GT SSY Réglage de tension

ALPIQ

Neuilly-sur-Seine

03.12.2015

- Nouveaux éléments RTE (support 3.11, étude Supelec)
- Discussion éléments FERC

Commentaire général

ALPIQ

- C’est dommage d’avoir l’étude de SUPELEC conduite par RTE de sept 2014 à mai 2015 pour « obtenir des éléments provenant d’un organisme tiers pour analyser les résultats des bilatérales » que pour la réunion du 03.12.2015
  - Nouveau concept «Volet 1 bis» (ou «pertes surdimensionnement») avec un impact bénéfique évalué à -95’841 k€/an
  - Hypothèses d’étude simplifiées

- Il sera nécessaire de regarder l’étude Supelec et et la réstitution de RTE (aggrégation des volumes et coûts) plus en détail. Peut-être il serait utile de faire valider (ou invalider) certaines hypothèses par un concepteur d’alternateur

Interprétation de la conclusion RTE 1/2

ALPIQ

- Postulat: Le surdimensionnement pour le réactif (0.32=Q+) a certes un surcoût (CAPEX) mais celui-ci serait largement compensé par le coût évité (gain OPEX) du fait de l'installation de **plus de cuivre** d'après le concept «perte surdimensionnement» ou « volet 1 bis »
  - ➢ D'après RTE, le surdimensionnement lié réactif coûterait rien respectivement il apporterait un gain aux producteurs de 20.652M€/an

	Machine 1	Machine 2
	0 capa Q	Capa Q normale
pertes MWh	Tanφ	0	0,32
	Q_{res} = 0 (cte)	15581	14114

Page 15 et 18 de la prés. Du 3.11

	Estimation RTE Haut
Volet 1 (Surdimensionnement hors pertes)	75 189
Volet 1 bis (Pertes surdimensionnement)	-95 841
TOTAL VOLET 1	**-20 652**
Volet 2 (Maintenance)	16 926
Volet 3 (Pertes liées au réglage)	14 575
TOTAL VOLET 2 ET 3	**31 501**
TOTAL	**10 849**

  - ➢ Déduction complémentaire:
    - Un producteur installerait donc une machine avec plus de cuivre (plus de CAPEX) pour minorer les pertes (OPEX) et optimiser son bilan économique
    - Le service tension n'apporterait donc pas de contrainte financière
    - Toutes les unités de production françaises **iraient «naturellement»** vers des capacités constructives les plus grandes, c'est à dire tan phi = 0->0.32->0.4->0.6…

Interprétation de la conclusion de RTE 2/2

- Si le surinvestissement minorait les toutes les pertes et optimisait donc le bilan économique pour le producteur, dans ce cas….



220W

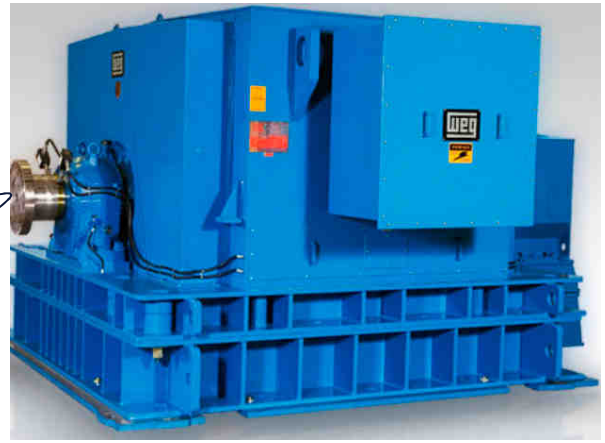


0VA

150W



220W



0…1MVar

200W ?

- *Plus de cuivre donc moins de perte ?*

Lecture de l'étude Supelec 1/3

- Simplification sur deux points essentiels:
  - Problème de fond sur le scope du «service tension». RTE réduit la question de la fourniture de réactif (et du coût associé) à une situation théorique avec le réseau RTE à Vres=Vdim
    - ➢ *non-prise en compte des contraintes réelles imposées à la construction des alternateurs liées aux plages du «diagramme U-Q» (exigence du réseau)*
  - Raccourcis électrotechniques … et mécaniques

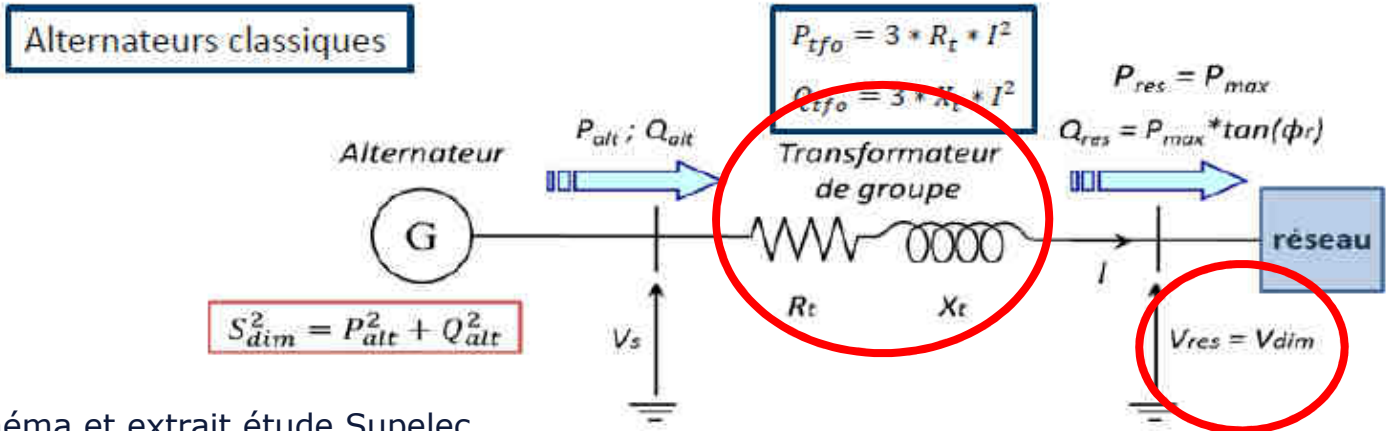


Schéma et extrait étude Supelec

2 Coûts de fourniture/absorption par les alternateurs

2.1 Hypothèses du calcul

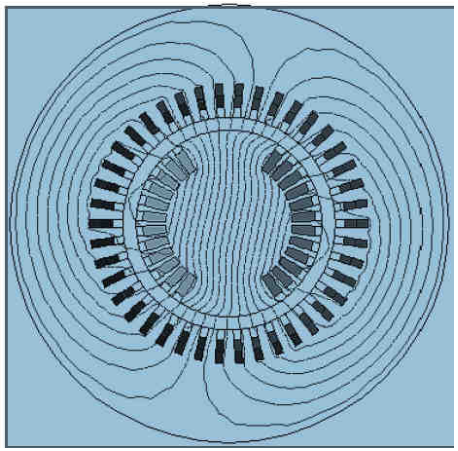
- La tension au point de livraison est supposée constante $U_{res} = U_{dim}$ [1], la valeur de U_{dim} est fournie par RTE : U_{dim} = 235 kV pour le réseau 225 kV et U_{dim} = 405 kV pour le réseau 400 kV [3]

Lecture de l'étude Supelec 2/3 – quelques points

ALPIQ

- En figeant la tension réseau à Udim, on ne donne aucune information sur comment les machines doivent être configurées pour faire face aux plages diagramme U-Q:
  - Sous-tension réseau à Q=0 augmentant les courants de l'alternateur
  - Sur-tension à Q+ augmentant la saturation de l'alternateur
  - Sur-tension à Q- augmentant les flux axiaux et affectant la stabilité
- La conception des alternateurs ne se limite pas au seul problème d'ajouter du cuivre pour limiter les pertes (volet 1 bis). Exemple:
  - Ajouter du cuivre sur les conducteurs diminue la section disponible pour le « fer »; le fer entre donc en saturation et crée plus de « pertes fer »
  - Ajouter du fer pour pouvoir fournir plus de réactif augmente la masse fer et donc les «pertes fer» fixes

Vue axiale sur un turbo-alternateur avec les conducteurs cuivre ainsi que des lignes du champs magnétique



Lecture de l'étude Supelec 3/3 – quelques points

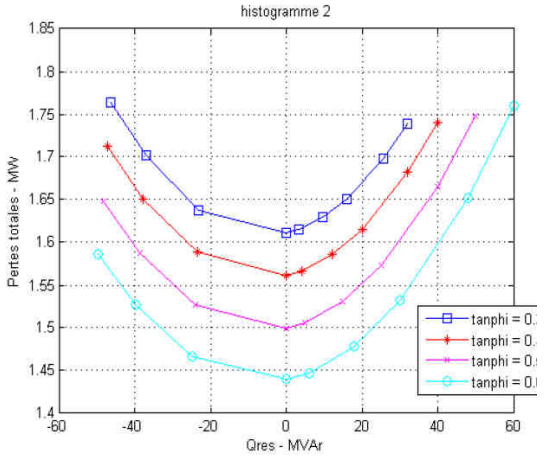
ALPIQ

- Les calculs ne peuvent se limiter seuls paramètres électriques. Des effets mécaniques en jeu également. Exemples:
  - Les pertes de ventilation de l'alternateur sont d'environ 15%. Augmenter artificiellement les MVA pour pouvoir faire du réactif correspond à augmenter les sections géométriques du rotor/stator, donc à augmenter les pertes de ventilation.
  - Les pertes de friction sont liées au poids de la masse tournante et les vibrations. Ces deux paramètres dépendent de la taille (MVA) et du régime de réactif (Q)

➢ Les pertes ne peuvent être calculées qu'avec des modélisations très sophistiquées. Les abaques présentés en page 25 de l'étude SUPELEC ne peuvent donc pas être confirmées par 3CB.

Extrait étude page 25: Evaluation de la perte
d'une machine à capacité réglementaire (courbe bleu)
et de machines surdimensionnées (rouge/violette/turquoise)

Nota: pour la machine à tan=0.32, la branche gauche de la courbe bleue (Q-) devrait être plus basse que la branche droite (Q+), en analogie avec la courbe turquoise.
Raison: Moins d'excitation en régime (Q-) à gauche avec un poids relatif de cette perte (environ 30%).



Discussion approche FERC 1/3

ALPIQ

- Extrait note bilatérale de 3CB relative à l'approche FERC:

La clé de répartition (donnée G) a vocation à « rémunérer la capacité de puissance réactive mise à disposition par les acteurs en discernant l'injection de puissance active et de puissance réactive ($S^2=P^2+Q^2$) » (6.3.1 du rapport).

La clé de répartition, par construction, se focalise exclusivement sur les composants qui subissent un surdimensionnement lié au service tension, notamment l'alternateur). De ce fait son calcul doit s'effectuer aux bornes de l'alternateur.

Toutefois, cela ne signifie pas que le surdimensionnement de l'alternateur est indépendant des exigences au point de livraison. Comme cela a été décrit dans le rapport de concertation en 6.3.1 (y compris les formules de pertes), pour mettre à disposition une capacité de réactif au point de livraison, le producteur doit encourir un surdimensionnement suffisant qui prend en compte :

- Les exigences réglementaires lorsqu'elles sont applicables au groupes concernés (voir 4.2 du rapport de concertation)
- Les équipements permettant l'évaculation (transformateur principal, lignes et connexions électriques) y.c. les pertes afférentes à ces équipements.

Cependant, les valeurs de Pmax, Q+ et Q- actuellement utilisées dans les annexes SSY ne sont pas représentatives de l'impact du réglage de la tension sur les machines et donc du coût de surdimensionnement des équipements nécessaire pour fournir ou absorber le réactif contractualisé. Aussi, c'est majoritairement la fourniture de réactif (Q+) en régime sur-excité qui est dimensionnant pour l'alternateur, les systèmes d'excitation et les transformateurs auxliaires.

Discussion approche FERC 2/3

ALPIQ

Par conséquent, le calcul de puissances apparentes aux points de livraison à partir des annexes SSY ne reflète pas le surdimensionnement réel des machines pour rendre le service demandé par RTE. La puissance apparente à prendre en compte est celle aux bornes de l'alternateur d'autant plus que c'est cette puissance qui est utilisée pour la construction du diagramme (P, Q) et donc pour le calcul des plages de réactif à fournir (Q+ ; Q-).

Aussi, les chapitres 6.2.1 et 6.3.1 font référence au calcul de surcoût d'investissement validée par le régulateur américain Federal Energy Regulatory Commission (FERC) qui indique une clé de répartition (G) d'après la méthode « AEP » . Cette méthode est utilisée par un nombre de gestionnaires de réseau aux US, et elle est est calée sur sa formule $G= Q_{alt}^2 / S_{alt}^2 = \sin^2\varphi_{alt}$ avec un angle φ mesuré aux bornes de l'alternateur. Il convient donc de rappeler que la méthode AEP n'utilise pas l'angle φ mesuré au point de livraison sur le premier schéma du chapitre 6.3.1.

Par conséquent sur le principe, il n'y a donc pas lieu d'évaluer la clé de répartion au point de livraison.

Dans la pratique, la capacité réactive mise à disposition est cohérente avec le dimensionnement de l'alternateur.On pourrait toutefois envisager une situation avec des surdimensionnements d'équipements (S1>S2) qui mettraient à disposition une même capacité réactive. Lla rémunération de l'intégralité du premier surdimensionnement (S1) est alors discutable. Dans ce cas la clé pourra être modifiée, si par exemple le dimensionnement du transformateur (S2) est inférieure à la capacité de l'alternateur (S1) et limiterait donc le réactif mise à disposition.

En synthèse, nous proposons de :

- retenir l'assiette MVA et de calculer la clé de répartition aux bornes de l'alternateur,
- contrôler que les capacités réactives mises à disposition (et contractualisées) découlent de ce surdimensionnement en vérifiant que la puissance apparente du transformateur ne limiterait pas le réactif mis à disposition et corriger la clé si nécessaire,
- traiter le cas des installations sans machine synchrone pour l'évaluation du coût de surdimensionnement.

Discussion approche FERC 3/3

ALPIQ

Extrait Jugement "Opinion 440"

Juge local

Initial Decision

The judge found merit in AEP's argument that there must be enough reactive power remaining at the transmission terminal to provide the voltage control support on the system. Accordingly, he determined that AEP's proposed 21 percent allocation factor for reactive power measured at the generator terminals was just and reasonable. 69/

Constat FERC

Discussion

We adopt the judge's finding that 21 percent is the appropriate allocation factor to segregate the costs of reactive (VAr) production from those of active (Watt) production. We are not persuaded by trial staff's assertion that the reactive capability of the generators should be reduced by the VArs consumed by GSUs and auxiliary loads before developing an allocation factor. We agree with AEP (and the judge) that the allocation factor should be based on the capability of the generators to produce VArs and that this capability should be measured at the generator terminals. We find merit in AEP's assertion that a generating plant must be capable of producing reactive power in excess of that which ultimately reaches the transmission system in order to have enough reactive power remaining to provide adequate voltage support on the transmission

Source: Opinion 440 Docket No. ER93-540-006