

EFS8AA : Éléments de base du génie électrique

S. Dufour

2A - Energie et Fluides - Année 2016/2017

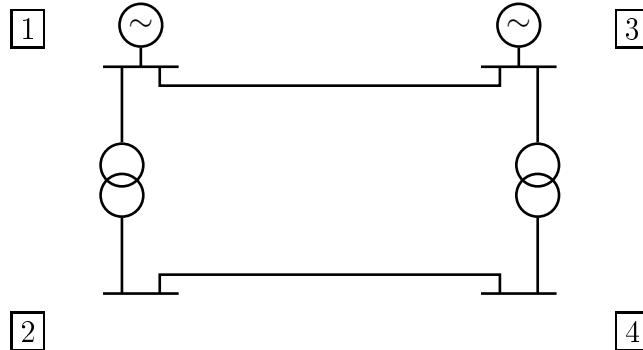


Répartition de puissances dans un réseau

Soit un réseau à 4 nœuds :

- 1 : de tension $U_1 = 236.25kV$, la puissance générée est $150MW$,
- 2 : de charge, la puissance consommée est $100MW, 200MVAR$,
- 3 : de tension $U_3 = 225kV$, ce nœud sert de référence.
- 4 : de charge, la puissance consommée est $325MW, 200MVAR$,

La puissance apparente de base est $100MVA$. La tension de référence est $225kV$ pour les nœuds 1 et 3, $400kV$ pour les nœuds 2 et 4.

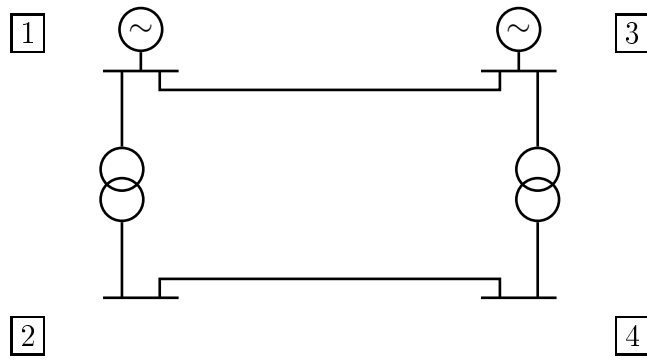


Les connexions du réseau sont :

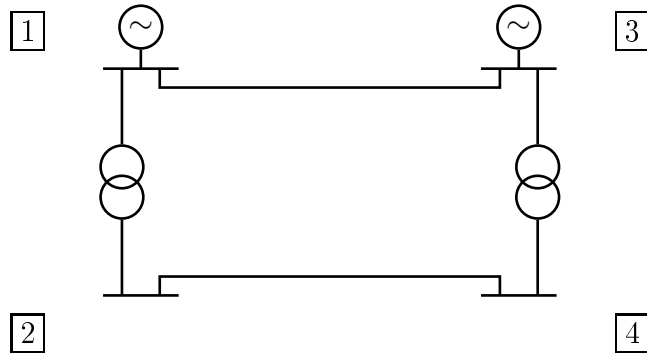
- entre 1 et 2, un transformateur $225kV/400kV$ de puissance apparente $295MVA$, de rapport de transformation $\overline{m} = 400/225$, d'impédance de court-circuit $Z_{2c} = 3.25 + j70\Omega$. Le rapport de transformation est réel.
- entre 3 et 4 un transformateur de même caractéristique.
- entre 1 et 3 une ligne $225kV$, de réactance $X_{13} = 0.21\Omega/km$, de résistance $R_{13} = 0.01\Omega/km$, de longueur $70km$.
- entre 2 et 4 une ligne $400kV$, de réactance $X_{24} = 0.25\Omega/km$, de résistance $R_{24} = 0.0213\Omega/km$, de longueur $75km$.

- 1) Mettre les caractéristiques des transformateurs et des lignes en grandeurs réduites.
- 2) Commenter les transferts de puissance dans le cas idéalisé du réseau sans pertes.
- 3) Commenter les transferts de puissance dans le cas du réseau avec pertes. Comparer.
- 4) On modifie le module de la tension du nœud 1 : $u_1 = 0.95$. Commenter les modifications dans les transferts de puissance. Idem pour $u_1 = 1$.
- 5) Pour $u_1 = 0.95$, on multiplie le rapport de transformation entre 1 et 2 par 1.1. Calculer les nouveaux échanges de puissance.
- 6) Le réactif fourni par 1 est bloqué à $150MVAR$. Faire varier la puissance réactive consommée en 2 et observer les variations de u_1 et u_2 . Idem avec la puissance active consommée en 2.
- 7) Le nœud 1 est considéré à nouveau comme un nœud de tension avec $u_1 = 0.95$. Un transformateur déphaseur idéal (dont on néglige l'impédance de court-circuit) est inséré entre 2 et 4, côté 2. Observer les variations des échanges de puissances en fonction de l'angle du transformateur déphaseur.
- 8) La ligne de 1 à 3 est coupée. Commenter.

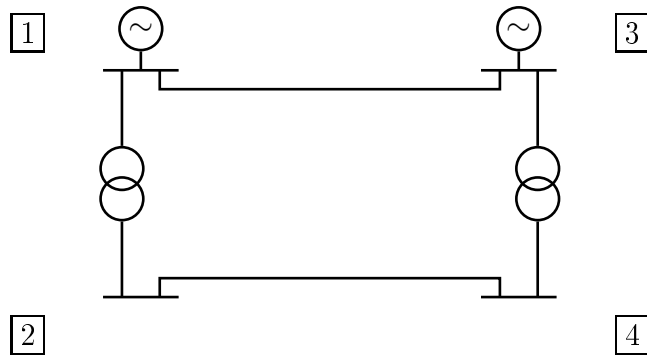
Q2



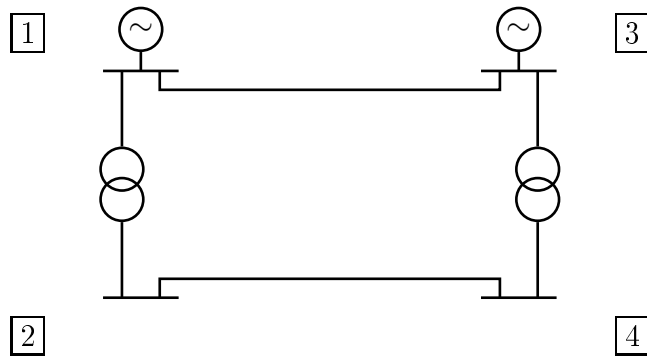
Q3



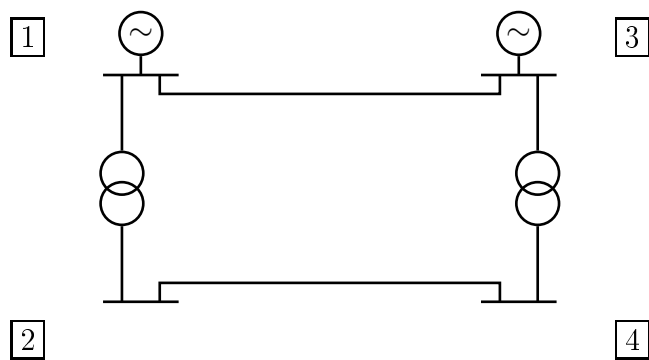
Q4



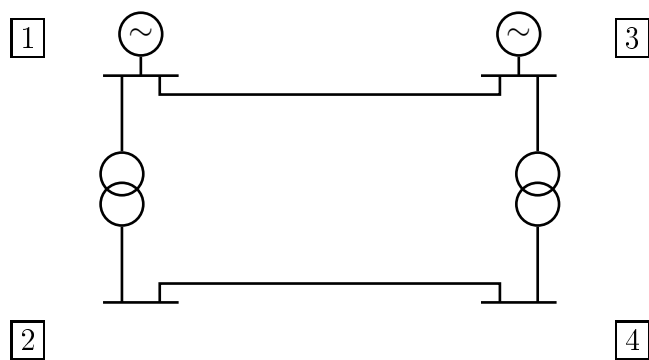
Q5



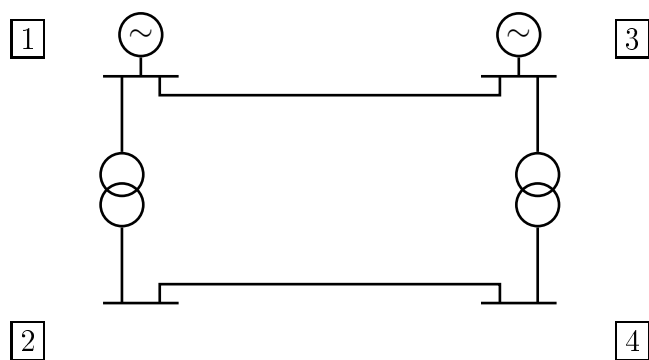
Q6



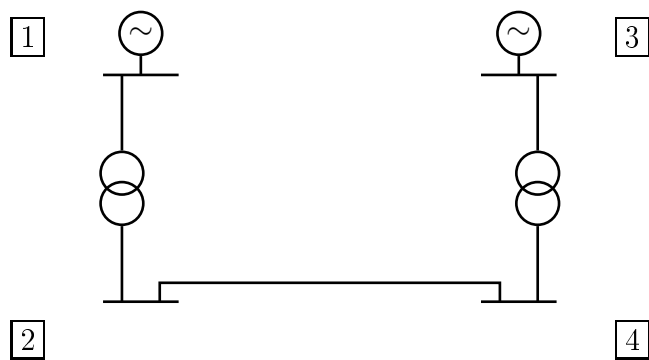
Q7



Q7



Q8



Utilisation de Matpower

Matpower est un greffon Matlab qui permet le calcul de la répartition des puissances (power flow), de la répartition des puissances optimale (optimal power flow), et l'analyse de sensibilité (continuation power flow). Ce greffon est téléchargeable ici : <http://www.pserc.cornell.edu//matpower/>. La version courante est la 6.0. Une fois téléchargé dans un répertoire type ' U : \ reseau ', il faut définir les chemins de recherche (sous Windows) :

```
path(path,' U : \ reseau \ matpower6.0 ');
```

```
path(path,' U : \ reseau \ matpower6.0 \ t');
```

La commande 'runpf' doit être fonctionnelle si l'installation est correcte.

Matpower utilise des données sous forme matricielle : *bus* donne les informations sur les nœuds), *gen* sur les générateurs, *branch* sur les lignes. Les colonnes de ces trois matrices sont détaillées dans les tableaux ci-dessous. Ainsi, bus(:,8) renseigne les modules des tensions aux nœuds qui servent d'initialisation au calcul itératif de la répartition de puissances.

		Bus Data Format
BUS_I	1	bus number (1 to 29997)
BUS_TYPE	2	bus type : PQ bus = 1, PV bus = 2, reference bus = 3, isolated bus = 4
PD	3	Pd, real power demand (MW)
QD	4	Qd, reactive power demand (MVar)
GS	5	Gs, shunt conductance (MW (demanded) at V = 1.0 p.u.)
BS	6	Bs, shunt susceptance (MVar (injected) at V = 1.0 p.u.)
BUS_AREA	7	area number, 1-100
VM	8	Vm, voltage magnitude (p.u.)
VA	9	Va, voltage angle (degrees)
BASE_KV	10	baseKV, base voltage (kV)
ZONE	11	zone, loss zone (1-999)
VMAX	12	maxVm, maximum voltage magnitude (p.u.)
VMIN	13	minVm, minimum voltage magnitude (p.u.)

		Generator Data Format
GEN_BUS	1	bus number
PG	2	Pg, real power output (MW)
QG	3	Qg, reactive power output (MVar)
QMAX	4	Qmax, maximum reactive power output (MVar)
QMIN	5	Qmin, minimum reactive power output (MVar)
VG	6	Vg, voltage magnitude setpoint (p.u.)
MBASE	7	mBase, total MVA base of this machine, defaults to baseMVA
GEN_STATUS	8	status, > 0 - machine in service, <= 0 - machine out of service
PMAX	9	Pmax, maximum real power output (MW)
PMIN	10	Pmin, minimum real power output (MW)

Utilisation simple :

L'exécution de *results=runpf('mclass_matpower')* rend les resultats du calcul de répartition de puissances sous forme matricielle via results.bus, results.gen, results.branch. Ainsi, results.bus(:,8) donne les modules des tensions aux nœuds après calculs.

		Branch Data Format
F_BUS	1	f, from bus number
T_BUS	2	t, to bus number
BR_R	3	r, resistance (p.u.)
BR_X	4	x, reactance (p.u.)
BR_B	5	b, total line charging susceptance (p.u.)
RATE_A	6	rateA, MVA rating A (long term rating)
RATE_B	7	rateB, MVA rating B (short term rating)
RATE_C	8	rateC, MVA rating C (emergency rating)
TAP	9	ratio, transformer off nominal turns ratio (= 0 for lines) (taps at 'from' bus, impedance at 'to' bus, i.e. if r = x = 0, then ratio = V_f / V_t)
SHIFT	10	angle, transformer phase shift angle (degrees), positive => delay
BR_STATUS	11	initial branch status, 1 - in service, 0 - out of service
ANGMIN	12	minimum angle difference $\theta_f - \theta_t$ (degrees)
ANGMAX	13	maximum angle difference $\theta_f - \theta_t$ (degrees)
PF	14	real power injected at 'from' bus end (MW)
QF	15	reactive power injected at 'from' bus end (MVar)
PT	16	real power injected at 'to' bus end (MW)
QT	17	reactive power injected at 'to' bus end (MVar)

Utilisation avancée :

Il est possible de charger la structure de données par :

- `donnees=loadcase('nomfichier')`
- `results=runpf(donnees)`

Cela permet de modifier la structure de données ultérieurement.

L'exécution de `[results, success] = runpf(casename, mpopt, fname, solvedcase)`

permet plus de possibilités. Les entrées sont :

- `casename` : soit le nom du fichier considéré '`nomfichier`' ou de la structure de données `donnees`.
- `mpopt = mpoption('pf.alg','NR','pf.tol',1e-8,'pf.nr.max_it',50,'pf.enforce_q_lims',1,'pf_dc',0)`
Les options sont '`pf.alg`' le choix du solver ('NR'=Newton,'FDXB','FDBX'=découplage,'GS'=Gauss Seidel), '`pf.nr.max_it`' le nombre d'itérations maximum (ou '`pf.fd.max_it`', '`pf.gs.max_it`'), '`pf.enforce_q_lims`' la mise de contraintes sur le réactif (0=sans contraintes,1=avec contraintes simultanées,2=avec une contrainte), '`pf_dc`' la résolution en DC ou AC (0=AC, 1=DC) ...
- `fname` : nom du fichier pour le stockage des résultats sous forme de tableau
- `solvedcase` : nom du fichier pour le stockage des données et résultats sous une forme réutilisable par Matpower

Les sorties sont alors une base de données (results) et un entier (success). La base de données results contient notamment un réel (results.MVABase), et des matrices (results.bus, results.gen, results.branch). `define_constants` permet d'introduire les noms dans les structures de données : il est alors possible d'utiliser results.bus(:,VM) au lieu des numéros results.bus(:,8).