

UNIVERSITE DE BORDJ BOU ARRERIDJ

Département d'Electronique
Année Universitaire : 2020 / 2021
Date : 01 / 04 / 2021

Matière : Dispositifs Passifs/Actifs RF et Microondes
Spécialité : Master 2 Syst. des Télécom.
Filière : Télécommunication

Horaires : 09h :00 – 10h :30

EXAMEN MOYEN DUREE

Exercice n° 1 (10 Pts)

Un multipole à quatre ports possède la matrice de répartition montrée en dessous.

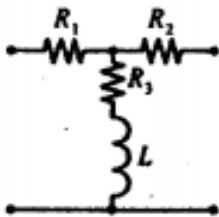
- (a) Ce multipole est-il sans pertes? Ecrire les 10 conditions à vérifier par les paramètres S.
- (b) Ce multiple est-il réciproque?
- (c) Quel est le Return Loss sur le port 1 lorsque tous les autres ports sont terminés par des charges adaptées?
- (d) Quel est l'Insertion Loss et le retard de phase entre les ports 2 et 4 lorsque tous les autres ports sont terminés par des charges adaptées?
- (e) Quel est le coefficient de réflexion vu au port 1 si un court circuit est placé sur le plan terminal du port 3 et tous les autres ports sont terminés par des charges adaptées?

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.1\angle 90^\circ & 0.8\angle -53.13^\circ & 0.3\angle -45^\circ & 0 \\ 0.8\angle -53.13^\circ & 0 & 0 & 0.4\angle 45^\circ \\ 0.3\angle -45^\circ & 0 & 0 & 0.6\angle -30^\circ \\ 0 & 0.4\angle 45^\circ & 0.6\angle -30^\circ & 0 \end{bmatrix}$$

Exercice n° 2 (10 Pts)

Pour le réseau T d'impédance caractéristique $Z_0 = 50 \Omega$, les trois résistances sont $R_1 = R_2 = 8.56 \Omega$, $R_3 = 141.8 \Omega$ et $f = 2 \text{ GHz}$. Trouver les paramètres S de cette configuration pour les deux cas suivants :

- a) $L = 0 \text{ Henry}$
- b) $L = 100 \text{ nano - Henry}$



FIN

CORRECTION DE L'EMD « Dispositifs Passifs/Actifs RF et Microondes »

Exercice n°1 [10 Points]

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.1\angle 90^\circ & 0.8\angle -45^\circ & 0.3\angle -45^\circ & 0 \\ 0.8\angle -45^\circ & 0 & 0 & 0.4\angle 45^\circ \\ 0.3\angle -45^\circ & 0 & 0 & 0.6\angle -45^\circ \\ 0 & 0.4\angle 45^\circ & 0.6\angle -45^\circ & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} \\ S_{12} & S_{22} & S_{23} & S_{24} \\ S_{13} & S_{23} & S_{33} & S_{34} \\ S_{14} & S_{24} & S_{34} & S_{44} \end{bmatrix}$$

(a) Pour être sans pertes, $[S]$ doit être unitaire:

2.0 Pt

$$\sum_{k=1}^N S_{ki} S_{kj}^* = \delta_{ij} \text{ pour tout } i, j$$

où $\delta_{ij} = 1$ si $i = j$ et $\delta_{ij} = 0$ pour $i \neq j$ est le symbole delta de Kronecker. Donc si $i = j$ l'équation se réduit à

$$\sum_{k=1}^N S_{ki} S_{ki}^* = \sum_{k=1}^N |S_{ki}|^2 = 1$$

Tandis que pour $i \neq j$ l'équation se réduit à

$$\sum_{k=1}^N S_{ki} S_{kj}^* = 0 \text{ pour } i \neq j$$

Par application à la matrice donnée, on écrit

$$C_1 \times C_1^*: |S_{11}|^2 + |S_{12}|^2 + |S_{13}|^2 + |S_{14}|^2 = (0.1)^2 + (0.8)^2 + (0.3)^2 + (0)^2 = 0.74 \neq 1$$

$$C_2 \times C_2^*: |S_{12}|^2 + |S_{22}|^2 + |S_{32}|^2 + |S_{42}|^2 = (0.8)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0.4)^2 = 0.8 \neq 1$$

$$C_3 \times C_3^*: |S_{13}|^2 + |S_{23}|^2 + |S_{33}|^2 + |S_{43}|^2 = (0.3)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0.6)^2 = 0.45 \neq 1$$

$$C_4 \times C_4^*: |S_{14}|^2 + |S_{24}|^2 + |S_{34}|^2 + |S_{44}|^2 = (0)^2 + (0.4)^2 + (0.6)^2 + (0)^2 = 0.52 \neq 1$$

$$C_1 \times C_2^*: S_{11}S_{12}^* + S_{12}S_{22}^* + S_{13}S_{23}^* + S_{14}S_{24}^* = (0.1\angle 90^\circ)(0.8\angle 45^\circ) = 0.08\angle 135^\circ \neq 0$$

$$C_1 \times C_3^*: S_{11}S_{13}^* + S_{12}S_{23}^* + S_{13}S_{33}^* + S_{14}S_{34}^* = (0.1\angle 90^\circ)(0.3\angle 45^\circ) = 0.03\angle 135^\circ \neq 0$$

$$\begin{aligned} C_1 \times C_4^*: S_{11}S_{14}^* + S_{12}S_{24}^* + S_{13}S_{34}^* + S_{14}S_{44}^* \\ = (0.8\angle -45^\circ)(0.4\angle -45^\circ) + (0.3\angle -45^\circ)(0.6\angle 45^\circ) = 0.32\angle -90^\circ + 0.18 \\ \neq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_2 \times C_3^*: S_{12}S_{13}^* + S_{22}S_{23}^* + S_{23}S_{33}^* + S_{24}S_{34}^* = (0.8\angle -45^\circ)(0.3\angle 45^\circ) + (0.4\angle 45^\circ)(0.6\angle 45^\circ) \\ = 0.18 + 0.24\angle 90^\circ \neq 0 \end{aligned}$$

$$C_2 \times C_4^*: S_{12}S_{14}^* + S_{22}S_{24}^* + S_{23}S_{34}^* + S_{24}S_{44}^* = 0$$

$$C_3 \times C_4^*: S_{13}S_{14}^* + S_{23}S_{24}^* + S_{33}S_{34}^* + S_{34}S_{44}^* = 0$$

Alors le multiple n'est pas sans pertes.

(b) Le multiple est réciproque puisque $[S]$ est symétrique.

2.0 Pt

(c) Lorsque les ports 2,3 et 4 sont adaptés, $\Gamma = S_{11}$

$$\text{Alors } RL = -20 \log|\Gamma| = -20 \log(0.1) = 20 \text{ dB.}$$

2.0 Pt

(d) Lorsque les ports 1 et 3 sont terminés par Z_0 ,

$$IL = -20 \log|S_{42}| = -20 \log(0.4) = 8.0 \text{ dB}$$

Le retard de phase = 60° .

2.0 Pt

(e) Pour un court-circuit au port 3 et des charges adaptées sur les autres ports, nous avons

$$V_2^+ = V_4^+ = 0$$

$$V_3^+ = -V_3^-$$

$$V_1^- = S_{11}V_1^+ + S_{13}V_3^+ = S_{11}V_1^+ - S_{13}V_3^-$$

$$V_3^- = S_{31}V_1^+$$

2.0 Pt

Alors

$$\Gamma^{(1)} = \frac{V_1^-}{V_1^+} = S_{11} - S_{13}S_{31} = 0.1j - (0.3\angle -45^\circ)(0.3\angle -45^\circ) = 0.1j + 0.09j = 0.19j$$

Exercice n°2 [10 Points]

Pour calculer S_{11} , nous devons calculer l'impédance d'entrée Z_{in} du circuit vu du port 1 lorsque le port 2 est fermé sur l'impédance $Z_{in} = 50 \Omega$. Dans ce cas Z_{in} est égale à R_1 en série avec la combinaison parallèle de $(R_2 + Z_0)$ et $(R_3 + j\omega L)$

$$Z_{in} = R_1 + (R_2 + Z_0) \parallel (R_3 + j\omega L) = R_1 + \frac{(R_2 + Z_0)(R_3 + j\omega L)}{R_2 + Z_0 + R_3 + j\omega L}$$

1.5
Pt

Le paramètre S_{11} est alors calculé comme

$$S_{11} = \Gamma_{in} = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0}$$

1.5
Pt

Le paramètre S_{22} est calculé par une approche similaire en considérant l'impédance de sortie vue du port 2 lorsque le port 1 est fermé sur l'impédance caractéristique

$$S_{22} = \Gamma_{out} = \frac{Z_{out} - Z_0}{Z_{out} + Z_0}$$

où

$$Z_{out} = R_2 + (R_1 + Z_0) \parallel (R_3 + j\omega L) = R_2 + \frac{(R_1 + Z_0)(R_3 + j\omega L)}{R_1 + Z_0 + R_3 + j\omega L}$$

Puisque $R_1 = R_2$, il s'ensuit $Z_{in} = Z_{out}$ et $S_{11} = S_{22}$.

Puisque le circuit est passif, les gains direct et inverse sont égaux et $S_{12} = S_{21}$.

Calculons S_{21}

$$S_{21} = \left. \frac{V_2^-}{V_1^+} \right|_{V_2^+ = 0}$$

2.0 Pt

Nous avons les équations définissant les relations des ondes incidentes et réfléchies avec les tensions sur les deux ports comme suit

$$\begin{cases} V_1 = V_1^+ + V_1^- \\ V_2 = V_2^+ + V_2^- \end{cases}$$

Tenant compte du fait que

$$\begin{cases} V_1^- = S_{11}V_1^+ \\ V_2^+ = 0 \end{cases}$$

On trouve

$$\begin{cases} V_1 = V_1^+ + S_{11}V_1^+ = (1 + S_{11})V_1^+ \\ V_2 = V_2^- \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} V_1^+ = \frac{1}{1 + S_{11}} V_1 \\ V_2^- = V_2 \end{cases}$$

Et

$$S_{21} = \frac{V_2^-}{V_1^+} = (1 + S_{11}) \frac{V_2}{V_1}$$

Pour calculer le rapport des tensions V_2/V_1 , on utilise la règle de division de tension à deux reprises.

La première entre la sortie V_2 et la tension V_2' aux bornes de la branche shunt et donne

$$\frac{V_2}{V_2'} = \frac{Z_0}{Z_0 + R_2}$$

La deuxième entre la tension V_2' aux bornes de la branche shunt et celle d'entrée V_1 et donne

$$\frac{V_2'}{V_1} = \frac{(R_3 + j\omega L) \parallel (Z_0 + R_2)}{R_1 + (R_3 + j\omega L) \parallel (Z_0 + R_2)} = \frac{Z_{in} - R_1}{Z_{in}}$$

Donc

$$\begin{aligned} S_{21} &= (1 + S_{11}) \frac{V_2}{V_1} = (1 + S_{11}) \frac{V_2}{V_2'} \frac{V_2'}{V_1} = \left(1 + \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0}\right) \frac{Z_0}{Z_0 + R_2} \frac{Z_{in} - R_1}{Z_{in}} \\ &= \frac{Z_{in} + Z_0 + Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \frac{Z_0}{Z_0 + R_2} \frac{Z_{in} - R_1}{Z_{in}} = \frac{2Z_{in}}{Z_{in} + Z_0} \frac{Z_0}{Z_0 + R_2} \frac{Z_{in} - R_1}{Z_{in}} \\ &= 2 \frac{Z_{in} - R_1}{Z_{in} + Z_0} \frac{Z_0}{Z_0 + R_2} \end{aligned}$$

$$S_{21} = 2 \frac{Z_{in} - R_1}{Z_{in} + Z_0} \frac{Z_0}{Z_0 + R_2} = S_{12}$$

$$[S] = \begin{bmatrix} \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} & 2 \frac{Z_{in} - R_1}{Z_{in} + Z_0} \frac{Z_0}{Z_0 + R_2} \\ 2 \frac{Z_{in} - R_1}{Z_{in} + Z_0} \frac{Z_0}{Z_0 + R_2} & \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \end{bmatrix}$$

2.0 Pt

a) $L = 0$ Henry

Dans ce cas

$$Z_{in} = R_1 + \frac{(R_2 + Z_0)R_3}{R_2 + Z_0 + R_3} = 8.56 + \frac{141.8 \times (8.56 + 50)}{8.56 + 50 + 141.8} = 50 \Omega$$

$$[S] = \begin{bmatrix} 0 & 0.7077 \\ 0.7077 & 0 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

1.5 Pt

b) $L = 100$ nano – Henry

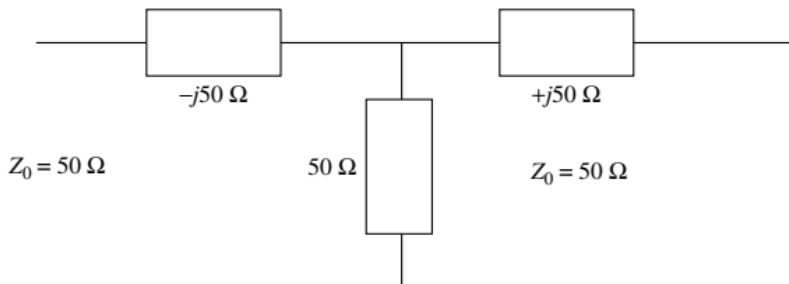
$$\begin{aligned} Z_{in} &= R_1 + \frac{(R_2 + Z_0)(R_3 + j\omega L)}{R_2 + Z_0 + R_3 + j\omega L} \\ &= 8.56 + \frac{(8.56 + 50) \times (141.8 + j2\pi(2 \times 10^9) \times 100 \times 10^{-9})}{8.56 + 50 + j2\pi(2 \times 10^9) \times 100 \times 10^{-9}} \\ &= 66.6957 + j2.6613 \Omega \end{aligned}$$

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.1448 \angle 7.7503^\circ & 0.8514 \angle 1.3146^\circ \\ 0.8514 \angle 1.3146^\circ & 0.1448 \angle 7.7503^\circ \end{bmatrix}$$

1.5 Pt

Exercice [10 Points]

Soit le réseau T à deux ports suivant :



- 1) Ce réseau est-il sans pertes ? justifier votre réponse sans faire de calculs **[02 Points]**.
- 2) Ce réseau est-il réciproque ? justifier votre réponse sans faire de calculs **[02 Points]**.
- 3) Ce réseau est-il adapté par l'impédance de référence Z_0 sur les deux ports ? justifier votre réponse par les calculs **[02 Points]**.
- 4) Calculer la matrice de répartition S de ce réseau bi-port **[04 Points]**.

Note : Dans les questions 3) et 4) précédentes, il est préférable d'utiliser les impédances réduites pour alléger les calculs.

Solution de l'exercice

1) Réseau sans pertes ?

Le réseau étudié contient un élément résistif 50Ω situé dans la branche shunt. Il est la source de pertes par effet joule. Par conséquent, **le réseau n'est pas sans pertes (avec pertes)**.

2) Réseau réciproque ?

Le réseau étudié ne contient pas de dispositifs actifs tels que les diodes et les transistors ni de matériaux anisotropes tels que les ferrites... Par conséquent, **le réseau est réciproque**.

3) Réseau adapté sur les deux ports ?

Adaptation du port 1

On ferme le port 2 sur l'impédance caractéristique ou de référence $Z_0 = 50 \Omega$ et on calcule le coefficient de réflexion $\Gamma_{in}^{(1)}$ résultant au port 1. Si ce coefficient est nul, on a adaptation du port 1. Sinon, le port 1 n'est pas adapté.

$$\Gamma_{in}^{(1)} = \frac{Z_{in}^{(1)} - Z_0}{Z_{in}^{(1)} + Z_0} = \frac{Z_{in}^{(1)}/Z_0 - Z_0/Z_0}{Z_{in}^{(1)}/Z_0 + Z_0/Z_0} = \frac{z_{in}^{(1)} - 1}{z_{in}^{(1)} + 1}$$

Avec : $z_{in}^{(1)} = -j + 1 \parallel (1 + j)$

$$1 \parallel (1 + j) = \frac{1(1 + j)}{1 + 1 + j} = \frac{1 + j}{2 + j} = \frac{(1 + j)(2 - j)}{(2 + j)(2 - j)} = \frac{2 + 2j - j + 1}{4 + 1} = \frac{3 + j}{5} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5}j$$

$$1 \parallel (1 + j) = \frac{3}{5} + \frac{1}{5}j$$

$$z_{in}^{(1)} = -j + 1 \parallel (1 + j) = -j + \frac{3}{5} + \frac{1}{5}j = \frac{3}{5} - \frac{4}{5}j$$

$$z_{in}^{(1)} = \frac{3}{5} - \frac{4}{5}j \quad \text{ou} \quad Z_{in}^{(1)} = Z_0 z_{in}^{(1)} = 50 \left(\frac{3}{5} - \frac{4}{5}j \right) = (30 - 40j)\Omega$$

$$S_{11} = \frac{z_{in}^{(1)} - 1}{z_{in}^{(1)} + 1} = \frac{3/5 - j4/5 - 1}{3/5 - j4/5 + 1} = \frac{-2/5 - j4/5}{8/5 - j4/5} = -\frac{1 + 2j}{2(2 - j)} = -\frac{1j(1 + 2j)}{2j + 1} = -\frac{1}{2}j$$

$$\Gamma_{in}^{(1)} = -\frac{1}{2}j \neq 0$$

Le port 1 n'est pas adapté.

On ferme le port 1 sur l'impédance caractéristique ou de référence $Z_0 = 50\Omega$ et on calcule le coefficient de réflexion $\Gamma_{in}^{(2)}$ résultant au port 2. Si ce coefficient est nul, on a adaptation du port 2. Sinon, le port 2 n'est pas adapté.

De la même façon, on calcule

$$\Gamma_{in}^{(2)} = \frac{z_{in}^{(2)} - 1}{z_{in}^{(2)} + 1}$$

Avec : $z_{in}^{(2)} = j + 1 \parallel (1 - j)$

On constate bien que

$$z_{in}^{(2)} = (z_{in}^{(1)})^* \quad \text{le complexe conjugué de } z_{in}^{(1)}$$

Par conséquent,

$$\Gamma_{in}^{(2)} = \frac{(z_{in}^{(1)})^* - 1}{(z_{in}^{(1)})^* + 1} = \left[\frac{z_{in}^{(1)} - 1}{z_{in}^{(1)} + 1} \right]^* = [\Gamma_{in}^{(2)}]^* = \frac{1}{2}j \neq 0$$

Le port 2 n'est pas adapté.

Le réseau n'est pas adapté sur les deux ports.

4) Calcul des paramètres S du réseau

On applique la définition des paramètres S

$$S_{mn} = \left. \frac{V_m^-}{V_n^+} \right|_{V_k^+ = 0, k \neq n}$$

Les éléments de la matrice S sont classés en deux catégories ;

- Eléments diagonaux S_{mm} ; $m = 1, 2, \dots, N$. N Etant le nombre de ports, dans ce cas $N = 2$. Par conséquent, un élément diagonal S_{mm} donné représente le coefficient de réflexion du port m lorsque tous les autres ports sont adaptés.

$$S_{mm} = \left. \frac{V_m^-}{V_m^+} \right|_{V_k^+ = 0, k \neq m} = \frac{Z_{in}^{(m)} - Z_0}{Z_{in}^{(m)} + Z_0} = \frac{Z_{in}^{(m)}/Z_0 - Z_0/Z_0}{Z_{in}^{(m)}/Z_0 + Z_0/Z_0} = \frac{z_{in}^{(m)} - 1}{z_{in}^{(m)} + 1}$$

Donc

$$S_{11} = \left. \frac{V_1^-}{V_1^+} \right|_{V_2^+ = 0} = \frac{z_{in}^{(1)} - 1}{z_{in}^{(1)} + 1} = \Gamma_{in}^{(1)} = -\frac{1}{2}j$$

$$S_{11} = -\frac{1}{2}j = 0.5 \angle -90^\circ$$

De la même façon, on calcule

$$S_{22} = \left. \frac{V_2^-}{V_2^+} \right|_{V_1^+ = 0} = \Gamma_{in}^{(2)} = \frac{1}{2}j = 0.5 \angle 90^\circ$$

- Eléments hors-diagonale S_{mn} avec $m \neq n$ et $m, n = 1, 2, \dots, N$. Par conséquent, un élément hors-diagonal S_{mn} donné représente le coefficient de transmission (coefficient de transmittance) du port n vers le port m lorsque tous les autres ports sont adaptés.

Calculons S_{21}

$$S_{21} = \left. \frac{V_2^-}{V_1^+} \right|_{V_2^+ = 0}$$

Nous avons les équations définissant les relations des ondes incidentes et réfléchies avec les tensions sur les deux ports comme suit

$$\begin{cases} V_1 = V_1^+ + V_1^- \\ V_2 = V_2^+ + V_2^- \end{cases}$$

Tenant compte du fait que

$$\begin{cases} V_1^- = S_{11}V_1^+ \\ V_2^+ = 0 \end{cases}$$

On trouve

$$\begin{cases} V_1 = V_1^+ + S_{11}V_1^+ = (1 + S_{11})V_1^+ \\ V_2 = V_2^- \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} V_1^+ = \frac{1}{1 + S_{11}} V_1 \\ V_2^- = V_2 \end{cases}$$

Et

$$S_{21} = \frac{V_2^-}{V_1^+} = (1 + S_{11}) \frac{V_2}{V_1}$$

Pour calculer le rapport des tensions V_2/V_1 , on utilise la règle de division de tension à deux reprises. La première entre la sortie V_2 et la tension V_2' aux bornes de la brache shunt et donne

$$\begin{aligned} \frac{V_2}{V_2'} &= \frac{1}{1+j} = \frac{1-j}{(1+j)(1-j)} = \frac{1-j}{1+1} = \frac{1-j}{2} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}j \\ \frac{V_2}{V_2'} &= \frac{1}{2} - \frac{1}{2}j \end{aligned}$$

La deuxième entre la tension V_2' aux bornes de la brache shunt et celle d'entrée V_1 et donne

$$\begin{aligned} \frac{V_2'}{V_1} &= \frac{1 \parallel (1+j)}{-j+1 \parallel (1+j)} = \frac{1 \parallel (1+j)}{z_{in}^{(1)}} = \frac{3/5 + j/5}{3/5 - j \ 4/5} = \frac{3+j}{3-4j} = \frac{(3+j)(3+4j)}{(3-4j)(3+4j)} \\ &= \frac{9+12j+3j-4}{9+16} = \frac{5+15j}{25} = \frac{1}{5} + \frac{3}{5}j \end{aligned}$$

$$\frac{V_2'}{V_1} = \frac{1}{5} + \frac{3}{5}j$$

Donc

$$\begin{aligned} S_{21} &= (1 + S_{11}) \frac{V_2}{V_1} = (1 + S_{11}) \frac{V_2}{V_2'} \frac{V_2'}{V_1} = \left(1 - \frac{1}{2}j\right) \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2}j\right) \left(\frac{1}{5} + \frac{3}{5}j\right) \\ &= \frac{1}{20} (2-j)(1-j)(1+3j) = \frac{1}{20} (2-2j-j-1)(1+3j) \\ &= \frac{1}{20} (1-3j)(1+3j) = \frac{1}{20} (1+9) = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$$S_{21} = \frac{1}{2} = 0.5 \angle 0^\circ$$

La matrice S de ce circuit s'écrit alors

$$[S] = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} -j & 1 \\ 1 & j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 \angle -90^\circ & 0.5 \angle 0^\circ \\ 0.5 \angle 0^\circ & 0.5 \angle 90^\circ \end{bmatrix}$$

Liste de Notes

Niveau : 2^{ème} Année Master Spécialité : Systèmes de Télécommunications

| No | Nom | Prénom | Examen (sur 20) | Devoir (sur 10) |
|----|-------------|---------------|--------------------|--------------------|
| 01 | ALSALAKINI | RAMA | 11.50 | 05.00 |
| 02 | BABOUCHE | HALIMA SAADIA | ABS | ABS |
| 03 | BAKHOUCHE | DIABE | 17.50 | 05.00 |
| 04 | BELAISSAOUI | WAFI | 08.50 | 05.00 |
| 05 | BELKADI | HANANE | 07.50 | 05.00 |
| 06 | BENARIB | HADIL | 03.50 | 09.00 |
| 07 | BENDIFALLAH | TINHINANE | 08.00 | 05.00 |
| 08 | BENMENNI | AMINA | 02.50 | 05.00 |
| 09 | BOUKHELIF | YAHIA RIADH | 10.50 | 05.00 |
| 10 | BOUNOUA | MAISSA | 12.00 | 05.00 |
| 11 | DJEBRANI | ZAHOUA | 07.00 | 09.00 |
| 12 | GUEZZOU | MANEL | 02.00 | 05.00 |
| 13 | IZEM | REKIA | 05.50 | 09.00 |
| 14 | KAHOUL | ABDELBASSET | 05.50 | 09.00 |
| 15 | KENNOUCHE | NOURELHOUDA | 10.50 | 05.00 |
| 16 | KERAI | HANANE | 07.50 | 05.00 |
| 17 | LADOUR | IMANE | 11.00 | 05.00 |
| 18 | LAFI | KHALIL | ABS | ABS |
| 19 | LARGUET | MOHYIDDINE | 04.50 | 09.00 |
| 20 | MAAZA | HANANE | 10.00 | 09.00 |
| 21 | MEDJAAF | MOUNA | 02.00 | 05.00 |
| 22 | MEKHOUKH | ISMAIL | ABS | ABS |
| 23 | MERADI | KHAOULA | 08.00 | 09.00 |
| 24 | MERROUCHE | LAKHDAR | 01.00 | 05.00 |
| 25 | MESILI | HALIMA | 08.50 | 05.00 |
| 26 | OULMI | RAYANE | 06.00 | 09.00 |
| 27 | SAIDI | FERYAL | 06.00 | 09.00 |
| 28 | SATOURI | ILHEM | 08.50 | 05.00 |
| 29 | SENOUCI | ABDELATIF | 06.00 | 09.00 |
| 30 | SOUL | KHAIR EDDINE | 03.50 | 09.00 |
| 31 | TEBBI | Karim | 02.00 | 09.00 |
| 32 | TOUKALI | SAMIRA | 04.00 | 05.00 |
| 33 | YALLAOUI | KHADHRA | 02.00 | 05.00 |
| 34 | ZAIDI | AMINE | 08.00 | 09.00 |

BBA, le 16/04/2021

Le Responsable de la Matière
 Pr. Farid BOUTTOUT