

Placement du régulateur de tension automatique (*Automatic Voltage Regulator*, ou AVR) pour les centrales PSA

Date : 8 janvier 2025

Ce document a été développé par [Build Health International](http://www.bhioxygen.org) pour soutenir la planification globale de l'infrastructure d'oxygène médical, la préparation du site, l'exploitation, la maintenance et la durabilité. Des ressources techniques supplémentaires sont disponibles sur www.bhioxygen.org.

Les régulateurs de tension automatiques (AVR), souvent appelés stabilisateurs de tension, sont **fortement recommandés** pour protéger l'équipement de la centrale PSA contre les surtensions, les sous-tensions et les pics de tension en stabilisant la tension d'alimentation au niveau de la charge. L'objectif de ce document est de fournir des conseils sur le placement des AVR dans le système électrique supportant les centrales PSA, ainsi que des spécifications pour dimensionner de manière appropriée les AVR.

Contexte

La qualité de l'électricité reçue du réseau ne répond souvent pas aux paramètres nominaux requis, notamment en ce qui concerne la tension. Les fluctuations peuvent être dues à des changements brusques de charge ou à des problèmes avec le réseau public (par exemple, des transformateurs surchargés). Une tension de fonctionnement adaptée est essentielle pour garantir que les composants électriques des centrales PSA fonctionnent de manière sécuritaire et fiable pendant toute leur durée de vie prévue. Tout écart en dehors de la plage de tension spécifiée pour chaque équipement peut entraîner des effets indésirables. Par exemple, une tension de fonctionnement trop faible peut amener les moteurs à consommer plus de courant que prévu, ce qui entraîne une surchauffe, des pertes accrues et des dommages aux enroulements. Dans les cas extrêmes, le moteur peut caler au démarrage. En revanche, la haute tension peut endommager les dispositifs électroniques sensibles des circuits de contrôle et accélérer leur usure.

Spécifications de l'AVR

Lors de la spécification des stabilisateurs de tension, certains des aspects essentiels à prendre en compte sont :

- **Nombre de phases** (*monophasé ou triphasé*) : doit correspondre aux exigences de charge connectée.
- **Tension d'entrée nominale** : doit correspondre à la tension d'alimentation nominale du réseau principal.

- **Plage de tension d'entrée** : dépend des valeurs de fluctuation de tension anticipées et des calculs de chute de tension. L'AVR doit être capable de corriger la fluctuation de tension d'entrée attendue avec une marge de sécurité
- **Valeur et précision de la tension de sortie** : dépend de la tension d'entrée nominale de la centrale PSA
- **Régulation de phase** (*indépendant ou commun*) : la régulation de phase indépendante est préférable, car elle offre un meilleur équilibre de tension de phase à phase.
- **Variation de charge admise** : ceci est important, car cela se produit souvent lors du fonctionnement des centrales PSA.
- **Déséquilibre de charge admis**
- **Capacité de puissance nominale (kVA)** : la puissance nominale de l'AVR doit prendre en charge le courant d'entrée maximal dans des conditions ordinaires, avec une marge de sécurité pour une éventuelle extension future.
- **Surcharge admise** : l'AVR doit être capable de supporter les surcharges momentanées, c'est-à-dire les courants d'appel/kVA de démarrage de la centrale PSA lors du démarrage du moteur.
- **Distorsion harmonique** : idéalement, il devrait y avoir une distorsion harmonique minimale, voire nulle, introduite dans le système.
- **Température ambiante** : devrait tenir compte des températures prévues sur le site.
- **Humidité maximale** : devrait tenir compte de l'humidité prévue sur le site.
- **Degré de protection** (*indice de protection IP*) : homologué pour l'intérieur ou l'extérieur selon l'emplacement de la centrale.

Composants supplémentaires à prendre en compte au cas par cas (généralement répertoriés comme facultatifs par les fabricants) :

- **Commutateurs de dérivation** : le commutateur de dérivation interne peut être manuel ou automatique. Un commutateur de dérivation manuel externe est également recommandé pour une isolation complète de l'AVR s'il est endommagé au-delà de toute réparation et doit être remplacé.
- **Dispositifs de protection contre les surtensions** : ceci est important, surtout s'il n'y a pas de protection contre les surtensions en amont de l'AVR
- **Dispositifs de protection contre les surintensités** : ceux-ci sont recommandés, surtout s'il n'y a pas de protection contre les surintensités en amont de l'AVR ou pour le câble alimentant l'AVR.

Des exemples de spécifications techniques AVR de différents fabricants sont disponibles à l'annexe A.

Placement de l'AVR dans le système de distribution d'énergie des centrales PSA

Cette analyse s'applique uniquement aux scénarios suivants :

1. L'AVR proposé est dédié à la centrale PSA
2. Il existe un générateur dédié et un commutateur de transfert automatique (« Automatic Transfer Switch », ou ATS) pour la centrale PSA.

Veillez noter que les générateurs disposent généralement d'un système AVR intégré afin de maintenir une tension de sortie constante.

1. Placement de l'AVR avant l'ATS (côté utilitaire)

**Voir le schéma unifilaire (« Single-Line Diagram », ou SLD) 2 pour illustration.*

Avantages

- Protège l'ATS et la centrale PSA des dommages dus aux fluctuations de tension dues à l'instabilité du réseau électrique.

- Empêche les changements intempestifs de l'ATS vers l'alimentation secondaire/générateur en cas de valeurs de tensions secteur instables dépassant les tolérances de tension de l'ATS programmées.

Inconvénients

- N'offre pas de protection à la centrale PSA en cas de tensions instables provenant d'un générateur défectueux.

2. Placement de l'AVR après l'ATS

**Voir le SLD 1 pour illustration.*

Avantages

- Protège la centrale PSA des dommages dus aux fluctuations de tension dues à un réseau électrique instable et à un générateur défectueux.

Inconvénients

- Ne protège pas l'ATS contre les dommages dus aux fluctuations de tension dues à une alimentation électrique instable.
- En cas de valeurs de tension de service instables dépassant les tolérances de tension programmées de l'ATS, il existe un risque de modifications nuisibles de l'ATS vers l'alimentation secondaire et le générateur. Cela peut avoir un certain nombre d'effets néfastes, tels que des interruptions d'exploitation, une perte de productivité, des temps d'arrêt et d'éventuels dommages aux équipements.

Facteurs influençant le placement de l'AVR

1. **Disponibilité du réseau électrique** : si le service public n'est pas disponible ou presque pas disponible, la centrale PSA fonctionnera probablement principalement avec le générateur comme source d'énergie principale. Il est donc conseillé de placer l'AVR après l'ATS pour ce scénario.
2. **Stabilité de l'alimentation électrique** : pour les endroits où le réseau est instable, c'est-à-dire qu'il subit de fréquentes fluctuations de tension, il est conseillé d'avoir l'AVR avant l'ATS.
3. **Type de commutateur de transfert** : si un commutateur de transfert manuel est utilisé en remplacement d'un ATS, il est conseillé de placer l'AVR après le commutateur de transfert manuel. Ceci est dû au fait que le commutateur de transfert manuel ne présente pas de déclenchement nuisible.
4. **Composants électroniques** : Si l'ATS comprend des composants électroniques sensibles, il est conseillé de le protéger, en plaçant donc l'AVR devant lui, surtout dans les zones où il existe une possibilité de fluctuations de tension.
5. **Taille du générateur** : si le générateur n'a pas été dimensionné pour gérer pleinement la capacité de démarrage (kVA)/les courants d'appel de démarrage de la centrale PSA, il est alors conseillé de placer l'AVR après l'ATS pour corriger les éventuelles chutes de tension anticipées lors du démarrage des composants moteurs de la centrale. Cependant, les spécifications de tolérance de tension d'entrée de l'AVR devraient être en mesure de gérer les chutes de tension prévues. Il est conseillé de dimensionner le générateur pour gérer les démarrages du moteur, et ce cas rare ne s'applique qu'à un générateur déjà acquis et qui ne peut pas être remplacé.
6. **Entretien du générateur** : pour un fonctionnement efficace et une durée de vie prolongée du générateur, il est toujours important de suivre les recommandations du fabricant en matière d'entretien. Si un entretien fréquent du générateur ne peut être garanti, il est conseillé de placer l'AVR après l'ATS. L'une des causes des tensions instables des générateurs est un mauvais entretien du générateur. Il est également déconseillé de modifier ou de contourner les dispositifs de sécurité du générateur, car cela pourrait entraîner des dommages supplémentaires au générateur et à l'équipement protégé.
7. **Qualité du carburant du générateur** : il est important d'utiliser un carburant de qualité pour les générateurs diesel afin de garantir un fonctionnement fluide et sans problèmes. Si

la qualité du carburant ne peut pas être garantie, il est conseillé d'installer l'AVR après l'ATS pour se protéger contre d'éventuelles tensions instables dues à un carburant de mauvaise qualité.

Recommandations

Compte tenu des avantages et des inconvénients de chaque lieu de placement ainsi que des facteurs soulignés ci-dessus, voici les recommandations :

- Assurer un bon entretien du générateur. Cela peut être réalisé grâce à la prise des mesures suivantes :
 - S'assurer de suivre les directives et recommandations des fabricants sur l'entretien du générateur.
 - Inclure un contrat de maintenance initial après la centrale et la mise en service par le fournisseur.
 - Inclure les outils et les pièces de rechange pour l'entretien du générateur dans le coût du générateur.
 - Former des techniciens locaux sur le dépannage, les pratiques sécuritaires, les contrôles de routine et la maintenance préventive et corrective appropriée des générateurs. Comme souligné précédemment, il n'est pas conseillé de modifier ou de contourner les dispositifs de sécurité du générateur, car cela pourrait endommager davantage le générateur et l'équipement protégé.
 - S'assurer que seul du carburant de bonne qualité est utilisé pour le générateur.
- Installer de relais de protection contre les surtensions et les sous-tensions, avec réglages de temporisation pour les entrées du réseau et du générateur. Cela protège contre les tensions instables provenant à la fois du réseau public et du générateur (si l'AVR est placé avant l'ATS).
- Spécifier un ATS qui inclut une tolérance de tension d'entrée réglable (pour le réseau public/la source principale) avec un réglage de temporisation. Cela permettra généralement d'éviter les changements intempestifs du réseau électrique vers le générateur au cas où le réseau électrique deviendrait instable dans les tolérances définies.
- Dimensionner de façon appropriée le générateur afin de gérer à la fois la capacité de démarrage et de fonctionnement de la centrale PSA.

Annexe A :

THREE-PHASE VOLTAGE STABILISERS

T MODELS

COMMON REGULATION OF THE 3 PHASES

MINISTAB T 3.5-32 KVA
STEROSTAB T 22-800 KVA

GENERAL CHARACTERISTICS

Mains	Three-phase
Nominal input voltage	380V or 400V or 415V (**)
Nominal output voltage	380V or 400V or 415V (**)
Output accuracy	±1% RMS
Frequency	50/60 Hz ±5%
Admitted load variation	0 to 100%
Admitted load unbalance	up to 50%
Admitted overload	10 times the nominal power during 10 ms, 5 times during 6 s, 2 times for 1 minute
Harmonic distortion	<0,1%
Efficiency	>98.5%
Cooling	natural air convection (fan-free system)
Colour	black or RAL 7035 (depending on model)
Protection degree	IP21
Installation	indoor
Standard fittings	digital voltmeter, pilot lamps, tropicalised control boards

(**) to be specified on the order. Different voltage values available on request.

Figure 1 : Fiche technique de l'AVR IREM T-Model avec régulation de phase commune

THREE-PHASE VOLTAGE STABILISERS

Y MODELS

INDEPENDENT REGULATION OF EACH PHASE

MINISTAB Y 3-120 KVA
STEROSTAB Y 45-8000 KVA

GENERAL CHARACTERISTICS

Mains	Three-phase
Nominal input voltage	380V o 400V o 415V (**)
Nominal output voltage	380V o 400V o 415V (**)
Output accuracy	±1% RMS
Frequency	50/60 Hz ±5%
Admitted load variation	0 to 100%
Admitted load unbalance	up to 100%
Admitted overload	10 times the nominal power during 10 ms, 5 times during 6 s, 2 times for 1 minute
Harmonic distortion	<0,1%
Efficiency	>98.5%
Cooling	natural air convection (fan-free system)
Colour	black or RAL 7035 (depending on model)
Protection degree	IP21
Installation	indoor
Standard fittings	digital voltmeter, pilot lamps, tropicalised control boards

(**) to be specified on the order. Different voltage values available on request.

Figure 2 : Fiche technique de l'AVR IREM Y-Model avec régulation de phase indépendante

VOLTAGE STABILISERS
 STEROSTAB T COMMON REGULATION OF THE THREE PHASES
 THREE-PHASE 400V 50/60 HZ PROTECTION DEGREE IP21

Model	Rated power (KVA)	Voltage variation ($\pm\%$)	Response time (ms/V)	Output accuracy ($\pm\%$)
T310AN22	22	± 30	10	± 1
T310AN30	30	± 25	11	
T310AN40	40	± 20	13	
T310AN55	55	± 15	14	
T310AN90	90	± 10	28	
T312AN35	35	± 30	6	± 1
T312AN45	45	± 25	15	
T312AN60	60	± 20	12	
T312AN80	80	± 15	16	
T312AN120	120	± 10	23	
T314AN45	45	± 30	10	± 1
T314AN60	60	± 25	14	
T314AN80	80	± 20	13	
T314AN120	120	± 15	17	
T314AN185	185	± 10	22	
T315AN70	70	± 30	14	± 1
T315AN90	90	± 25	18	
T315AN120	120	± 20	23	
T315AN170	170	± 15	24	
T315AN270	270	± 10	36	

Figure 3 : Fiche technique de l'AVR IREM Y-Model indiquant les plages de tolérance de tension d'entrée et les temps de réponse disponibles

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Frequency	50Hz $\pm 5\%$ o 60Hz $\pm 5\%$
Adjusting energy parameters	Independent phase control
Selectable target voltage	from 210V to 255V (L-N) / from 360V to 440V (L-L)
Output voltage accuracy	$\pm 0,5\%$
Admitted load variation	Up to 100%
Admitted load imbalance [%]	100
Cooling	Natural ventilation (from 35°C aided with fans)
Ambient temperature	-25/+45°C
Storage temperature	-25/+60°C
Max related humidity	<95% (non condensing)
Admitted overload	200% 2min.
Harmonic distorsion	None introduced
Colour	RAL 7035
Instrumentation	✔ Input & Output digital multimeter
Installation	Indoor
Overvoltage protection	<ul style="list-style-type: none"> ✔ Class II output surge arrestors ✔ Optimal voltage return through supercapacitors in case of black-out

ORION PLUS $\pm 10\%$

ORION PLUS $\pm 20\%/\pm 15\%$

ORION PLUS $\pm 30\%/\pm 25\%$

ORION PLUS $+15\%/-35\%$

ORION PLUS $+15\%/-45\%$

Figure 4 : Fiche technique de l'AVR Ortea Orion Plus

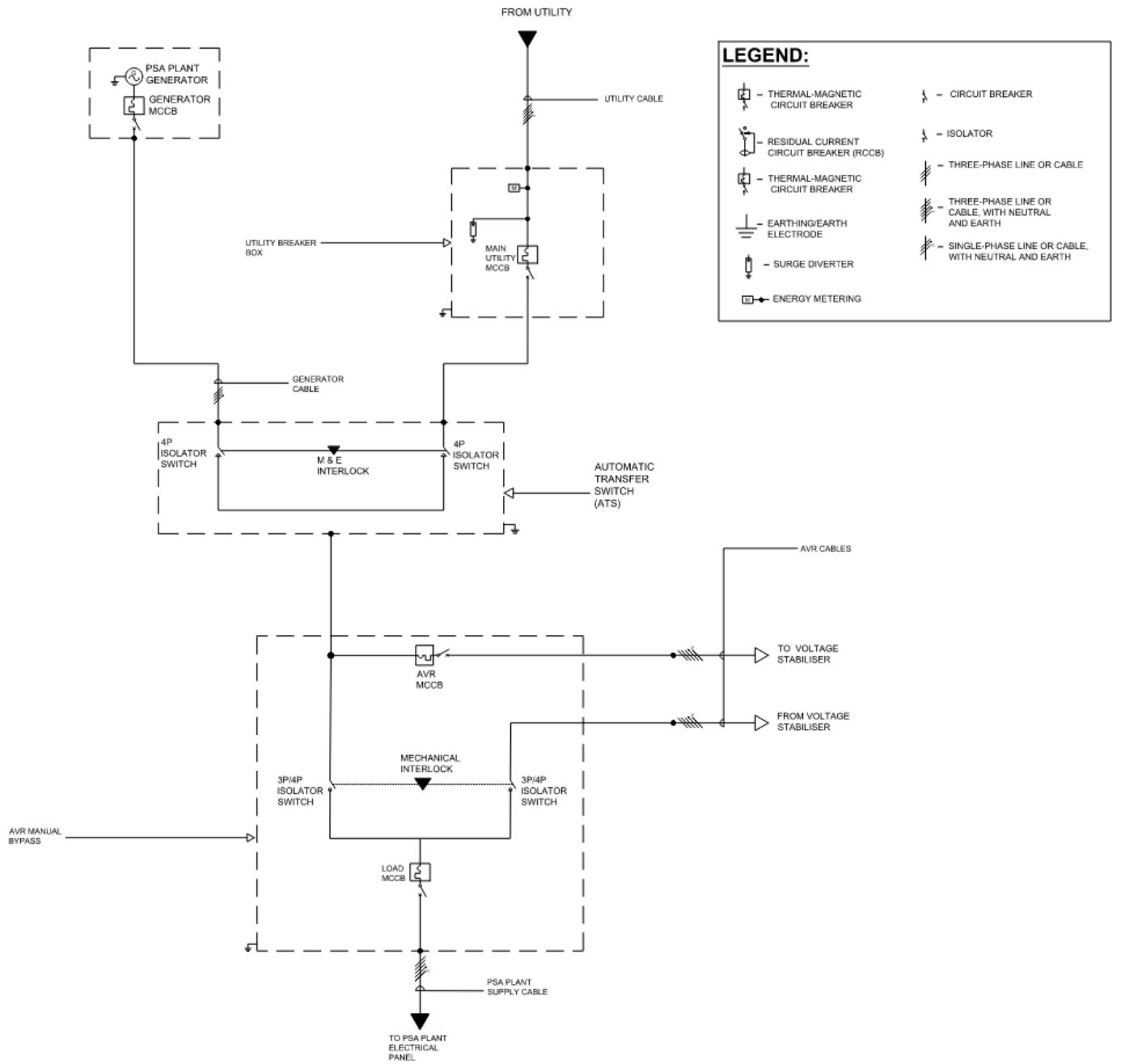


Figure 5 : Exemple SLD 1 – Placement AVR après l'ATS

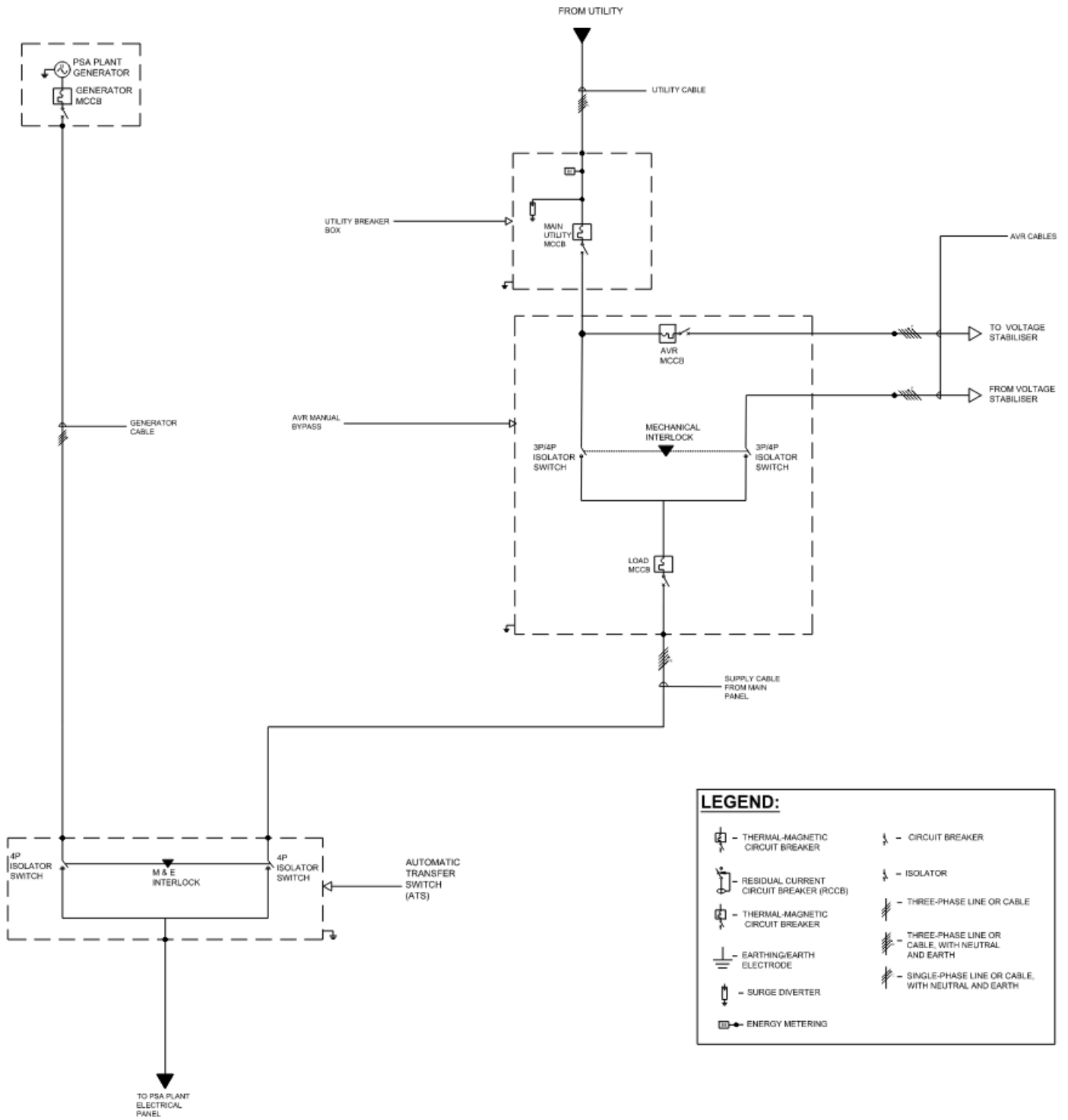


Figure 6 : Exemple SLD 2 – Placement AVR avant l'ATS (côté utilitaire)