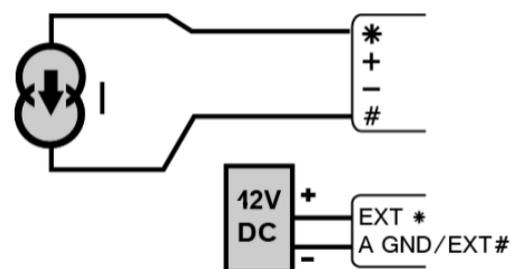
Entrées de courant indépendantes avec shunts externes

Dans cette configuration, il est possible de mesurer jusqu'à deux sources de courant distinctes. Pour ce faire, mesurer les tensions aux bornes de résistances shunts externes.



Entrée de courant indépendante avec shunt interne

Dans cette configuration une résistance shunt interne de 100Ω est utilisée. Elle connectée entre les bornes # et AGND



CAPTEUR VEGAPULS WL61



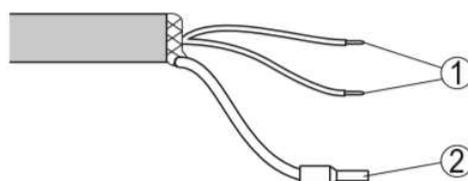
Principe de fonctionnement

Des signaux radar sont émis sous forme de courtes impulsions d'une durée de 1 ns par l'antenne du capteur. Après avoir été réfléchies par la surface du produit, ces impulsions sont réceptionnées à nouveau par l'antenne sous forme d'échos. Le temps de propagation des impulsions radar est directement proportionnel à la distance entre capteur et produit.

Tension de service : 9,6 ... 35 V DC

Schéma de raccordement

- 1) Brun (+) et bleu (-) vers la tension d'alimentation et/ou vers le système d'exploitation.
- 2) Blindage.





Variateurs de vitesse

Altivar 61

Variateurs IP 20

Moteur		Réseau				Altivar 61			Référence	Masse
Puissance indiquée sur plaque (1)		Courant de ligne (2)		Puissance apparente	Icc ligne présumé maxi	Courant maximal permanent (1)	Courant transitoire maxi pendant 60 s			
kW	HP	200 V	240 V	240 V	kA	230 V		kg		
		A	A	kVA		A	A			
Tension d'alimentation triphasée : 200...240 V 50/60 Hz										
0,75	1	6,1	5,3	2,2	5	4,8	5,7	ATV61H075M3	3,000	
1,5	2	11,3	9,6	4	5	8	9,6	ATV61HU15M3	3,000	
2,2	3	15	12,8	5,3	5	11	13,2	ATV61HU22M3	4,000	
3	–	19,3	16,4	6,8	5	13,7	16,4	ATV61HU30M3	4,000	
4	5	25,8	22,9	9,5	5	17,5	21	ATV61HU40M3	4,000	
5,5	7,5	35	30,8	12,8	22	27,5	33	ATV61HU55M3	5,500	
7,5	10	45	39,4	16,4	22	33	39,6	ATV61HU75M3	7,000	
11	15	53,3	45,8	19	22	54	64,8	ATV61HD11M3X (4)	22,000	
kW	HP	380 V	480 V	380 V	kA	380 V (IEC)	460 V (NEC)	kg		
		A	A	kVA		A	A			

Tension d'alimentation triphasée : 380...480 V 50/60 Hz										
0,75	1	3,7	3	2,4	5	2,3	2,1	2,7	ATV61H075N4	3,000
1,5	2	5,8	5,3	3,8	5	4,1	3,4	4,9	ATV61HU15N4	3,000
2,2	3	8,2	7,1	5,4	5	5,8	4,8	6,9	ATV61HU22N4	3,000
3	–	10,7	9	7	5	7,8	6,2	9,3	ATV61HU30N4	4,000
4	5	14,1	11,5	9,3	5	10,5	7,6	12,6	ATV61HU40N4	4,000
5,5	7,5	20,3	17	13,4	22	14,3	11	17,1	ATV61HU55N4	5,500
7,5	10	27	22,2	17,8	22	17,6	14	21,1	ATV61HU75N4	5,500
11	15	36,6	30	24,1	22	27,7	21	33,2	ATV61HD11N4	7,000
15	20	48	39	31,6	22	33	27	39,6	ATV61HD15N4	22,000

Variateurs IP 54 avec filtre CEM catégorie C2 intégré

Tension d'alimentation triphasée : 380...480 V 50/60 Hz										
0,75	1	1,8	1,5	1,2	5	2,3	2,1	2,5	ATV61W075N4	13,000
1,5	2	3,5	3	2,3	5	4,1	3,4	4,5	ATV61WU15N4	13,000
2,2	3	5	4,1	3,3	5	5,1	4,8	5,6	ATV61WU22N4	13,000
3	–	6,7	5,6	4,4	5	7,2	6,2	7,9	ATV61WU30N4	14,000
4	5	8,8	7,4	5,8	5	9,1	7,6	10	ATV61WU40N4	16,000
5,5	7,5	11,4	9,2	7,5	22	12	11	13,2	ATV61WU55N4	16,000
7,5	10	15,8	13,3	10,4	22	16	14	17,6	ATV61WU75N4	22,000
11	15	21,9	17,8	14,4	22	22,5	21	24,7	ATV61WD11N4	22,000
15	20	30,5	25,8	20	22	30,5	27	33,5	ATV61WD15N4	28,000

DRES 5 Départ moteur pour ATV61 - choix

Coordination

La coordination des protections, c'est l'art d'associer, de façon sélective, un dispositif de protection contre les courts-circuits (fusibles ou disjoncteurs magnétiques) avec un contacteur et un dispositif de protection contre les surcharges. Elle a pour but d'interrompre, à temps, tout courant anormal, sans danger pour les personnes et en assurant une protection adéquate de l'équipement contre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit.

Type 1 - IEC 60947-4-1

En condition de court-circuit, le contacteur ou le démarreur n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations et peut ne pas être en mesure de fonctionner ensuite sans réparation ou remplacement de pièces.

Type 2 - IEC 60947-4-1

En condition de court-circuit, le contacteur ou le démarreur n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations et doit être en mesure de fonctionner ensuite. Le risque de soudure des contacts est admis si ceux-ci peuvent être facilement séparés.

Départs-moteurs pour variateurs IP 20

Moteur		Variateur	Disjoncteur	Contacteur de ligne		
Puissance (1)		Référence	Référence	Calibre Irm	Référence (3) (4)	
kW	HP			A	A	
Tension d'alimentation triphasée : 380...415 V 50/60 Hz. Coordination type 2						
0,75	1	ATV61H075N4	GV2L08	4	–	LC1D09●●
1,5	2	ATV61HU15N4	GV2L10	6,3	–	LC1D09●●
2,2	3	ATV61HU22N4	GV2L14	10	–	LC1D25●●
3	–	ATV61HU30N4	GV2L16	14	–	LC1D25●●
4	5	ATV61HU40N4	GV2L16	14	–	LC1D25●●
5,5	7,5	ATV61HU55N4	GV2L22	25	–	LC1D25●●
7,5	10	ATV61HU75N4	GV3L32	32	–	LC1D40A●●
11	15	ATV61HD11N4	GV3L40	40	–	LC1D50A●●
15	20	ATV61HD15N4	GV3L50	50	–	LC1D65A●●
Tension d'alimentation triphasée : 380...415 V 50/60 Hz. Coordination type 1						
0,75	1	ATV61H075N4	GV2L08	4	–	LC1D09●●
1,5	2	ATV61HU15N4	GV2L10	6,3	–	LC1D09●●
2,2	3	ATV61HU22N4	GV2L14	10	–	LC1D09●●
3	–	ATV61HU30N4	GV2L16	14	–	LC1D09●●
4	5	ATV61HU40N4	GV2L16	14	–	LC1D18●●
5,5	7,5	ATV61HU55N4	GV2L22	25	–	LC1D25●●
7,5	10	ATV61HU75N4	GV3L32	32	–	LC1D40A●●
11	15	ATV61HD11N4	GV3L40	40	–	LC1D40A●●
15	20	ATV61HD15N4	GV3L50	50	–	LC1D50A●●
18,5	25	ATV61HD18N4	GV3L50	50	–	LC1D50A●●

(1) Puissances normalisées des moteurs 4 pôles 400 V 50/60 Hz.
Les valeurs exprimées en HP sont conformes au NEC (National Electrical Code).

(3) Composition des contacteurs :
LC1D09 à LC1D115 : 3 pôles + 1 contact auxiliaire "F" + 1 contact auxiliaire "O".
LC1F185 à F630 : 3 pôles. Pour ajouter des contacts auxiliaires ou autres accessoires, consulter le catalogue "Solutions départs-moteurs. Constituants de commande et protection puissance".

(4) Remplacer ●● par le repère de tension du circuit de commande dans le tableau ci-dessous :

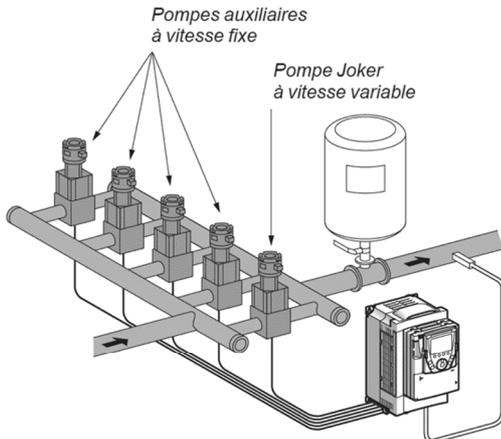
	Volts ~	24	48	110	220	230	240
LC1D09...D115	50 Hz	B5	E5	F5	M5	P5	U5
	60 Hz	B6	E6	F6	M6	–	U6
	50/60 Hz	B7	E7	F7	M7	P7	U7

Description (suite), références

Variateurs de vitesse

Altivar 61

Option : cartes multipompe



Exemple de configuration d'un système de pompage avec la carte multipompe VW3A3502

Carte multipompe VW3A3502

La carte multipompe **VW3A3502** assure la compatibilité des applications pompe développées pour un variateur Altivar 38 avec un variateur Altivar 61, sans reprogrammation.

Elle permet de piloter avec un seul variateur une installation complète de pompage allant jusqu'à 5 pompes

Elle intègre les modes de fonctionnement suivants :

- mono ou multi-Joker,
 - mono ou multi-Joker avec permutation des pompes auxiliaires,
 - mono ou multi-Joker avec limitation de durée de fonctionnement entre pompes.
- Il est possible de cumuler ces deux derniers modes de fonctionnement.

Applications

Elle est plus particulièrement dédiée aux applications telles que :

- réseaux de distribution d'eau et de pompage à pression constante,
- stations de surpression.

Carte multipompe "Water solution" VW3A3503

La carte multipompe **VW3A3503** n'assure pas la compatibilité des applications pompe développées pour un variateur Altivar 38.

Elle permet de piloter avec un seul variateur une installation complète de pompage allant jusqu'à 4 pompes, en assurant une pression constante.

Elle intègre la fonction mono-Joker ainsi que la fonction gestion Jockey utilisée principalement pour gérer une pompe d'appoint ou de réamorçage. Elle permet également de compenser les fuites dans les installations.

Applications

Elle est plus particulièrement dédiée aux applications telles que :

- stations d'irrigation,
- stations d'arrosage.

Continuité de service de votre installation

Si une pompe est en défaut (information sur entrée logique L1x), celle-ci n'est pas prise en compte et les conditions de mise en service et d'arrêt sont assurées par les autres pompes.

Il est possible pour chaque pompe :

- d'afficher la durée d'utilisation,
- de remettre le compteur à zéro,
- de mémoriser les durées de fonctionnement.

Chaque carte intègre d'autre part un mode "OFF", utilisé lors des opérations de maintenance.

Références

Désignation		Référence	Masse kg
Carte multipompe	Equipée d'un connecteur de type SUB-D mâle 9 contacts	VW3A3502	0,320
Carte multipompe "Water solution"	Equipée d'un connecteur de type SUB-D mâle 9 contacts	VW3A3503	0,320

Généralités

L'objectif principal est de piloter à l'aide d'un seul variateur ATV61 une installation complète de pompage en assurant :

- une pression constante dans le réseau quel que soit le débit.
- un moyen simple de mise en œuvre et de diagnostic de l'installation à travers l'ATV61.

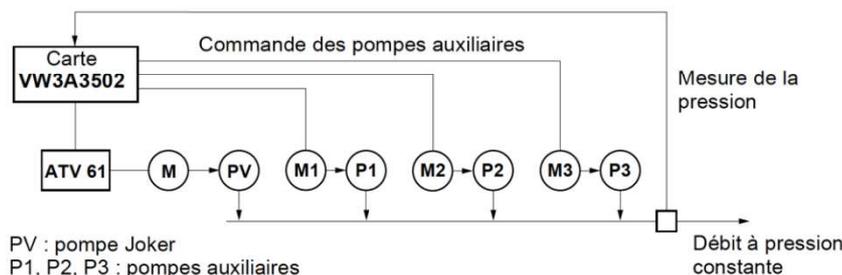
L'opération se fait à l'aide de plusieurs pompes à vitesse fixe (maximum 4), et d'une pompe à vitesse variable, cette dernière ne pouvant assurer à elle seule toute la plage de débit demandée. L'asservissement s'effectue grâce à un régulateur PI. Le capteur de pression permet le rebouclage du système.

Pour éviter l'usure systématique des mêmes pompes une fonctionnalité permet de faire commuter les pompes en fonction de leur temps de fonctionnement. La pompe variable pouvant elle aussi être incluse dans cette permutation.

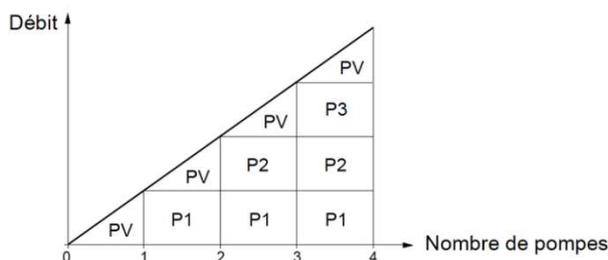
La pompe à vitesse variable (PV) est appelée pompe **Joker**.
Les pompes à vitesse fixe sont appelées pompes **auxiliaires**.

Exemple d'application avec 3 pompes fixes :

Les pompes auxiliaires sont mises en service ou hors service en fonction du débit demandé par l'installation. La pompe Joker est réglée de manière à assurer la continuité des variations de débit.



PV : pompe Joker
P1, P2, P3 : pompes auxiliaires



La commande des pompes est effectuée par l'Altivar 61 par des sorties logiques repérées LO51, LO52, LO53 ..., en fonction du mode de fonctionnement programmé.

L'état des pompes est indiqué à l'Altivar 61 par des entrées logiques :

- LI = 1, la pompe est prête à fonctionner.
- LI = 0, la pompe est en défaut.

Des compteurs horaires permettent de connaître le temps d'utilisation cumulé de chaque pompe.

Choix de la pompe Joker (à vitesse variable)

Monojoker

Dans ce mode, la pompe Joker est toujours la même. Elle est toujours commandée par le variateur.

Multijoker

Dans ce mode, toutes les pompes peuvent être Joker (une seule à la fois). Le choix de la pompe Joker s'effectue en fonction de son temps d'utilisation mémorisé par l'Altivar 61 : la pompe dont le temps d'utilisation est le plus faible est sélectionnée. La permutation de la pompe Joker n'est possible que si toutes les pompes auxiliaires sont à l'arrêt.

Fonctionnement avec limitation de durée de fonctionnement relative

Un écart relatif de durée de fonctionnement entre chaque pompe est programmable pour mieux répartir les durées de fonctionnement et donc l'usure des pompes. Si l'écart de durée de fonctionnement cumulée entre une pompe auxiliaire en fonctionnement et une pompe à l'arrêt dépasse l'écart programmé, la première est arrêtée et est remplacée par la seconde.

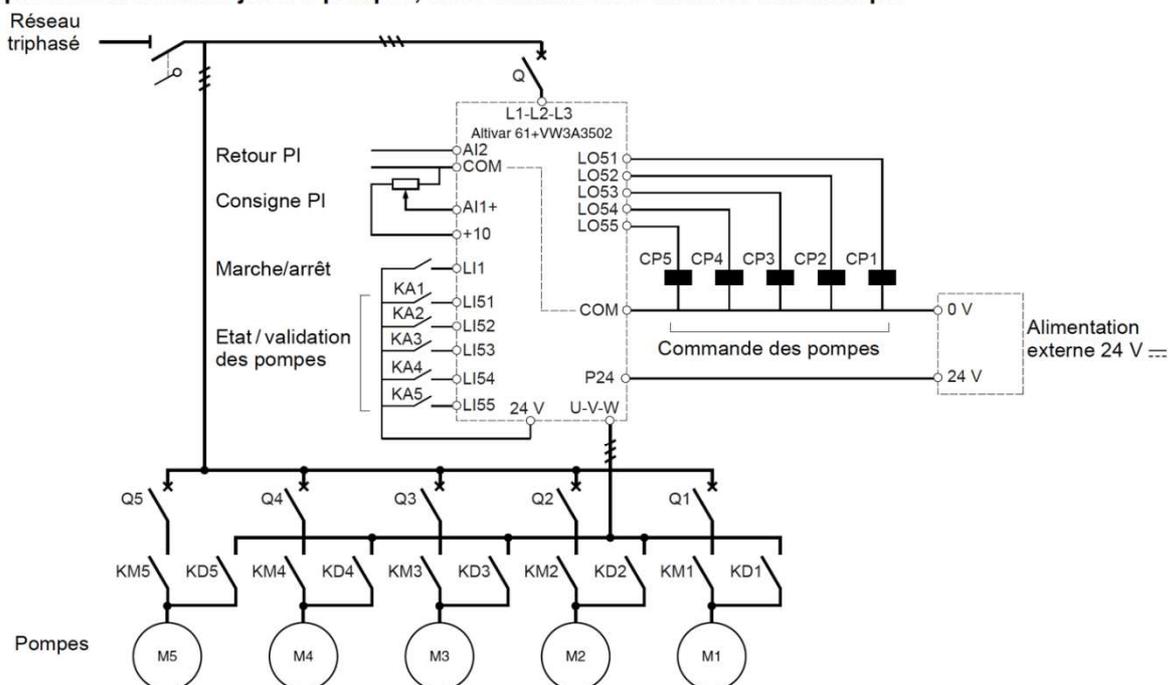
La pompe Joker ne peut être remplacée que si toutes les pompes auxiliaires sont à l'arrêt, et si sa fréquence de fonctionnement est inférieure au seuil programmé [F Perm Joker] (O18).

Cas particuliers

Si une pompe est indiquée "en défaut" (LI=0), celle-ci n'est pas prise en compte par l'Altivar 61 et les conditions de mise en service et d'arrêt s'appliquent aux autres pompes.

Schémas de raccordement

Exemple de schéma Multi joker 5 pompes, avec commutation "manuel / automatique"



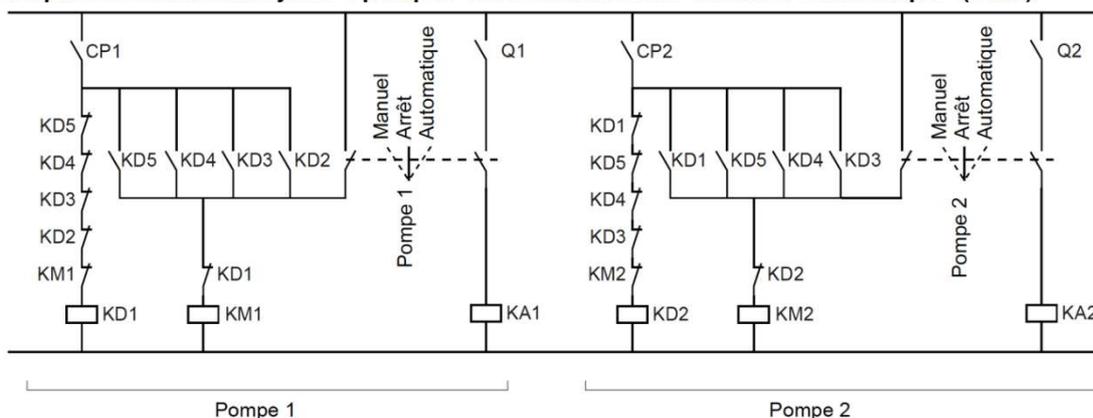
Chaque pompe est commandée par une sortie logique.

- Commande pompe 1 par la sortie logique LO51
- Commande pompe 2 par la sortie logique LO52
- Commande pompe 3 par la sortie logique LO53
- Commande pompe 4 par la sortie logique LO54
- Commande pompe 5 par la sortie logique LO55

Il est nécessaire de renvoyer à la carte commutation de pompes l'état et la validation de chaque pompe sur une entrée logique : 1 = la pompe est validée et prête à fonctionner, 0 = la pompe est en défaut ou non validée.

- Etat / validation de la pompe 1 sur l'entrée logique LI51
- Etat / validation de la pompe 2 sur l'entrée logique LI52
- Etat / validation de la pompe 3 sur l'entrée logique LI53
- Etat / validation de la pompe 4 sur l'entrée logique LI54
- Etat / validation de la pompe 5 sur l'entrée logique LI55

Exemple de schéma Multi joker 5 pompes avec commutation "manuel / automatique" (suite)



Pour les pompes 3 à 5, mêmes schémas en incrémentant les indices (Qx, KA_x, KD_x, KM_x, CP_x).

Menus - Paramétrage

L'accès aux différents menus, la configuration, les réglages et les transferts de fichiers s'effectuent comme avec le variateur standard suivant les indications des guides de programmation, avec en plus les spécificités suivantes :

Utilisation du terminal graphique ou du logiciel de mise en service, en mode "connecté au variateur"

La présence de la carte VW3 A3502 dans le variateur préconfigure automatiquement certains paramètres du variateur nécessaires aux fonctions spécifiques de la carte. Elle fait également apparaître un nouveau menu [1.14 Multi pump] (Fr -) avec de nouveaux paramètres spécifiques à configurer.

Avec le terminal ou avec le logiciel de mise en service cette présence s'affiche dans le menu IDENTIFICATION.

Les paramètres suivants sont configurés automatiquement par la carte et ne sont pas modifiables :

- affectation des entrées logiques :
 - LI1 = Marche / arrêt de l'installation
 - LI51 - LI52 - LI53 - LI54 - LI55
 - LO51 - LO52 - LO53 - LO54 - LO55

Des compteurs horaires permettent de connaître le temps d'utilisation cumulé de chaque pompe.

Choix de la pompe Joker (à vitesse variable)

Monojoker

Dans ce mode, la pompe Joker est toujours la même. Elle est toujours commandée par le variateur.

Multijoker

Dans ce mode, toutes les pompes peuvent être Joker (une seule à la fois). Le choix de la pompe Joker s'effectue en fonction de son temps d'utilisation mémorisé par l'Altivar 61 : la pompe dont le temps d'utilisation est le plus faible est sélectionnée. La permutation de la pompe Joker n'est possible que si toutes les pompes auxiliaires sont à l'arrêt.

Paramètres du menu [1.14 Multi pump] (Fr -)

Code	Nom	Fonction	Description	Unité	Plage
O01	[Mode Fonct.]	Sélection du mode de fonctionnement	0 : pompes désactivées 1 : monojoker 2 : multijoker 3 : monojoker avec permutation des pompes auxiliaires 4 : multijoker avec permutation des pompes auxiliaires 5 : monojoker avec limitation de durée de fonctionnement relative 6 : multijoker avec limitation de durée de fonctionnement relative 7 : monojoker avec permutation des pompes auxiliaires et limitation de durée de fonctionnement relative 8 : multijoker avec permutation des pompes auxiliaires et limitation de durée de fonctionnement relative		0 à 8
O02	[Nb de pompes]	Nombre total de pompes connectées	Comprend les pompes auxiliaires et la pompe Joker.		0 à 5

Code	Nom	Fonction	Description	Unité	Plage
O12	[FrqPpeAuxOn]	Fréquence de mise en service d'une nouvelle pompe auxiliaire	Au delà de cette fréquence et après la temporisation de mise en service d'une pompe (O03), une nouvelle pompe auxiliaire démarre.	Hz	O13 à [Grande vitesse] (HSP)
O13	[FrqPpeAuxOff]	Fréquence d'arrêt d'une pompe auxiliaire	En dessous de cette fréquence et après la temporisation pour l'arrêt d'une pompe auxiliaire (O04), elle est arrêtée.	Hz	[Petite vitesse] (LSP) à O12

**ÉCO-
TRANSFORMATEURS**
SECS
HAUTE PERFORMANCE



Avec l'entrée en vigueur en juillet 2015 de la Réglementation de la Commission européenne sur l'écoconception, les normes d'efficacité des transformateurs deviennent encore plus strictes

Les écotransformateurs de Legrand sont conformes à la norme EN 50588-1. Ils sont conçus et fabriqués conformément à la Réglementation 548/2014 de la Commission européenne et à la nouvelle directive 2009/125/CE sur l'écoconception.

Conçus et fabriqués conformément à la nouvelle réglementation, ils garantissent une réduction homogène de la consommation énergétique, permettant ainsi la réalisation d'économies et la diminution des émissions de CO₂.

CLASSIFICATION

La classification d'un transformateur sec dépend de la valeur des pertes à vide (P_0) et des pertes en charge (P_k). Plus précisément, les pertes à vide sont indépendantes de la charge et restent constantes pendant toute la période pendant laquelle le transformateur est raccordé au réseau électrique. Les pertes en charge, quant à elles, se produisent uniquement lorsqu'une charge est raccordée au transformateur et elles varient proportionnellement au carré de cette charge.

EXIGENCES EN MATIÈRE D'ÉCOCONCEPTION

Puissance nominale (kVA)	ÉTAPE 1 (à compter du 1er juillet 2015)		ÉTAPE 2 (à compter du 1er juillet 2021)	
	Pertes en charge maximales P_k (W)	Pertes à vide maximales P_0 (W)	Pertes en charge maximales P_k (W)	Pertes à vide maximales P_0 (W)
≤ 50	B_k (1700)	A_0 (200)	A_k (1500)	$A_0 - 10\%$ (180)
100	B_k (2050)	A_0 (280)	A_k (1800)	$A_0 - 10\%$ (252)
160	B_k (2900)	A_0 (400)	A_k (2600)	$A_0 - 10\%$ (360)
250	B_k (3800)	A_0 (520)	A_k (3400)	$A_0 - 10\%$ (468)

Exigences applicables (valeur des pertes) aux transformateurs secs triphasés ayant une puissance nominale ≤ 3150 kVA, avec un enroulement ayant une tension U_m ≤ 24 kV et l'autre enroulement une tension U_m ≤ 1,1 kV.

Classe d'isolation

24 kV

Eco Transformateurs – secs haute performance

S_R [kVA]	Série (Reg548)	Référence	U_k [%]	Tension primaire [kV]	Tension secondaire [V]	P_0 [W]	P_k [W] à 120 °C	l_0 [%]	LwA- Puissance acoustique [dB (A)]	Longueur (A) [mm]	Largeur (B) [mm]	Hauteur (C) [mm]	Ic - entraxe roues [mm]	R - diamètre roues [mm]	Poids [kg]	Type caisson*
100	AoAk	FB4AAAGBA	6	20	400	280	1800	1,8	51	1250	600	1300	520	125	900	2
	AoBk	FB4ABAGBA	6	20	400	280	2050	1,8	51	1250	600	1250	520	125	900	2
160	AoAk	FC4AAAGBA	6	20	400	400	2600	1,6	54	1250	600	1360	520	125	1050	2
	AoBk	FC4ABAGBA	6	20	400	400	2900	1,6	54	1250	600	1300	520	125	1050	2
200	AoAk	FD4AAAGBA	6	20	400	450	2955	1,4	55	1350	600	1370	520	125	1200	3
	AoBk	FD4ABAGBA	6	20	400	450	3300	1,4	55	1350	600	1300	520	125	1200	3

8.4 Détermination de la section des canalisations enterrées

La démarche de calcul est identique à celle des canalisations non enterrées.

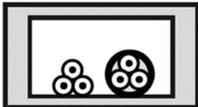
8.4.1 Détermination de la lettre de sélection

La NF C 15-100 a groupé les trois modes de pose sous la lettre de sélection D.

Le tableau de la **Figure Gf13** ci-après présente le regroupement des méthodes correspondant à la lettre de sélection D en fonction des modes de pose.

Fig. Gf13

Numéros de référence en fonction du mode de pose et du type de conducteur pour la lettre de sélection D (d'après tableau 52C et 52G de la norme NFC 15-100)

Exemple	Mode de pose (description)	Numéro de référence du mode de pose	Lettre de sélection
  Conducteur et câble multicoucheurs   	<ul style="list-style-type: none"> ● sous conduit, fourreaux, profilé ● avec ou sans protection mécanique 	61, 62, 63	D

8.4.2 Détermination du facteur de correction K

Il s'obtient en multipliant les facteurs de correction K4, K5, K6 et K7.

Les valeurs de ces divers facteurs de correction sont données dans les tableaux des **Figures Gf14 à Gf18** ci-après.

Des facteurs de correction plus spécifiques peuvent être à appliquer :

- facteur k_s de symétrie dans le cas des conducteurs en parallèle (Figure Gf22),
- facteur k_n pour conducteur neutre chargé.

Facteur de correction K4 (mode de pose)

Le facteur de correction K4 mesure l'influence du mode de pose.

Fig. Gf14

Facteur de correction K4 lié aux modes de pose

Lettre de sélection	Mode de pose (description)	K4	Numéro de référence du mode de pose
D	pose sous fourreaux, conduits ou profilés	0,80	61
	autres cas	1	62, 63

Facteur de correction K5 (groupement)

Le facteur K5 mesure l'influence mutuelle des circuits (ou des conduits) placés côte à côte.

Les tableaux des **Figures Gf15 à Gf17** indiquent les facteurs de correction (facteurs multiplicatifs de K5).

Le tableau de la Figure Gf15 indique le facteur de correction à appliquer aux circuits ou câbles cheminant dans un même conduit enterré (Mode de pose : 61, méthode de référence : D).

Fig. Gf15

Facteurs multiplicatifs de K5 dans le cas de plusieurs circuits ou câbles dans un même conduit enterré - mode de pose 61 - (d'après le tableau 52T de la norme NFC 15-100)

Nombre de circuits ou de câbles multicoucheurs											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1,00	0,71	0,58	0,5	0,45	0,41	0,38	0,35	0,33	0,29	0,25	0,22

Le tableau de la **Figure Gf16** indique le facteur de correction à appliquer aux circuits ou câbles d'un conduit enterré cheminant avec d'autres conduits (Mode de pose : 61, méthode de référence : D).

Fig. Gf16

Facteurs multiplicatifs de K5 pour conduits enterrés disposés horizontalement ou verticalement à raison d'un câble ou d'un groupement de 3 câbles monoconducteurs par conduit - mode de pose 61 - (d'après le tableau 52S de la norme NF C 15-100)

Distance entre conduits (a)				
Nombre de conduits	Nulle (Conduits jointifs)	Distance (m)		
		0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,87	0,93	0,95	0,97
3	0,77	0,87	0,91	0,95
4	0,72	0,84	0,89	0,94
5	0,68	0,81	0,87	0,93
6	0,65	0,79	0,86	0,93

Câbles multiconducteurs : 	Câbles monoconducteurs :
--------------------------------------	-------------------------------------

Facteur de correction K6 (résistivité thermique du sol)

Les courants admissibles indiqués dans les différents tableaux pour les câbles directement enterrés correspondent à une résistivité thermique du sol de 1 K.m/W.

Dans les emplacements où la résistivité thermique du sol est différente de 1 K.m / W, les courants admissibles sont à multiplier par les facteurs de correction du tableau de la **Figure Gf18** choisis selon les caractéristiques du voisinage immédiat.

Fig. Gf18

Valeurs du facteur de correction K pour les câbles enterrés en fonction de la résistivité thermique du sol (d'après le tableau 52M de la norme NF C 15-100)

Résistivité thermique du terrain (K.m / W)	Facteur de correction	Observations		
		Humidité	Nature du terrain	
0,40	1,25	Pose immergée	Marécages	
0,50	1,21	Terrains très humides	Sable	
0,70	1,13	Terrains humides	Argile et calcaire	
0,85	1,05	Terrain dit normal		
1,00	1	Terrain sec		
1,20	0,94			Cendres et mâchefer
1,50	0,86			
2,00	0,76	Terrain très sec		
2,50	0,70			
3,00	0,65			

Facteur de correction K7 (influence de la température)

Le facteur K7 mesure l'influence de la température suivant la nature de l'isolant.

Le tableau de la **Figure Gf19** indique le facteur de correction pour des canalisations placées dans un environnement de température du sol de 20°C.

Fig. Gf19

Valeurs du facteur de correction K7 pour des températures du sol différentes de 20°C

Température du sol (°C)	Isolation	
	PVC	PR / EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,79	0,80
50	0,71	0,76
55	0,63	0,71
60	0,55	0,65
65	0,45	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

8.4.3 Détermination de la section minimale

L'exploitation du facteur de correction K permet de calculer l'intensité admissible fictive (ou corrigée) $I'z$ à partir de l'intensité admissible Iz de la canalisation:

$$I'z = Iz/K$$

La section de la canalisation est indiquée dans le tableau de la **Figure Gf21** par lecture directe :

- Le choix de la colonne est réalisé à partir des caractéristiques de la canalisation (isolant , nombre de conducteurs chargés),
- Le choix de la ligne est réalisé à partir de la valeur $\geq I'z$ dans la colonne du tableau correspondant à la nature de l'âme du conducteur (cuivre ou aluminium).

Fig. Gf21
Cas d'une canalisation enterrée - Détermination de la section minimale en fonction de la lettre de sélection, du type de conducteur et de l'intensité admissible fictive $I'z$ (d'après le tableau 52J de la norme NF C 15-100)

		Isolant et nombre de conducteurs chargés			
		Caoutchouc ou PVC		Butyle ou PR ou éthylène PR	
		3 conducteurs	2 conducteurs	3 conducteurs	2 conducteurs
Sections cuivre (mm ²)	1,5	26	32	31	37
	2,5	34	42	41	48
	4	44	54	53	63
	6	56	67	66	80
	10	74	90	87	104
	16	96	116	113	136
	25	123	148	144	173
	35	147	178	174	208
	50	174	211	206	247
	70	216	261	254	304
	95	256	308	301	360
	120	290	351	343	410
	150	328	397	387	463
	185	367	445	434	518
240	424	514	501	598	
300	480	581	565	677	

CHOIX DES DISJONCTEURS COMPACT NSX DE 100 A 250A



Compact NSX100/160/250

Caractéristiques communes			
tension assignée d'isolement (V)	disjoncteur	Ui	800
	disjoncteur différentiel	Ui	500
tension assignée de tenue aux chocs (kV)		Uimp	8
tension assignée d'emploi	disjoncteur	Ue CA 50/60 Hz	690
	disjoncteur différentiel	Ue CA 50/60 Hz	440
aptitude au sectionnement		IEC/EN 60947-2	oui
catégorie d'emploi			A
degré de pollution		IEC 60664-1	3

type	NSX160 ⁽⁴⁾						NSX250								
	B	F	N	H	S	L	B	F	N	H	S	L			
type de disjoncteur															
caractéristique électrique suivant CEI 60947-2															
courant assigné (A)	In	40 °C													
nombre de pôles	160						250								
	2 ⁽⁵⁾ , 3, 4						2 ⁽⁵⁾ , 3, 4								
pouvoir de coupure ultime (kA eff)	Icu	CA 50/60 Hz	220/240 V	40	85	90	100	120	150	40	85	90	100	120	150
			380/415 V	25	36	50	70	100	150	25	36	50	70	100	150
			440 V	20	35	50	65	90	130	20	35	50	65	90	130
			500 V	15	30	36	50	65	70	15	30	36	50	65	70
			525 V	-	22	35	35	40	50	-	22	35	35	40	50
			660/690 V	-	8	10	10	15	20	-	8	10	10	15	20
pouvoir de coupure de service (kA eff.)	Ics	CA 50/60 Hz	220/240 V	40	85	90	100	120	150	40	85	90	100	120	150
			380/415 V	25	36	50	70	100	150	25	36	50	70	100	150
			440 V	20	35	50	65	90	130	20	35	50	65	90	130
			500 V	15	30	36	50	65	70	15	30	36	50	65	70
			525 V	-	22	35	35	40	50	-	22	35	35	40	50
			660/690 V	-	8	10	10	15	20	-	8	10	10	15	20

RÉGLAGE DES DÉCLENCHEURS MICROLOGIC 2.2

Introduction

Le déclencheur électronique Micrologic 2 est conçu pour protéger les conducteurs dans les conditions de distribution électrique tertiaire et industrielle.

Dans les disjoncteurs quadripolaires, la protection du neutre est définie sur le déclencheur Micrologic à l'aide d'un cadran à trois positions :

- 4P 3D : neutre non protégé
- 4P 3D + N/2 : protection du neutre à la moitié de la valeur du seuil de déclenchement de phase, soit 0,5 x Ir
- 4P 4D : protection complète du neutre à Ir

Réglage de la protection long retard

Le seuil de déclenchement de protection long retard Ir est défini à l'aide de deux cadrans à plusieurs positions.

- Le cadran de pré-réglage permet le pré-réglage du seuil à la valeur Io (affichée en ampères sur le cadran).
La valeur maximale de pré-réglage (position maximum sur le cadran de pré-réglage) est égale à la valeur In du calibre du déclencheur.
- Le cadran de réglage permet d'ajuster le seuil de déclenchement Ir (valeur affichée en multiples de Io sur le cadran).

Étape	Action
1	Sur les deux cadrans de réglage, sélectionnez la position maximum (pour Io : valeur In (A) ; pour Ir valeur 1).
2	Sur le cadran de réglage Io, sélectionnez une valeur supérieure à la valeur nécessaire. La valeur définie pour Ir est : valeur de Io (A).
3	Utilisez le cadran d'ajustement pour indiquer une valeur de Ir comprise entre 0,9 .Io et Io.
4	La valeur définie pour Ir est : valeur de Io (A) x ajustement.

SUITE DRES 11 – PAGE 2/2

Un calcul précis de coordination indique que la valeur souhaitable est $I_r = 152 \text{ A}$.

Etape		Action
1		I_o est positionné à 160 A et I_r à 1 ($\times I_o$).
2		I_o est défini sur 160 A.
3		Calcul du réglage : $152 \text{ A} = 0,95 \times 160 \text{ A}$. Ajustez I_r sur 0.95.
4	–	I_r est réglé sur $160 \times 0,95 = 152 \text{ A}$.

Réglage de la protection court retard

Le seuil de déclenchement de la protection court retard I_{sd} se définit à l'aide d'un commutateur multi-position.

La valeur de réglage est exprimée en multiple de I_r .

Etape	Action
1	Réglez la protection long retard d'abord : le réglage du seuil de déclenchement est I_r .
2	Sur le cadran de réglage I_{sd} , sélectionnez la valeur nécessaire. La valeur de I_{sd} est réglable de 1,5 I_r à 10 I_r .
3	$I_{sd} = \text{réglage } I_{sd} \times I_r$.

Exemple de réglage de la protection court retard

Réglage à 1216A du seuil de déclenchement de protection court retard I_{sd} pour un déclencheur Micrologic 2.2 de calibre (I_n) 160 A sur un départ de 152 A.

Etape		Action
1		Le seuil de déclenchement réglé I_r pour la protection long retard est égal au courant de fonctionnement du départ, à savoir $I_r = I_o \times I_r$ donc $I_r = 0,95 \times 160 = 152 \text{ A}$.
2		Calcul du réglage : $1216 \text{ A} = 8 \times 152 \text{ A}$. Positionnez le cadran de réglage I_{sd} sur 8.
3	–	I_{sd} est réglé sur $8 \times 152 = 1216 \text{ A}$.

	Id	Ud	Lmax
TN	$\frac{0,8 U_0 S_{ph}}{\rho (1+m) L}$	$\frac{0,8 U_0}{1+m}$	$\frac{0,8 U_0 S_{ph}}{\rho (1+m) I_a}$
TT	$\frac{U_0}{R_a + R_b}$	$\frac{U_0 R_a}{R_a + R_b}$	pas de contrainte
IT	1er défaut	$< 1 A$	$\ll U_L$
	Défaut double avec neutre distribué	$\leq \frac{1}{2} \frac{0,8 U_0 S_{ph}}{\rho (1+m) L}$	$\leq \frac{m}{2} \frac{0,8 U_0}{1+m}$
	Défaut double avec neutre non distribué	$\leq \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{0,8 U_0 S_{ph}}{\rho (1+m) L}$	$\leq \frac{m \sqrt{3}}{2} \frac{0,8 U_0}{1+m}$

Rappelons que :

■ $\rho = 22 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ pour Cu (36 pour Al) à 75 °C ;

■ $m = \frac{S_{ph}}{S_{PE}}$;

■ la section du PE, généralement égale à la section des phases, peut être égale à la moitié de la section des phases lorsque celle-ci dépasse 35 mm²... ce qui augmente Ud en TN et IT.

Mise en œuvre

Pour être sûr que la protection est bien active il faut, quel que soit le lieu du défaut, que le courant Id soit supérieur au seuil de fonctionnement de la protection Ia (Id > Ia). Cette condition doit être vérifiée lors de la conception de l'installation par le calcul des courants de défaut, ceci pour tous les circuits de la distribution.

Dans les formules précédentes :

- Lmax = longueur maximale en mètres,
- Uo = tension simple (230 V pour un réseau 230 / 400 V),
- ρ = résistivité à la température de fonctionnement normale (22,5 x 10⁻³ Ω x mm²/m pour le cuivre, 36 x 10⁻³ Ω x mm²/m pour l'aluminium),
- Ia = courant (A) de fonctionnement (disjoncteur) ou courant (A) de fusion (fusible) dans un temps spécifié,

$$m = \frac{S_{ph}}{S_{PE}}$$