

**UNIVERSITE DE SAVOIE
DOMAINE SCIENTIFIQUE TECHNOLAC
73370 LE BOURGET DU LAC**

**ANNEE UNIVERSITAIRE
2018-2019**

**L3 Réseaux et
télécommunication
ESET
TRI**

**SEMESTRE 5 ET 6
SESSION 1 ET 2**

SEMESTRE 5

SESSION 1

L3 STIC ESET
FPGA AND VHDL (ETRS 511)

Date : 20/12/2018

Durée : 1h30

Règles pour l'épreuve :

- Tous les documents papier sont autorisés

Exercice 1 : Cherchez l'erreur !

Un étourdi a écrit le code VHDL suivant et le compilateur lui signale 11 erreurs.

Q1. Retrouvez au moins 8 erreurs dont vous êtes sûrs et expliquez pourquoi la syntaxe est fautive.

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

entity exam is
port{ clk : std_logic;
      Erreur : in bit ;
      a : in signed (3 downto 0);
      b : in signed (3 downto 0);
      operation : in bit;
      Nb_erreurs : out integer;
      add : out signed (3 downto 0);
};
end exam;

architecture 1A of exam is

variable var : integer;

begin
  process(clk)
  begin
    if clk'event and clk=1 then
      Nb_erreurs <= Nb_erreurs + 1 when erreur = '1' else Nb_erreurs;
      if operation = '0' then
        var <= 2;
      else
        var := 6;
      end if;
      add <= a + b + var;
    end if;
  end process;

end 1A;
```

Exercice 2 : Etude d'un circuit

On donne en annexe les fichiers vhdl d'un projet décrivant un circuit.

1. Etude du Top Level

Q1. Quel type de description est utilisé dans ce fichier ?

Q2. Dessinez de façon claire le schéma décrit par ce fichier. Faites apparaître les entrées et sorties du circuit et des composants. Précisez bien les tailles des bus utilisés et nommez tous les signaux.

2. Etude du composant bloc

Q1. Ce composant est décrit en utilisant un paramètre générique. Pourquoi utiliser un tel paramètre ?

Q2. Quelle est la valeur par défaut du paramètre générique ?

Pour comprendre le fonctionnement de ce bloc, on propose de le simuler. Pour cette simulation, on fixera le paramètre générique à 4.

Q3. Quelles sont les entrées/sorties de ce composants ? Indiquez leur taille.

Q4. Proposez des chronogrammes à appliquer sur toutes les entrées pour effectuer une simulation pertinente du composant.

Q5. Ecrivez le fichier vhdl permettant de simuler le composant selon les chronogrammes de la question précédente.

Q6. En considérant que l'on applique sur les entrées les chronogrammes de la question Q4, dessinez le(s) chronogramme(s) que l'on peut attendre sur la (les) sortie(s) après une simulation fonctionnelle.

Q7. Quelle est la fonction du composant bloc ?

3. Etude du composant FSM

Q1. Quels sont les états de cette machine à états ?

Q2. Dessinez le diagramme d'état.

Q3. Quelles lignes de code pourrait-on ajouter et à quel endroit du fichier si on voulait améliorer la machine avec un reset asynchrone qui la force dans l'état « attente » ?

4. Description du composant parité

Q1. En suivant les contraintes données par le Top Level, écrivez l'entity du composant parité.

Q2. Ecrivez l'architecture de ce composant sachant qu'il doit réaliser, sur front montant d'horloge, l'opération OU EXCLUSIF entre deux entrées. Un reset synchrone force la sortie à 0.

Q3. Expliquez pourquoi ce composant est utilisé pour calculer la parité des entrées.

5. Fonctionnement du circuit

Q1. Complétez les chronogrammes de l'annexe 4 (on négligera les temps de propagation) en considérant que $D_{in} = "1010110"$ et que à $t=0$ le circuit est dans l'état « attente ».

Q2. Expliquer le fonctionnement de ce circuit.

ANNEXE 1 : toplevel.vhd

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

entity toplevel is
  port( D_in : in std_logic_vector(6 downto 0);
        E,clk : in std_logic;
        D_out : out std_logic);
end toplevel;

architecture toplevel_arch of toplevel is

  signal data, bit_parite : std_logic;
  signal n_bit : integer range 0 to 6;
  signal p_trame: integer range 0 to 3;

  constant start : std_logic:='0';
  constant stop : std_logic:='1';

  component bloc
  generic (n : integer := 16);
  port(data_in : in std_logic_vector(n-1 downto 0);
        S : in integer range 0 to n-1;
        data_out : out std_logic);
  end component;

  component FSM
  port(envoi,H : in std_logic;
        sel_bit : out integer range 0 to 7;
        sel_trame : out integer range 0 to 3);
  end component;

  component parite
  port(d, par_in, H, reset : in std_logic;
        par_out : out std_logic);
  end component;

begin

  comp1: bloc
  generic map (7)
  port map (D_in, n_bit ,data);

  comp2: FSM
  port map (E,clk,n_bit, p_trame);

  comp3: parite
  port map (data,bit_parite,clk,E,bit_parite);

  comp4 : bloc
  generic map (4)
  port map (data_in(0)=>start, data_in(1)=>data, data_in(2)=>bit_parite, data_in(3)=>stop,
  S=>p_trame, data_out=>D_out);

end toplevel_arch;
```

ANNEXE 2 : bloc.vhd

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

entity bloc is
    generic (n : integer := 16);
    port(data_in : in std_logic_vector(n-1 downto 0);
         S : in integer range 0 to n-1;
         data_out : out std_logic);
end bloc;

architecture bloc_arch of bloc is
begin
    data_out<=data_in(S);
end bloc_arch;
```

ANNEXE 3 : FSM.vhd

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

entity FSM is
port(envoi,H : in std_logic;
     sel_bit : out integer range 0 to 7;
     sel_frame : out integer range 0 to 3);
end FSM;

architecture FSM_arch of FSM is

type etat_type is (attente, debut, envoi_donnee, fin_frame);

signal etat : etat_type;
signal Numero : integer range 0 to 7;

begin
  process (H)
  begin
    if H'event and H='1' then
      case etat is
        when attente => sel_bit <=0;
                       sel_frame <= 3;
                       if envoi ='1' then etat<= debut; end if;

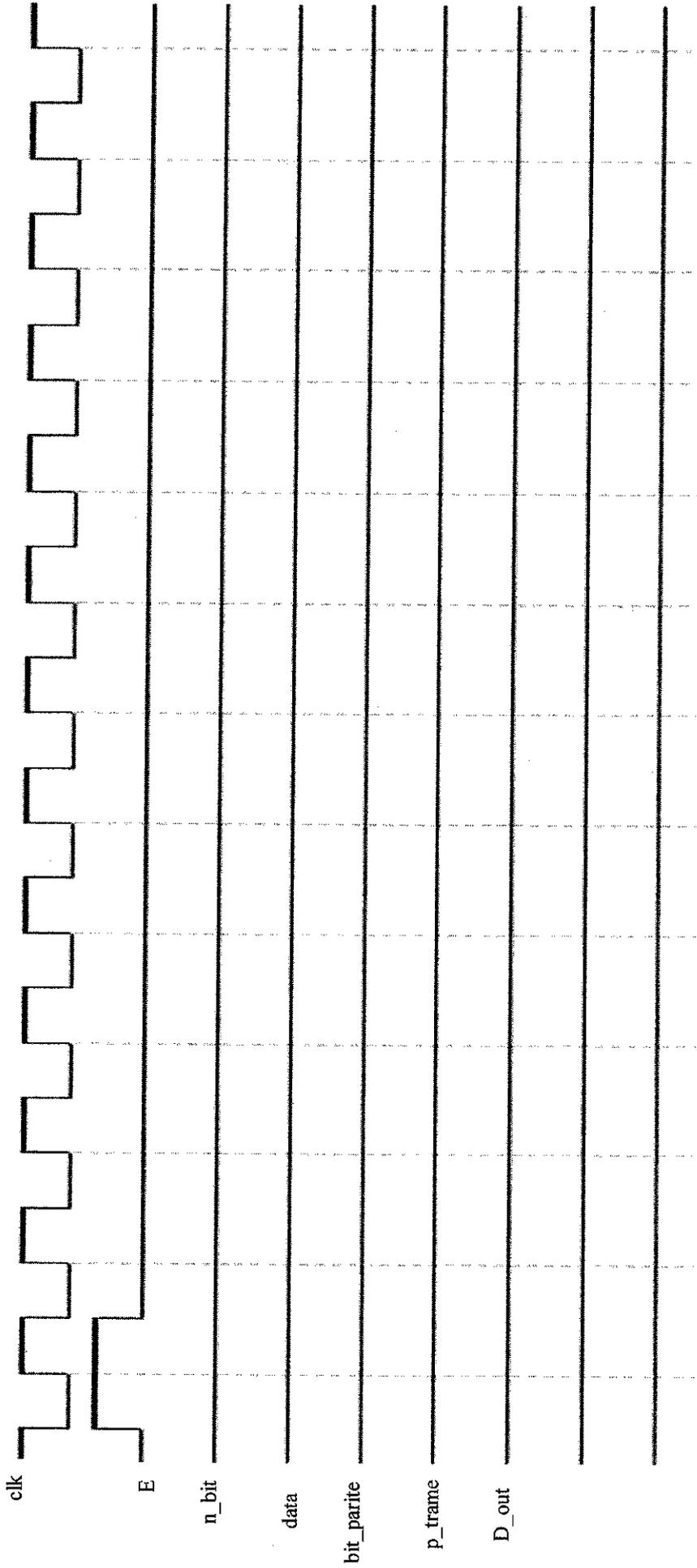
        when debut => sel_bit <=0;
                     sel_frame <= 0;
                     etat<= envoi_donnee;
                     Numero<=0;

        when envoi_donnee=> Numero<=Numero+1;
                            sel_bit <=Numero;
                            sel_frame <= 1;
                            if Numero = 6 then etat <= fin_frame; end if;

        when fin_frame => sel_bit <=0;
                          sel_frame <= 2;
                          etat<=attente;

      end case;
    end if;
  end process;
end FSM_arch;
```

ANNEXE 4 : Chronogrammes



Examen ETRS 504 « Ondes et Propagation » - 2018-2019 – déc. 2018

Durée 1h30 – deux feuilles manuscrites de résumé autorisées

Exercice 0 : Questions de cours (2 pts)

0.1 : Attribuer à chacun des trois phénomènes suivants : « le soleil prend une teinte orange-rouge le soir », « une impulsion brève s'élargie dans le temps lors de sa propagation », « la lumière des phares des automobiles que je croise la nuit est irisée si mon pare-brise est rayé » **un** des trois effets suivants : « dispersion », « diffraction », « diffusion ». Justifier vos choix en une à deux lignes (maximum).

0.2 : Quel phénomène est utilisé dans les casques audio « réducteurs de bruit » pour réduire les bruits ambiants de l'environnement ? Expliquer le principe en deux à trois lignes (maximum)

Exercice I : Liaison sans fil de télécommunication (6 pts)

On considère une liaison fonctionnant à la fréquence $f = 3$ GHz. Le point d'émission fixe émet un signal de puissance $P_{e \text{ dBm}}$ de 30 dBm avec une antenne parabolique de gain G_e de 10 dB La portée de la liaison sera notée d .

III.1 : Calculer la longueur d'onde λ (en m) du signal émis. Calculer le gain G_e en linéaire.

III.2 : Calculer le diamètre D (en m) de la parabole d'émission (on suppose un facteur de gain f_g valant 0,95).

III.3 : Calculer, en dBm et en W, la PIRE de ce point d'émission.

Le récepteur mobile intègre une carte contenant une antenne de gain $G_r \text{ dB}$ de 6 dB et son seuil de réception $P_{r \text{ seuil dBm}}$ est de - 60 dBm en incluant la marge de sécurité.

III.4 : Déterminer la portée d_{th} théorique maximale entre l'émetteur et le récepteur mobile.

III.5 : Calculer la portée réelle d du réseau sachant qu'il existe au total 5 dB de pertes électroniques et atmosphériques.

Exercice II : Propagation d'une onde plane dans un matériau quasi-isolant (6 pts)

On considère une onde plane monochromatique de pulsation ω et de vecteur d'onde k . Le champ électrique est polarisé selon Ox , d'amplitude E_0 et la propagation s'effectue dans la direction Oz .

L'onde se propage dans un matériau caractérisé par : $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon'_r$, $\mu = \mu_0$, $\sigma = \sigma_0$.

II.1 : Donner l'expression de k^2 en fonction de ω , ϵ_0 , ϵ'_r , μ_0 et σ_0 .

On admettra que la conductivité du matériau est faible (quasi-isolant) dans la bande de fréquence de travail. On utilisera donc : $\sigma_0 \ll \omega \epsilon_0 \epsilon'_r$

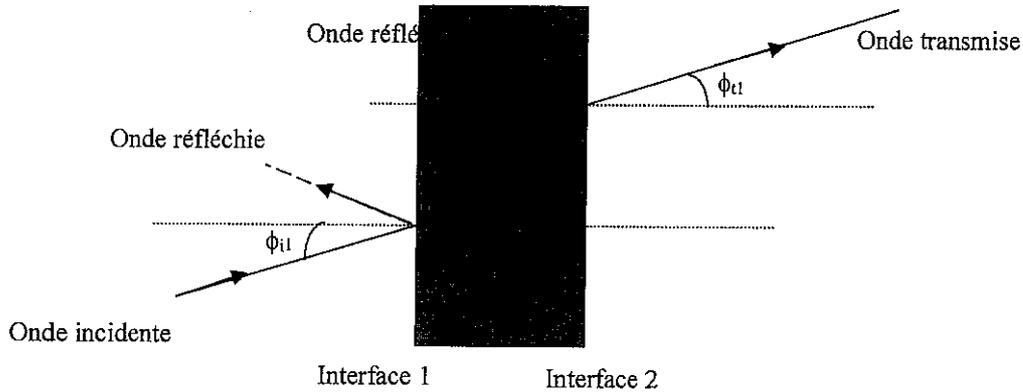
II.2 : En utilisant cette inégalité et le fait que $(1+x)^\alpha = 1+\alpha x$ quand $x \ll 1$ donner l'expression de k sous la forme complexe $k = k' - jk''$, en explicitant chacun des termes k' et k'' en fonction des paramètres du matériau (ϵ_0 , ϵ'_r , μ_0 et σ_0) et de la pulsation ω .

II.3 : Déterminer l'expression de la vitesse de phase. Donner l'expression de l'atténuation en dB/m.

II.4 : Application numérique : $\epsilon'_r = 6$, $\sigma_0 = 10^{-4}$ S/m : calculer la vitesse de l'onde et l'atténuation à $f = 1$ GHz. L'onde est-elle soumise à un phénomène de dispersion ? Pourquoi ?

Exercice III : Fenêtre optique (6 pts)

Une lame de verre placée dans l'air ($n_1=1$) qu'on supposera d'indice $n_2=1.5$, est encore utilisée pour la sortie du signal de la cavité d'un laser bon marché.



III.1 : Donner l'expression (en fonction de n_1 et n_2) et la valeur de l'angle d'incidence ϕ_{i1} qui permet d'obtenir aucune onde réfléchie au niveau de la première interface air-verre. Quel est le type de polarisation qui permet d'observer ce phénomène ?

III.2 : Calculer l'angle de réfraction ϕ_{t2} dans ces conditions. Vérifier alors que $\phi_{t2} = \pi/2 - \phi_{i1}$

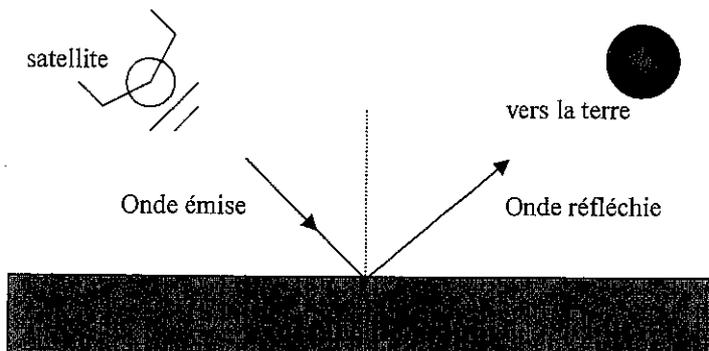
III.3 : Pour l'angle ϕ_{i1} précédent, donner l'amplitude E_{t2} du champ transmis dans le verre en fonction de n_1 et n_2 (l'exprimer en rapport avec l'amplitude E_{i1} du champ incident dans l'air) ainsi que sa valeur.

III.4 : Toujours pour ces mêmes angles précédents, déterminer l'expression (en fonction de n_1 et n_2) et la valeur de l'angle de réfraction ϕ_{t1} à la sortie de la deuxième interface (verre-air). Commentaire. Quelle est l'amplitude du champ réfléchi dans le verre par cette interface ?

III.4 : Déterminer l'amplitude E_{t1} du champ transmis dans l'air (l'exprimer en fonction de n_1 et n_2 et en rapport avec l'amplitude E_{i1} du champ incident dans l'air). Conclusion.

Question bonus :

Mesure de l'indice de réfraction de la lune. L'expérience suivante a été menée il y a une cinquantaine d'année dans le but de mesurer l'indice de réfraction n_2 de la lune. Un satellite en orbite proche de la lune (dans un milieu équivalent au vide d'indice $n_1=1$) émet une onde plane vers la surface (supposée plane) de la lune avec une incidence Θ_{i1} . On s'arrange pour mesurer depuis la terre l'amplitude de l'onde réfléchie. Pour une incidence $\Theta_{i1}=60^\circ$ l'amplitude du signal réfléchi est nulle (pas de signal reçu sur terre). Indiquer le type de polarisation utilisée et donner la valeur de l'indice de réfraction de la lune.



L3 ESET et TRI
OUTILS MATHÉMATIQUES (ETRS 503 - ETRS 504)

Date : 21/12/2018

Durée : 1h30

Règles pour l'épreuve :

- Une feuille manuscrite A4 recto/verso
- Calculatrice interdite

Exercice 1 : Dérivées – Rq : Bien penser à mener les calculs le plus loin possible !

1.1) Dériver la fonction $f(x) = \frac{-2 \cdot x - 6}{x+3} + \frac{1}{2} \cdot \ln((x+3)^2)$

1.2) Dériver la fonction $f(x) = x \cdot \sin(2x+1) - (x-3) \cdot \cos(x)$

1.3) Calculer le gradient de la fonction $g(x, y, z) = x^4 \cdot (4y + z^2)^3$

1.4) On veut déterminer le débit d'un réseau informatique à l'aide de la formule :

$$D = \frac{8 \cdot N}{T}$$

où D est le débit que l'on cherche, N est le nombre d'octets émis et T le temps nécessaire pour émettre ces octets. On estime avoir envoyé $300\,000 \pm 300$ octets pendant 0.080 ± 0.008 secondes.

- 1.4.a) Calculer le débit de la liaison.
- 1.4.b) Calculer l'incertitude absolue sur cette valeur.
- 1.4.c) Calculer l'incertitude relative sur D.

Exercice 2 : Equation différentielle du second ordre

Soit l'équation différentielle

$$y'' + 4y = 3 \tag{E1}$$

où y est une fonction de la variable réelle x définie et dérivable sur R.

- 2.1) Résoudre l'équation homogène (EH1) associée à (E1).
- 2.2) Déterminer une solution particulière de l'équation (E1).
- 2.3) Déterminer la solution générale de l'équation (E1).
- 2.4) Déterminer la fonction solution de (E1) vérifiant les conditions : $y(0) = \frac{3}{4}$ et $y'(0) = 2$.
- 2.5) Représenter graphiquement à main levée la fonction y(x).

Exercice 3 : Equation différentielle du premier ordre

Soit l'équation différentielle (EC) $\leftrightarrow y' + \frac{1}{x}y = 18x$

3.1) Trouver la solution générale $y_H(x)$ de l'équation homogène associée :

$$(EH) \leftrightarrow y' + \frac{1}{x}y = 0$$

3.2) Trouver la solution générale de l'équation complète (EC), en utilisant la méthode de la variation de la constante.

3.3) Trouver la fonction solution de l'équation complète (EC) qui vérifie la condition initiale $y(1) = 12$.

Exercice 4 : Matlab

4.1) Expliquer ce que fait la fonction Matlab ci-dessous. A quoi ressemble le résultat ?

```
function D=f1(X,DELTA)  
D=(log(X+DELTA)-log(X))/DELTA;  
figure  
plot(X,D)
```

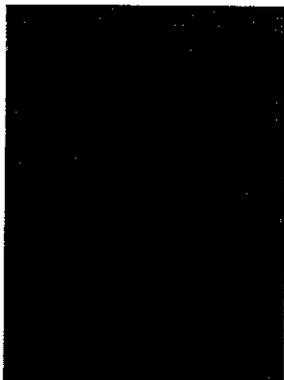
4.2) Un étudiant a écrit le code Matlab suivant :

```
x=[0:0.01:1] ;  
y=(x-3)/(x^2+1) ;  
plot(x,E2(x)) ;
```

Le message d'erreur suivant apparaît :
??? Error using ==> ^
Matrix must be square.

- D'où vient cette erreur ?
- Modifier le code pour qu'il n'y ait plus de message d'erreur.

Question bonus de Noël (apporter une justification mathématique à la réponse)



« Jules a 24 ans, il a deux fois l'âge qu'avait sa sœur Ursule au moment où lui avait l'âge qu'a maintenant Ursule. Quel est l'âge d'Ursule ? »

Trouvé dans le Petit Spirou, 1953

Examen ETRS 502 session 1

EXERCICE 1 :

1. Calculer l'intégrale $A = \int_1^4 \frac{1-x+2x^2}{x} dx$
2. Donner une primitive de $f(x) = \frac{x^3+2x}{x^2+x+1}$
3. Donner une primitive de la fonction $g(x) = x^2 e^x$

EXERCICE 2 : j est tel que $j^2 = -1$

1. Mettre $1 + j\sqrt{3}$ sous forme trigonométrique, puis sous forme exponentielle.
2. A quelle condition sur n , le nombre $(1 + j\sqrt{3})^n$ est-il un nombre purement réel ?
3. A quelle condition sur n , le nombre $(1 + j\sqrt{3})^n$ est-il un nombre purement réel et positif ?

EXERCICE 3 : Antenne et antenne complémentaire

Soit un antenne dont l'impédance complexe est égale à : $Z_A = 73 + j42.5 \Omega$

Son antenne complémentaire présente une impédance $Z_D = A + jB$ telle que : $4 \cdot Z_D \cdot Z_A = Z_0^2$ où Z_0 est l'impédance du vide qui vaut 377Ω (Z_0 est donc une impédance réelle).

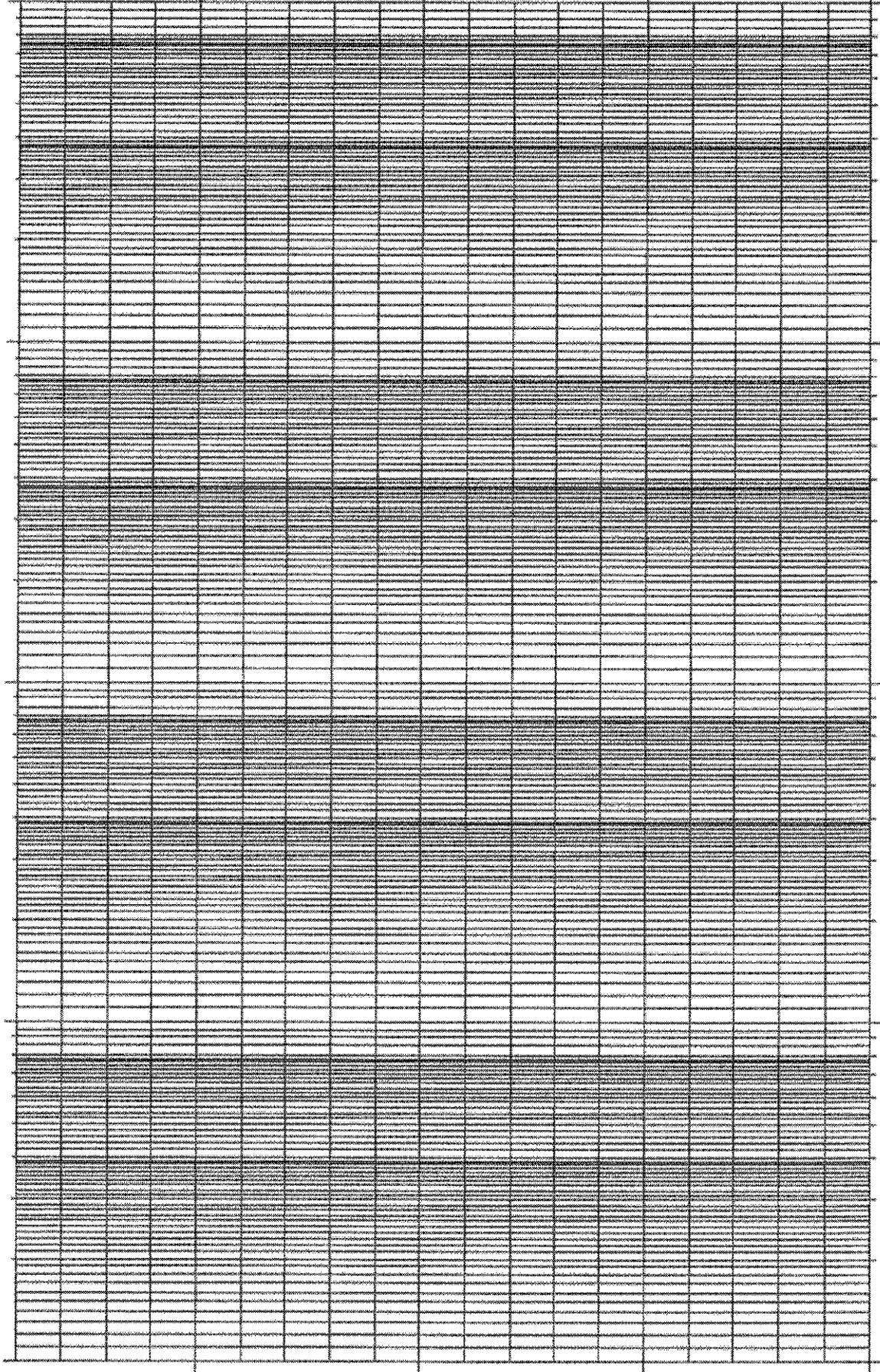
1. Calculer la partie réelle A et la partie imaginaire B de l'impédance complexe Z_D .

EXERCICE 4 : j est tel que $j^2 = -1$

Soit la fonction $x \rightarrow H(x)$ où x est un réel et $H(x)$ un nombre complexe, s'écrivant $H(x) = \frac{jx}{1+jx}$

1. Déterminer le module et l'argument de $H(x)$ que l'on nommera $|H(x)|$ et $\arg(H(x))$.
2. Pour $x=0.1, 1, 2, 10$ et 100 donner les valeurs de $|H(x)|$ et $\arg(H(x))$. Calculer $20 \times \log_{10} |H(x)|$.
3. Pour x variant de 0 à l'infini étudier les valeurs limites et les asymptotes de $|H(x)|$ et $\arg(H(x))$. On veillera à bien donner l'expression analytique des asymptotes pour le module.
4. Tracer $|H(x)|$ en dB dans un diagramme de Bode à l'aide du papier semi-log joint à ce sujet.
5. Tracer $\arg(H(x))$ sur le même papier semi-log.
6. En supposant que x est une fréquence normalisée, faire l'analogie entre cette étude et celle d'un filtre. De quel type de filtre s'agirait-il ?

Numéro d'intercalaire :



INFO501 - ETRS
INFO510 - CT SESSION 1

Documents autorisés : une feuille manuscrite au format A4.

Directives :

- Les exercices sont indépendants et l'ordre n'est pas important.
 - Tout le code demandé doit être rédigé dans le langage pseudo-code vu en cours.
 - Vous pouvez utiliser sans les redéfinir tous les types de données abstraits vu en cours et en TD.
 - Vous pouvez toujours supposer les questions précédentes résolues, et donc utiliser les procédures et fonctions précédentes comme si vous les aviez écrites correctement.
 - Vous pouvez définir des fonctions intermédiaires, afin d'améliorer la lisibilité et compréhension de vos algorithmes
 - Le barème est donné à titre indicatif. Des points négatifs seront attribués à la présentation.
-

Exercice I. Trace d'un programme (/5)

Déterminez ce qui est affiché par le programme ci-dessous :

Action $u(x : \underline{\mathbf{E}}$ Entier, $y : \underline{\mathbf{S}}$ Chaîne)

Début

Affiche ("x=", x , ", y=", y)

Si $x > 0$ **alors**

Si $(x \bmod 2 == 1)$ **alors**

$y = \text{concat}(y, "0")$

Sinon

$y = \text{concat}(y, "1")$

Fin si

$x := x/2$ /*division entière */

$u(x,y)$

Fin si

Fin

Variable : w, z : Chaines initialisée à ""

Début

$u(8,w)$

Affiche ("w =", w)

$u(29, z)$

Affiche ("z =", z)

Fin

- 1) Donner la trace d'exécution du programme pour l'appel $u(8,w)$. Vous devez faire apparaître l'évolution de x , y , $u(x,y)$ à chaque appel de u .
- 2) Déterminez ce qu'il affiche.
- 3) Est-on sûr que l'action u se terminera pour n'importe quelle entrée ? Justifier.
- 4) Que fait ce programme ?

Exercice II. Utilisation d'un type de données complexes (/5)

Considérez les définitions suivantes :

Type : Match : Entité
 *Pays*₁ : Chaîne de caractères
 *Pays*₂ : Chaîne de caractères
 *Score*₁ : Entier
 *Score*₂ : Entier

Constante MAX := 64

Type : CoupeDuMonde : Tableau[0..MAX-1] de Match

Le type **Match** comporte 4 champs : les deux premiers sont les noms des pays qui se sont affrontés lors du match, les deux suivants les scores respectifs. Le *Score*₁ correspond au nombre de buts marqués par le *Pays*₁ lors du match (et le *Score*₂ au *Pays*₂).

Ecrire le pseudo-code des fonctions ci-dessous.

1. Retourne le nombre total de buts marqués lors d'une coupe du monde
 Fonction nombreButsTotal(*pays* : E Chaîne de caractères) : Entier
2. Calcule le nombre de buts qu'un pays a marqué dans l'ensemble des matchs d'une coupe du monde.
 Fonction nombreButsPays(*pays* : E Chaîne de caractères, *cdm* : E CoupeDuMonde) : Entier
 Attention : un même pays peut être *Pays*₁ ou *Pays*₂ selon les matchs.
3. Calcule la moyenne des buts qu'un pays a marqué dans l'ensemble des matchs de la coupe du monde.
 Fonction moyenneButs(*pays* : E Chaîne de caractères, *cdm* : E CoupeDuMonde) : Entier

Exercice III. Implémentation d'un type abstrait : Files de priorité (/10)

Une *File de priorité* est un type abstrait utilisé en informatique. La file de priorité permet de traiter les éléments par ordre de priorité. On peut donc insérer des éléments, ayant une priorité, extraire l'élément ayant la priorité maximale, et tester si la file de priorité est vide¹.

L'objectif de cet exercice est d'implémenter les différentes primitives des files de priorité, sur un type : **Element**, défini par son nom et sa priorité.

Type : Element : Entité
 nom : Chaîne de caractères
 priorite : Entier

On supposera dans toute la suite de l'exercice que le type **Element** supporte les opérations de comparaison <, >, <=, >= et d'affectation :=.

Par exemple si la priorité de l'élément *E*₁ est supérieure à celle de l'élément *E*₂, alors le test *E*₁ >= *E*₂ retourne **Vrai**.

1. Les files de priorité sont notamment utilisées dans les systèmes d'exploitation.

Primitives sur les files de priorité

Ci-dessous les différentes primitives sur les files de priorité :

- Permet d'insérer un élément
Action `insérerElement(f : ES File de priorité, x : E Element)`
- Permet de retrouver l'élément avec la priorité maximale (*en cas d'égalité, on doit retourner le premier arrivé, d'où le terme de file*)
Fonction `trouverMaximum(f : E File de priorité) : Element`
- Permet de supprimer l'élément avec la priorité maximale (*même remarque*)
Action `supprimerMaximum(f : ES File de priorité)`
- Permet de tester si la file de priorité est vide
Fonction `estVide(f : E) : Booléen`
- Permet de connaître le nombre d'éléments de la file
Fonction `longueurFile(f : E) : Entier`
- Permet d'initialiser la file
Action `initialiserFile(f : S)`

Exemple d'exécution

Variables : $e, e1, e2, e3$: Element
 f : FileDePriorite
 i, n : Entier

Debut

```
e1.nom := "Eplucher"  
e1.priorite := 3  
e2.nom := "Ingérer"  
e2.priorite := 2  
e3.nom := "Raper"  
e3.priorite := 3  
afficher(e1 ≥ e2)
```

```
initialiserFile(f)  
insérerElement(f, e1)  
insérerElement(f, e2)  
insérerElement(f, e3)  
n := longueurFile(f)  
afficher(n)  
Tant que non estVide(f) faire  
  e := retrouverMaximum(f)  
  afficher(e.nom)  
  supprimerMaximum(f)  
Fin tant que  
afficher(non estVide(f))
```

Fin

Ce programme affichera :

Vrai
Eplucher
Raper
Ingérer
Faux

Questions

- 1) Définissez le type abstrait *FileDePriorite*. Vous choisirez une représentation que vous devrez garder pour la suite de l'exercice. (/2)
Type : FileDePriorité : Entité
- 2) Implémentez les primitives ci-dessus. (/6)
Plusieurs implémentations existent : on peut conserver les éléments sans ordre particulier, ou les conserver de manière ordonnée. A vous de choisir l'implémentation que vous préférez : il faut cependant que les primitives soient cohérentes entre elles.
- 3) Quels sont les avantages et inconvénients de chacune des deux implémentations? (/2)

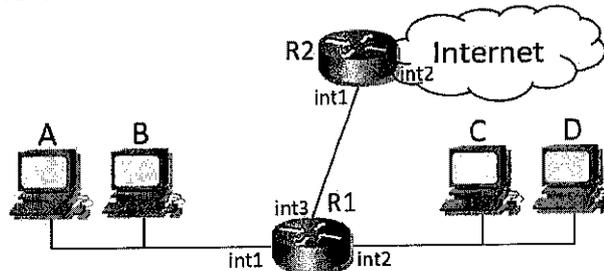
Aucun document autorisé. Calculatrice graphique et smartphone interdits.

Le barème est donné à titre indicatif.

Il sera tenu compte de la qualité de la rédaction. Le correcteur attend des phrases complètes respectant la syntaxe de la langue française. Lire en entier chaque exercice avant d'y répondre.

Exercice 1 : Adressage IP et communication (3,5 points)

On considère le schéma suivant :



Configurations : A : 10.1.1.254/23 gw 10.1.0.1 | D : 10.1.2.1/24, gw 10.1.2.254 | R1int1 : 10.1.0.1/23 | R1int2 : 10.1.2.254/24 | R1int3 : 10.0.0.1/30 | R2int1 : 10.0.0.2/30

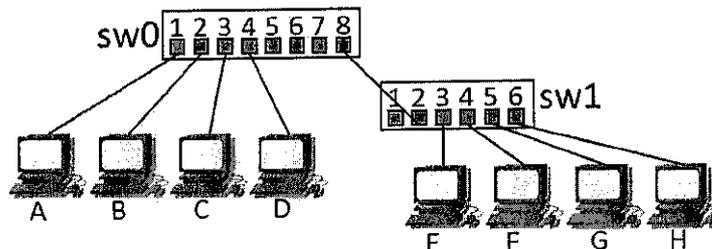
Question 1 Donner les tables de routage de A, R1 et D. Sur A, on saisit la commande : ping @IP-D. Le résultat du ping est-il positif ? Dans la négative, justifier en quelques lignes et indiquer précisément où et quand la communication échoue.

Configurations : A : 10.1.0.204/29 gw 10.1.0.209 | D : 10.1.0.97/27, gw 10.1.0.124 | R1int1 : 10.1.0.209 /29 | R1int2 : 10.1.0.124/27 | R1int3 : 10.0.0.1/30 | R2int1 : 10.0.0.2/30

Question 2 Sur A, on saisit la commande : ping @IP-D. Le résultat du ping est-il positif ? Dans la négative, justifier en quelques lignes et indiquer précisément où et quand la communication échoue.

Exercice 2 : Commutation (3 points)

On considère le schéma ci-dessous :



Après le démarrage du commutateur les trames suivantes ont été envoyées :

- la machine E a envoyé une trame à G.
- la machine F a envoyé une trame à E.
- la machine B a envoyé une trame à G.

Question 1 Dessiner les tables de commutation de SW0 et SW1.

Exercice 3 : TCP (5 points).

Question 1 A quelle couche du modèle OSI le protocole TCP appartient-il ? Quel est le rôle de ce protocole ?

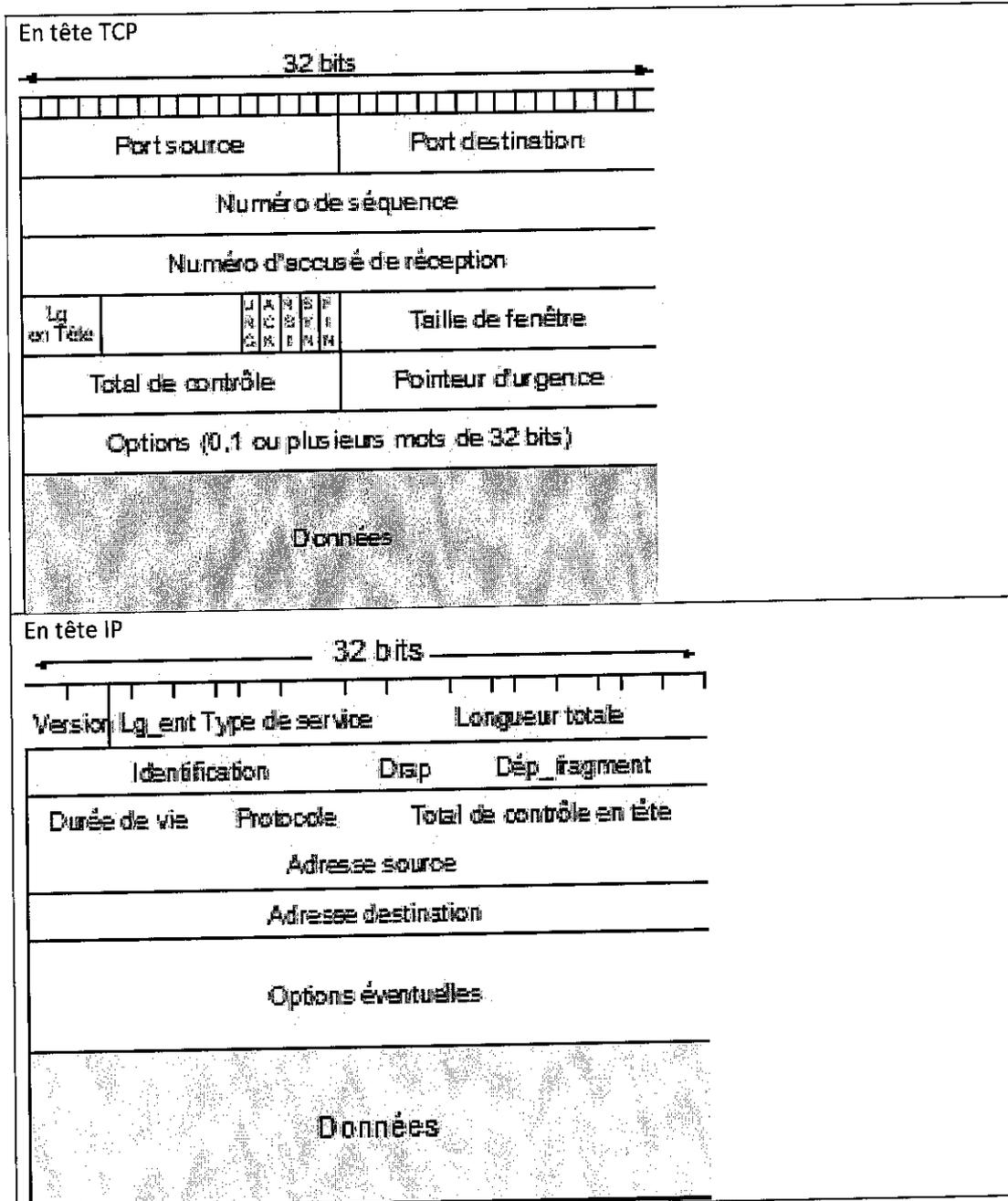
Question 2 Dans le cours on a abordé les notions de fenêtre d'anticipation, de fenêtre de contrôle de flux et de fenêtre de congestion. Pour chacun de ces paramètres, donner son utilité et expliquer en 3-4 lignes son principe de fonctionnement.

Annexes

En tête Ethernet DIX :

Adresse destination	Adresse source	Ethertype	Données	Bourrage	FCS
---------------------	----------------	-----------	---------	----------	-----

Adresse MAC : 6 octets , Ethertype : 2 octets



Ethertype : IP : 0x0800 ; ARP : 0x0806

En tête IP : Protocole : ICMP : 1 ; TCP : 6 ; UDP : 17 ;

SEMESTRE 5

SESSION 2

Examen ETRS 504 « Ondes et Propagation » - 2018-2019 – Mars 2019

Durée 1h30 – deux feuilles manuscrites de résumé autorisées

Exercice I : Liaison sans fil de télécommunication (7 pts)

On considère une liaison fonctionnant à la fréquence $f = 3$ GHz. Le point d'émission fixe émet un signal de puissance $P_{e \text{ dBm}}$ de 30 dBm avec une antenne parabolique de gain G_e de 10 dB. La portée de la liaison sera notée d .

III.1 : Calculer la longueur d'onde λ (en m) du signal émis. Calculer le gain G_e en linéaire.

III.2 : Calculer le diamètre D (en m) de la parabole d'émission (on suppose un facteur de gain f_g valant 0,95).

III.3 : Calculer, en dBm et en W, la PIRE de ce point d'émission.

Le récepteur mobile intègre une carte contenant une antenne de gain $G_r \text{ dB}$ de 6 dB et son seuil de réception $P_{r \text{ seuil dBm}}$ est de - 60 dBm en incluant la marge de sécurité.

III.4 : Déterminer la portée d_{th} théorique maximale entre l'émetteur et le récepteur mobile.

III.5 : Calculer la portée réelle d du réseau sachant qu'il existe au total 5 dB de pertes électroniques et atmosphériques.

Exercice II : Propagation d'une onde plane dans un matériau quasi-isolant (6 pts)

On considère une onde plane monochromatique de pulsation ω et de vecteur d'onde k . Le champ électrique est polarisé selon Ox , d'amplitude E_0 et la propagation s'effectue dans la direction Oz .

L'onde se propage dans un matériau caractérisé par : $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon'_r$, $\mu = \mu_0$, $\sigma = \sigma_0$.

II.1 : Donner l'expression de k^2 en fonction de ω , ϵ_0 , ϵ'_r , μ_0 et σ_0 .

On admettra que la conductivité du matériau est faible (quasi-isolant) dans la bande de fréquence de travail. On utilisera donc : $\sigma_0 \ll \omega \epsilon_0 \epsilon'_r$

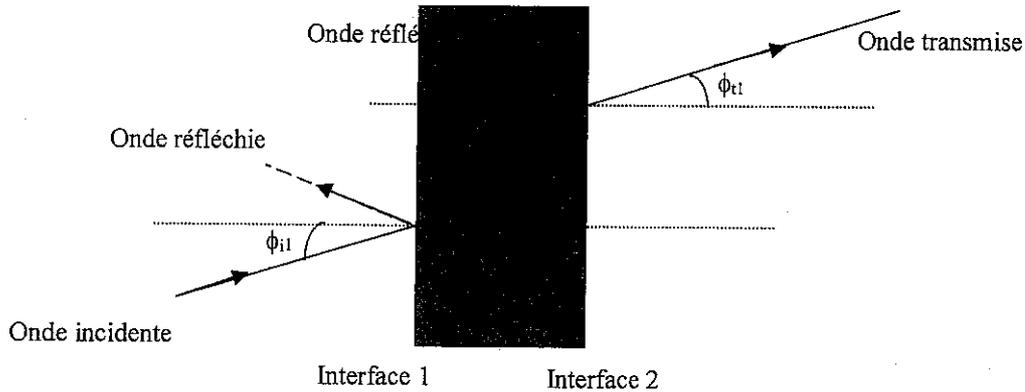
II.2 : En utilisant cette inégalité et le fait que $(1+x)^\alpha = 1 + \alpha x$ quand $x \ll 1$ donner l'expression de k sous la forme complexe $k = k' - jk''$, en explicitant chacun des termes k' et k'' en fonction des paramètres du matériau (ϵ_0 , ϵ'_r , μ_0 et σ_0) et de la pulsation ω .

II.3 : Déterminer l'expression de la vitesse de phase. Donner l'expression de l'atténuation en dB/m.

II.4 : Application numérique : $\epsilon'_r = 6$, $\sigma_0 = 10^{-4}$ S/m : calculer la vitesse de l'onde et l'atténuation à $f = 1$ GHz. L'onde est-elle soumise à un phénomène de dispersion ? Pourquoi ?

Exercice III : Fenêtre optique (7 pts)

Une lame de verre placée dans l'air ($n_1=1$) qu'on supposera d'indice $n_2=1.5$, est encore utilisée pour la sortie du signal de la cavité d'un laser bon marché.



III.1 : Donner l'expression (en fonction de n_1 et n_2) et la valeur de l'angle d'incidence ϕ_{i1} qui permet d'obtenir aucune onde réfléchie au niveau de la première interface air-verre. Quel est le type de polarisation qui permet d'observer ce phénomène ?

III.2 : Calculer l'angle de réfraction ϕ_{t2} dans ces conditions. Vérifier alors que $\phi_{t2} = \pi/2 - \phi_{i1}$

III.3 : Pour l'angle ϕ_{i1} précédent, donner l'amplitude E_{t2} du champ transmis dans le verre en fonction de n_1 et n_2 (l'exprimer en rapport avec l'amplitude E_{i1} du champ incident dans l'air) ainsi que sa valeur.

III.4 : Toujours pour ces mêmes angles précédents, déterminer l'expression (en fonction de n_1 et n_2) et la valeur de l'angle de réfraction ϕ_{t1} à la sortie de la deuxième interface (verre-air). Commentaire. Quelle est l'amplitude du champ réfléchi dans le verre par cette interface ?

III.4 : Déterminer l'amplitude E_{t1} du champ transmis dans l'air (l'exprimer en fonction de n_1 et n_2 et en rapport avec l'amplitude E_{i1} du champ incident dans l'air). Conclusion.

**L3 STIC ESET
FPGA AND VHDL (ETRS501_ESET)**

Date : 06/03/2019

Durée : 1h30

Règles pour l'épreuve :

- Tous les documents sont autorisés

Exercice 1 :

On souhaite décrire un circuit ayant la table de vérité suivante :

A	B	C	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

1. Ecrire l'architecture en description flot de données de ce circuit.
2. Décrire ce même circuit mais en utilisant une description comportementale.
3. Quelle est la différence ces deux descriptions ?
4. En VHDL, à quoi sert un process ?
5. Réécrire l'architecture suivante en utilisant un process

```
architecture Arch of Q2 is
begin
  with Sel select
    sortie <= a when "00"|"01",
              b when others;
end Arch;
```

6. Quelle est la différence entre l'instruction « with...select... » et l'instruction « <=...when... » ?
7. Sur la carte DE1, on trouve de la RAM à l'intérieur du FPGA, à l'extérieur du FPGA, ou à la fois à l'intérieur et à l'extérieur du FPGA?
8. Sur la carte DE1, l'horloge à 50 MHz est-elle générée à l'intérieur du FPGA, à l'extérieur du FPGA, ou à la fois à l'intérieur et à l'extérieur du FPGA?

Dans un FPGA, il existe des broches particulières pour appliquer une horloge extérieure.

9. En quoi ces broches sont différentes des broches « normales » ?

10. En TP vous pouviez utiliser le fichier DE1_pin_assignments.csv. A quoi sert-il ?

Exercice 2 :

On étudie le code VHDL de l'annexe A.

Q1. Quelles sont les entrées et les sorties du circuit ? Quelle est leur taille ?

Q2. De combien de composants est composé ce circuit ?

Q3. Dessiner le schéma du circuit en y mettant le plus d'information possible (nom et taille des entrées/sorties, noms et taille des fils internes, nom et type des composants, ...).

Q4. Que fait ce circuit ?

Q5. Décrire le même circuit en VHDL mais sans utiliser de composants.

Exercice 3 :

L'annexe B présente le code décrivant le circuit P_GENERATOR.

1. Quelles sont les entrées et les sorties du circuit ?

2. Dessiner le graph de la machine à états décrite.

3. La remise à zéro implémentée est-elle synchrone ou asynchrone ? Quelle est la différence entre les deux ?

4. Dessiner les chronogrammes obtenus pour les entrées et les sorties après avoir lancé la simulation décrite dans l'annexe C. Préciser dans quel état se trouve le système tout au long des chronogrammes.

5. Quelle fonction réalise le circuit ? De quelle durée est l'impulsion ?

Annexe A

```
library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

entity adder4 is
    port( a,b : in std_logic_vector(3 downto 0); Ci : in std_logic;
          s : out std_logic_vector(3 downto 0); Co : out std_logic);
end adder4;

architecture structure of adder4 is
    component adder
        port(X,Y,Cin : in std_logic;
             Cout, Sum : out std_logic);
    end component;
    signal c : std_logic_vector(3 downto 1);
    begin
        fa0: adder port map (a(0), b(0), Ci, c(1), s(0));
        fa1: adder port map (a(1), b(1), c(1), c(2), s(1));
        fa2: adder port map (a(2), b(2), c(2), c(3), s(2));
        fa3: adder port map (a(3), b(3), c(3), Co, s(3));
    end structure;
```

```
library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

entity adder is
    port(X,Y,Cin : in std_logic;
          Cout, Sum : out std_logic);
end adder;

architecture arch of adder is
    begin
        Sum<=X xor Y xor Cin;
        Cout<=(Cin and (X xor Y)) or (X and Y);
    end arch;
```

ANNEXE B

```
library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

entity P_GENERATOR is
port (   CLK : in std_logic;
        RESET : in std_logic;
        TRIG : in std_logic;
        PULSE : out std_logic);
end P_GENERATOR;

architecture STATE_MACHINE of P_GENERATOR is

type PULSEGEN_STATE_TYPE is (IDLE, GEN_PULSE_A, GEN_PULSE_B, END_PULSE, RETRIGGER);
signal CURRENT_STATE, NEXT_STATE: PULSEGEN_STATE_TYPE;
signal COUNT : integer range 0 to 31;
constant WIDTH : integer range 0 to 31 := 4;

begin

STATE_MACH_PROC : process (CURRENT_STATE, TRIG, COUNT)
begin
case CURRENT_STATE is
when IDLE => if TRIG='1' then
NEXT_STATE <= GEN_PULSE_A;
end if;
when GEN_PULSE_A => if COUNT = WIDTH then
NEXT_STATE <= END_PULSE;
elsif TRIG='0' then
NEXT_STATE <= GEN_PULSE_B;
end if;
when END_PULSE => if TRIG = '1' then
NEXT_STATE <= IDLE;
end if;
when GEN_PULSE_B => if TRIG = '1' then
NEXT_STATE <= RETRIGGER;
elsif COUNT=WIDTH then
NEXT_STATE <= IDLE;
end if;
when RETRIGGER => NEXT_STATE <= GEN_PULSE_A;
when OTHERS => NEXT_STATE <= NEXT_STATE;
end case;
end process STATE_MACH_PROC;

PULSE_PROC : process (CLK, RESET) -- sensitivity list
begin
if RESET = '1' then
PULSE <= '0';
COUNT <= 0;
CURRENT_STATE <= IDLE;
elsif (clk='1' and clk'event) then
CURRENT_STATE <= NEXT_STATE;
case NEXT_STATE is
when IDLE => PULSE <= '0';
COUNT <= 0;
when GEN_PULSE_A => PULSE <= '1';
COUNT <= COUNT + 1;
when END_PULSE => PULSE <= '0';
COUNT <= 0;
when GEN_PULSE_B => PULSE <= '1';
COUNT <= COUNT + 1;
when RETRIGGER => COUNT <= 0;
when OTHERS => COUNT <= COUNT;
end case;
end if;
end process PULSE_PROC;

end STATE_MACHINE;
```

Annexe C

```
library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

entity STATE_MACHINE_TB is
end STATE_MACHINE_TB;

architecture ARC_STATE_MACHINE_TB of STATE_MACHINE_TB is
    component P_GENERATOR
        port ( CLK : in std_logic;
              RESET : in std_logic;
              TRIG : in std_logic;
              PULSE : out std_logic);
    end component;

    signal CLK : std_logic;
    signal RESET : std_logic;
    signal TRIG : std_logic;
    signal PULSE : std_logic;

begin
    P_GENERATOR port map( CLK, RESET,TRIG,PULSE);

    RESET <='1','0' after 5 ns;

    CREATE_CLOCK: process (clk)
        begin
            if clk <= 'U' then clk <= '0' after 1 ns;
            else clk <= not clk after 1 ns;
            end if;
        end process CREATE_CLOCK;

    CREATE_PULSE: process (TRIG)
        begin
            TRIG <= '0',
                '1' after 10 ns,
                '0' after 21 ns;
        end process CREATE_PULSE;

end ARC_STATE_MACHINE_TB;
```

INFO501 - ETR

INFO510 – CT SESSION 2

Documents autorisés : une feuille manuscrite au format A4.

Directives :

- Les exercices sont indépendants et l'ordre n'est pas important.
- Tout le code demandé doit être rédigé dans le langage pseudo-code vu en cours.
- Vous pouvez utiliser sans les redéfinir tous les types de données abstraits vu en cours et en TD.
- Vous pouvez toujours supposer les questions précédentes résolues, et donc utiliser les procédures et fonctions précédentes comme si vous les aviez écrites correctement.
- Vous pouvez définir des fonctions intermédiaires, afin d'améliorer la lisibilité et compréhension de vos algorithmes
- Le barème est donné à titre indicatif. Des points négatifs seront attribués à la présentation.

Exercice I. Trace d'un programme (/5)

Déterminez ce qui est affiché par le programme ci-dessous :

```
Action u(x : E Entier, y : S Entier)
Début
  Affiche ("x=", x, ", y=", y)
  Si x > 0 alors
    y := 10 * y
    y := y + (x % 10)
    x := x / 10    /*division entière*/
    u(x,y)
  Fin si
Fin
```

```
Variable : w, z : Entiers initialisés à 0
Début
  u(367,w)
  Affiche ("w =", w)
  u(12698, z)
  Affiche ("z =", z)
Fin
```

- 1) Déterminez ce que le programme affiche
- 2) Est-on sûr que l'action u se terminera pour n'importe quelle entrée? Justifier.
- 3) Que fait ce programme?

Exercice II. Utilisation d'un type de données complexes (/5)

Considérez les définitions suivantes :

Type : Match : Entité
 *Pays*₁ : Chaîne de caractères
 *Pays*₂ : Chaîne de caractères
 *Score*₁ : Entier
 *Score*₂ : Entier

Constante MAX := 64

Type : CoupeDuMonde : Tableau[0..MAX-1] de Match

Le type **Match** comporte 4 champs : les deux premiers sont les noms des pays qui se sont affrontés lors du match, les deux suivants les scores respectifs. Le *Score*₁ correspond au nombre de buts marqués par le *Pays*₁ lors du match (et le *Score*₂ au *Pays*₂).

Ecrire le pseudo-code des fonctions ci-dessous.

1. Compte le nombre total de matchs nuls lors d'une coupe du monde (un match est dit *match nul* lorsque les 2 équipes ont marqué le même nombre de buts)

Fonction nombreMatchNul(cdm : E CoupeDuMonde) : Entier

2. Calcule le nombre de matchs qu'un pays a gagné dans l'ensemble des matchs d'une coupe du monde (son score doit être strictement supérieur à celui de l'équipe adverse)

Fonction nombreVictoiresPays(pays : E Chaîne, cdm : E CoupeDuMonde) : Entier

*Attention : un même pays peut être Pays*₁ ou *Pays*₂ selon les matchs.

3. Calcule le pourcentage de victoires d'un pays.

Fonction pourcentageVictoirePays(pays : E Chaîne, cdm : E CoupeDuMonde) : Entier

Exercice III. Implémentation d'un type abstrait : Union-Find (/10)

Le type abstrait *Union-Find* est un type abstrait utilisé en informatique. *Union-Find* représente la partition d'un ensemble fini d'éléments.

A chaque élément on associe un représentant. Ce représentant permet de déterminer dans quelle partition se trouve l'élément.

Le type *Union-Find* se compose de deux opérations majeures. *Find* : qui permet de retrouver le représentant ; et *Union* : qui permet de faire l'union de deux sous-partitions¹.

Par exemple, on peut considérer l'ensemble {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}.

A l'initialisation, l'ensemble est partitionné en 7 sous-ensembles : {{1}, {2}, {3}, {4}, {5}, {6}, {7}}.

Chaque élément étant seul dans sa partition. Chaque élément est donc son propre représentant.

Find(4), renverra donc 4 et *Find*(7), renverra donc 7.

Si l'on fait *Union* de 3 et 7, la nouvelle partition sera : {{1}, {2}, {3, 7}, {4}, {5}, {6}}.

Find(7) et *Find*(3) renverront, tous les deux, 3. La valeur renvoyée est inchangée pour les autres éléments.

Si l'on fait *Union* de 4 et 6, suivi de *Union* de 1 et 4, la nouvelle partition sera : {{1, 4, 6}, {2}, {3, 7}, {5}}.

Par exemple, *Find*(4), renverra donc 1.

L'objectif de cet exercice est d'implémenter les différentes primitives de *Union-Find*, sur un type : **Element**, défini comme un entier.

Type : Element : Entier

1. Le type Union-Find sert dans les réseaux pour trouver un recouvrement minimal.

Primitives sur les Union-Find

Ci-dessous les différentes primitives sur les Union-Find :

- Permet d'initialiser le UnionFind
Action `initialiserUnionFind(u : S UnionFind) afficher(find(u, 7))`
- Permet de faire l'union de deux sous-ensembles, via deux éléments
Action `union(u : ES UnionFind, m : E Element, n : E Element)`
- Permet de retrouver le représentant d'un élément
Fonction `find(u : E UnionFind, n : Element) : Element`

Exemple d'exécution

Variables : `u : Union-Find`

Début

```

initialiserUnionFind(u)
afficher(u)
afficher(find(u, 7))
union(u, 3, 7)
afficher(u)
afficher(find(u, 7))
union(u, 4, 6)
union(u, 1, 4)
afficher(u)
afficher(find(u, 4))

```

Fin

Le programme affichera :

Elément	1	2	3	4	5	6	7
Représ.	1	2	3	4	5	6	7

7

Elément	1	2	3	4	5	6	7
Représ.	1	2	3	4	5	6	3

3

Elément	1	2	3	4	5	6	7
Représ.	1	2	7	1	5	1	7

1

Dans les 3 tableaux affichés, la 1ère ligne correspond à l'élément, la seconde à son représentant.

Questions

- 1) Définissez le type abstrait *UnionFind*. Vous choisirez une représentation que vous devrez garder pour la suite de l'exercice. (/2)

Type : `UnionFind : Entité`

- 2) Implémentez les primitives ci-dessus. (/6)

- 3) Dans l'exemple ci-dessus, on met à jour le représentant de tous les éléments à chaque union.
Une autre implémentation est possible !

On peut choisir de ne mettre à jour qu'un seul élément lors de l'union. Par exemple, à la fin du programme ci-dessus, le représentant de 6 serait 4 (car non mis à jour lors de l'union de 1 et 4).

C'est lors du find, que l'opération est plus complexe : pour trouver le véritable représentant, il faut alors chercher le représentant du représentant (voire plus), jusqu'à avoir un élément qui soit le représentant de lui-même.

Quels sont les avantages et inconvénients de chacune des deux implémentations ? (/2)

SEMESTRE 6

SESSION 1

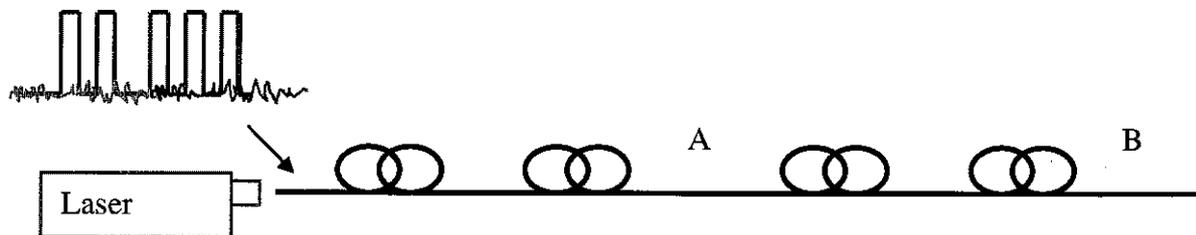
EXAMEN ETRS 608 : Propagation sur fibre optique.

Année 2018-2019. Session 1.

Questions de cours :

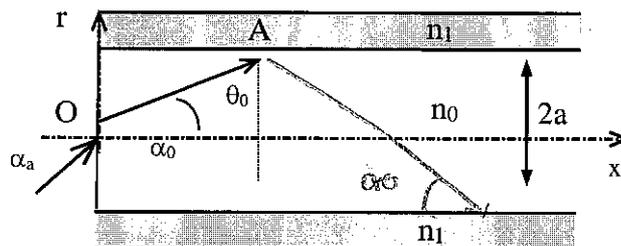
Un signal binaire transmis par voie optique dans une fibre multimode est soumis aux effets de l'atténuation et de la dispersion.

- Expliquez en quelques lignes ce qu'est l'atténuation d'un signal optique. A quoi est-elle liée si on utilise une fibre de courte longueur (quelques mètres de fibre en silice) ? et dans une fibre de grande longueur (plusieurs km de fibre en silice) ?
- Expliquez ce qu'est la dispersion d'un signal optique dans une fibre multimode : quelle peut être son origine ? quel impact a-t-elle sur la forme d'un signal binaire ?
- Dessinez la forme des signaux que l'on observerait en A et en B en présence d'atténuation seulement puis en présence de dispersion seulement.



Exercice 1 : Etude théorique d'une fibre optique à saut d'indice.

Une fibre optique est constituée d'un cœur de rayon a et d'indice n_0 entouré d'une gaine d'indice n_1 . En entrée de fibre, un rayon lumineux passant par O est incident selon un angle α_a (pris par rapport à l'axe Ox) dans l'air (indice de réfraction = 1), il est partiellement réfracté dans la fibre selon un angle α_0 puis il est incident selon un angle θ_0 sur l'interface entre le cœur et la gaine comme indiqué dans la figure suivante :



- Rappeler la loi de Snell Descartes donnant le lien entre α_a et α_0 .
- Ecrire la relation liant les angles α_0 et θ_0
- Compléter la figure pour expliquer ce que devient le rayon lumineux incident en A dans le cas le plus général (c'est-à-dire quelles que soient les valeurs de n_0 et n_1).
- Rappeler ce qu'est la « réflexion totale » d'un rayon lumineux. A quelle condition sur n_0 et n_1 peut-elle se produire ?
- A quelle condition sur l'angle θ_0 ce phénomène de réflexion totale peut-il avoir lieu ? Justifiez votre réponse par une démonstration. Définir l'angle critique de guidage θ_{0c} , et donner son expression en fonction de n_0 et n_1 .

1.6 Pour $n_1 > n_0$, à l'aide des coefficients de Fresnel, montrer que le coefficient de réflexion à l'interface cœur-gaine est égal à 1 pour tout angle θ_0 supérieur à θ_{0c} . On supposera que la polarisation de la lumière est TE.

1.7 Montrer qu'il existe un angle d'injection critique à l'extérieur de la fibre (dans l'air) α_{ac} . Donnez son expression en fonction des indices.

1.8 On appelle ON l'ouverture numérique de la fibre telle que $ON^2 = n_1^2 - n_0^2$. A quoi correspond-elle ? Faites un schéma expliquant l'influence de ce paramètre sur le couplage de la lumière dans la fibre.

1.9 On fabrique une fibre dont l'indice de cœur est de 1.485. On souhaite une valeur $ON = 0.2$. Quelle doit-être la valeur de l'indice de la gaine ? Calculer la valeur de Δ la variation relative d'indice correspondant.

On injecte à l'entrée de la fibre une impulsion lumineuse d'une durée caractéristique $t_0 = t_2 - t_1$ formée par un faisceau de rayons ayant un angle d'incidence α_a compris entre 0 et α_{ac} . On note c la vitesse de la lumière dans le vide.

1.10 Pour quelle valeur de l'angle α_a , le temps de parcours de la lumière dans la fibre est-il minimal ? puis maximal ? Exprimer alors l'intervalle de temps δt entre le temps de parcours minimal et maximal en fonction de L , c , n_0 et n_1 .

1.11 Calculer la valeur de δt pour une fibre de 1 km et d'ouverture numérique $ON = 0.2$. Que se passe-t-il pour l'impulsion de sortie ? le phénomène observé est appelé dispersion intermodale. On appelle $D_{intermodale}$ le coefficient δt calculé pour une longueur de fibre de 1 km. Donnez la valeur de $D_{intermodale}$ en ps/km pour cette fibre multimode à saut d'indice. Calculez la valeur de δt pour 100 m de fibre, puis pour 200 m et 1 et 2 km.

1.12 On remplace la fibre multimode à saut d'indice par une fibre multimode à gradient d'indice. L'indice du cœur varie avec le rayon de la fibre (l'origine $r=0$ est prise sur l'axe de la fibre). Le rayon de la fibre vaut a . La variation de l'indice suivant r est donnée par la formule :

$$\begin{cases} n^2(r) = n_0^2(1 - 2b \cdot r^2 / a^2) & \text{pour } -a \leq r \leq a \\ n(r) = n_1 & \text{pour } a > r > -a \end{cases}$$

On prendra $n_0 = 1.485$, $n_1 = 1.471$ et $a = 25 \mu\text{m}$. Quelle est la valeur de b qui assure la continuité de l'indice en $r = a$ et $r = -a$. Tracer l'allure de $n(r)$ pour un r variant de -50 à $+50 \mu\text{m}$.

1.13 Pour une fibre à gradient d'indice, la formule donnant $D_{intermodale}$ est

$$D_{intermodale} = \frac{(n_{cœur} - n_{gaine})^2}{4cn_{cœur}} \text{ (ps/km)}. \text{ Calculez la valeur l'élargissement } \delta t \text{ induit pour 100 m de}$$

fibre multimode à gradient d'indice, puis pour 200 m et 1 et 2 km (attention aux unités !). Comparez ces valeurs à celles obtenues pour la fibre à saut d'indice (question 1.11).

Le codage binaire de l'information consiste à envoyer des bits sous forme d'impulsions lumineuses. On suppose que le codage choisi nécessite une bande passante optique de $F = 2 \text{ Hz}$ pour un débit de B de **1 bit/s** (soit une efficacité spectrale de 0.5 bit/s/Hz ou encore $F = 2B$).

1.14 En supposant que t_0 la durée initiale d'une impulsion est négligeable devant δt , quelle condition entre δt et F exprime le non-recouvrement de deux impulsions successives à la sortie de la fibre optique (interférence inter-symboles) ? Pour expliquer votre critère faites éventuellement un schéma montrant les bits en entrée de fibre et en sortie.

1.15 Pour assurer une bonne transmission des données, on choisit la condition : $F < \frac{1}{2 \cdot \delta t}$ où

$\delta t = L \times D_{intermodale}$. Calculez la bande passante de la fibre optique à gradient d'indice pour les distances de 100 m, 200 m et 1 et 2 km. Donnez le débit maximum transmissible.

Exercice 2 : Utilisation d'une fibre multimode commerciale.

On souhaite transmettre de l'information à très haut débit (entre 1 et 10 Gbits/s) sur un réseau LAN. Pour cela on dispose de fibres multimodes de type OM2, OM3 et OM4 de la compagnie Corning dont les caractéristiques sont résumées ci-dessous

Optical Specifications

Bandwidth	High Performance EMB* (MHz.km)
Corning Optical Fiber	850 nm only
ClearCurve® OM ₄ fiber	4700
ClearCurve® OM ₃ fiber	2000
ClearCurve® OM ₂ fiber	950

Numerical Aperture
0.200 ± 0.015

Dimensional Specifications

Glass Geometry	
Core Diameter	50.0 ± 2.5 μm
Cladding Diameter	125.0 ± 1.0 μm
Core-Clad Concentricity	≤ 1.5 μm
Cladding Non-Circularity	≤ 1.0%
Core Non-Circularity	≤ 5%

Performance Characterizations

Characterized parameters are typical values.

Refractive Index Difference	1%
Effective Group Index of Refraction (N_{eff})	850 nm: 1.482 1300 nm: 1.477
Fatigue Resistance Parameter (N_d)	20
Coating Strip Force	Dry: 0.6 lbs (2.7 N) Wet, 14 days in 23°C water soak: 0.6 lbs (2.7 N)

Chromatic Dispersion

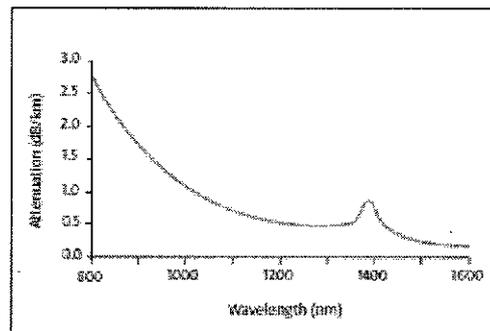
Zero Dispersion Wavelength (λ_0): 1295 nm ≤ λ_0 ≤ 1315 nm

Zero Dispersion Slope (S_0): ≤ 0.101 ps/(nm²·km)

Comme dans l'exercice 1, le codage choisi nécessite une bande passante optique F de 2 Hz pour un débit de 1 bit/s (soit $F = 2B$ où B est le débit).

- 2.1 A partir des données sur la bande passante des fibres OM2, OM3 et OM4, calculez (pour chaque fibre) le débit le plus élevé que l'on peut transmettre sur 100 m puis 1 km de fibre.
- 2.2 Le laser qu'on utilise peut-être modulé jusqu'à 10 Gbits/s. Calculez pour les trois types de fibre la longueur maximale de liaison que l'on va pouvoir déployer a priori. On nommera $L_{max-inter}$ cette longueur.
- 2.3 Expliquez ce qu'est la dispersion chromatique, quelle est son origine ? est-elle due uniquement à la fibre optique ? Quel paramètre d'un autre composant de la liaison optique intervient ?
- 2.5 Une valeur standard de la dispersion chromatique D_c pour une fibre multimode (OM2 ou OM3 ou OM4) est de $D_c = 100$ ps/nm/km. Cette dispersion se traduit par un élargissement des impulsions lumineuses injectées dans la fibre selon la formule $\delta t = L \times D_c \times \Delta \lambda$. Expliquez les différents termes de cette formule.

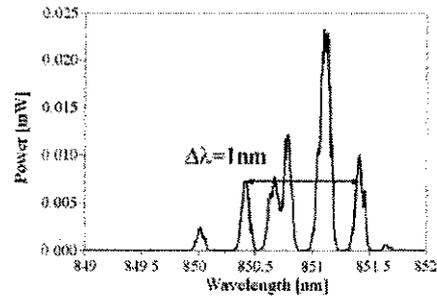
Spectral Attenuation (Typical Fiber)



2.6 Pour transmettre les informations à 10 Gbits/s on utilise un laser dont le spectre est présenté ci-contre. Calculer alors l'élargissement δt des impulsions lié à la dispersion chromatique pour une longueur de 1 km. En reprenant le critère

$$F < \frac{1}{2 \cdot \delta t} \text{ qui fixe la fréquence maximale de}$$

modulation liée à cet élargissement, calculez la limite de bande passante et le débit maximum liés à la dispersion chromatique. Le laser ne pouvant pas être modulé à plus de 10 Gbits/s quelle est la longueur maximale L_{max_disp} limitée par la dispersion chromatique ?



2.7 Pour les trois fibres OM₂, OM₃ et OM₄ comparez les longueurs maximales de liaison limitée par la dispersion intermodale L_{max_inter} et par la dispersion chromatique L_{max_disp} . Faites un tableau et conclure pour chaque fibre quelle est le type de dispersion qui limite le plus le débit et conclure sur la longueur maximale de liaison que l'on pourra déployer pour un lien à 10 Gbits/s à la longueur d'onde de 850 nm.

2.8 La lumière est injectée dans la fibre avec un connecteur qui présente des pertes d'insertion de 0.5 dB. On utilise le même connecteur à la sortie. La fibre optique présente également des pertes d'atténuation (voir ci-dessus les caractéristiques de la fibre). Pour s'assurer d'une éventuelle défaillance du laser, on introduit une marge de sécurité de 3 dB. Etablir un bilan de puissance de la liaison optique pour une longueur L (exprimée en km) de fibre. On prendra une puissance moyenne d'émission du laser de 0 dBm.

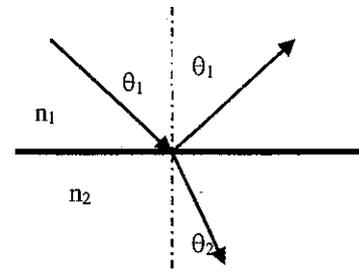
2.9 On branche une photodiode en sortie de liaison. A partir du bilan de puissance ci-dessus, calculez la puissance reçue par la photodiode pour des longueurs de liaison de 100 m, 400 m, 1 km. Exprimez cette puissance en dBm puis en mW.

2.10 On considère que la liaison est fiable si la puissance détectée par la photodiode est de -25 dBm. Pour une réponse (sensibilité) de la photodiode de 0.8 A/W calculez le courant généré par la photodiode pour cette puissance lumineuse.

2.11 En reprenant le bilan de puissance de la question 2.8, quelle longueur de liaison optique devrait-on déployer pour que la puissance lumineuse reçue soit réduite à -25 dBm ?

2.12 En reprenant l'ensemble de l'exercice, pensez-vous que la distance calculée en 2.11 peut être déployée pour un débit de 10 Gbits/s ? Si non, quels sont les deux phénomènes qui vont limiter la distance possible ? A quelle longueur d'onde faudrait-il travailler et quel devrait-être le débit pour que l'on puisse atteindre la longueur maximale de liaison (calculée en 2.11) tout en conservant l'intégrité du signal transmis ?

Rappels de cours : On rappelle les formules de Fresnel qui donnent les coefficients de réflexion en amplitude du champ électrique d'une onde incidente sur une interface constituée de deux milieu d'indices n_1 et n_2 . Ces coefficients dépendent de la polarisation du champ incident.



En polarisation TE
$$r_{TE} = \frac{n_1 \cos(\theta_1) - n_2 \cos(\theta_2)}{n_1 \cos(\theta_1) + n_2 \cos(\theta_2)}$$

En polarisation TM
$$r_{TM} = \frac{n_2 \cos(\theta_1) - n_1 \cos(\theta_2)}{n_2 \cos(\theta_1) + n_1 \cos(\theta_2)}$$

En intensité ou en puissance le coefficient de réflexion est $R=r^2$ (quelle que soit la polarisation).

ETRS 606 contrôle 1H30 – Aucun document autorisé. Calculatrice non graphique uniquement.

Exercice 1 – Commutation (9 points)

1. Donner le schéma équivalent d'un commutateur de niveau 3 interconnectant 3 vlans.

On s'intéresse à un réseau d'une entreprise constitué de 3 commutateurs et deux routeurs notés SW0, SW1, SRA, R1 et RFAI. SW0 et SW1 sont des commutateurs de niveau 2. SRA est un commutateur de niveau 3. R1 est le routeur permettant d'accéder à Internet, RFAI est le routeur du FAI. SW0 et SW1 sont segmentés en VLAN de la façon suivante :

- Port 1 à 4 : vlan 100
- Port 5 à 8 : vlan 101
- Port 9 à 12 : vlan 102

Un lien noté I1 relie le commutateur SW0 au commutateur SRA. Un lien noté I2 relie le commutateur SW1 au commutateur SRA. Un lien noté I3 relie le commutateur SRA au routeur R1. Un lien (xDSL ou FTTH) noté I4 relie R1 à RFAI.

2. Faire un schéma du réseau. Indiquer sur votre schéma les liens qui sont à la norme IEEE 802.1q. Choisir, de manière pertinente, une adresse IPv4 de réseau pour chaque réseau et la noter sur votre schéma.

3. Donner les tables de routage de tous les éléments qui en ont obligatoirement besoin d'une. Vous ne pourrez pas compléter entièrement la table de routage de RFAI, ce n'est pas pénalisant, remplissez la partiellement.

On considère une machine A reliée au port 6 de SW0 et une machine B reliée au port 6 de SW1.

4. Donner la table de routage de A.

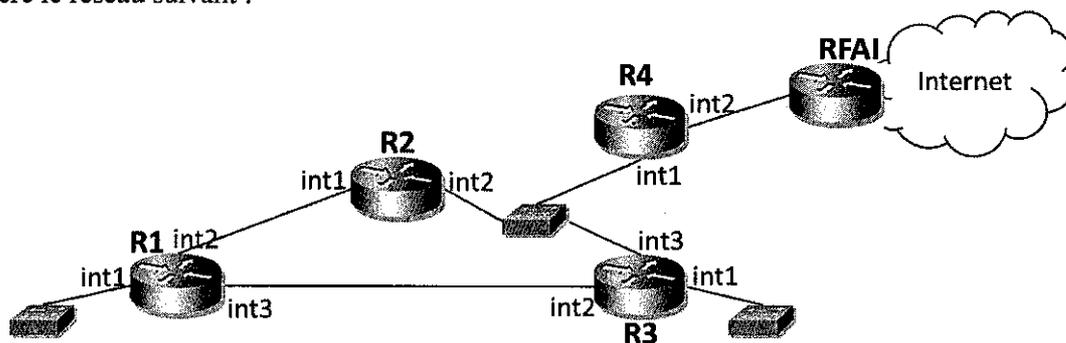
5. Dessiner, de façon simplifiée (même représentation que celle utilisée en cours), les trames circulant sur les liens I1 et I2 lorsque sur A on saisit ping @IP-B (on considère que les caches ARP sont remplis).

6. Dessiner, de façon simplifiée (même représentation que celle utilisée en cours), les trames circulant sur les liens I1, I2, I3 et I4 lorsque sur un navigateur sur A on saisit http://www.univ-smb.fr (on considère que les caches ARP et DNS sont remplis).

Exercice 2 – OSPF (8 points)

1. Expliquer en une dizaine de lignes le fonctionnement du protocole OSPF.

On considère le réseau suivant :



Le tableau suivant résume les caractéristiques de toutes les interfaces des différents routeurs.

Interface	Adresse IP	Débit
R1_int1	10.0.1.254/24	1Gbit/s
R1_int2	10.1.1.201/30	100Mbit/s
R1_int3	10.1.1.206/31	1Gbit/s

R2_int1	10.1.1.202/30	100Mbit/s
R2_int2	10.1.1.217/29	1Gibt/s
R3_int1	10.0.3.254/24	1Gibt/s
R3_int2	10.1.1.207/31	1Gibt/s
R3_int3	10.1.1.218/29	10Mbit/s
R4_int1	10.1.1.219/29	1Gibt/s
R4_int2	192.6.100.1/30	100Mbit/s

Le protocole OSPF est mis en place dans tous les routeurs de la topologie.

2. Donner la table de routage de R3. Expliquer au moins pour une route la façon dont vous calculez le coût.
3. R3 est un routeur Cisco. Quelle(s) commande(s) doit on saisir pour activer ospf sur ses 3 interfaces ?
4. Donner la table d'états de liens de R2 lorsque la topologie a convergé.

Exercice 3 – TCP (4 points)

1. Justifier en une dizaine de lignes la nécessité de l'option Windows Scale qui a été rajoutée au protocole TCP.

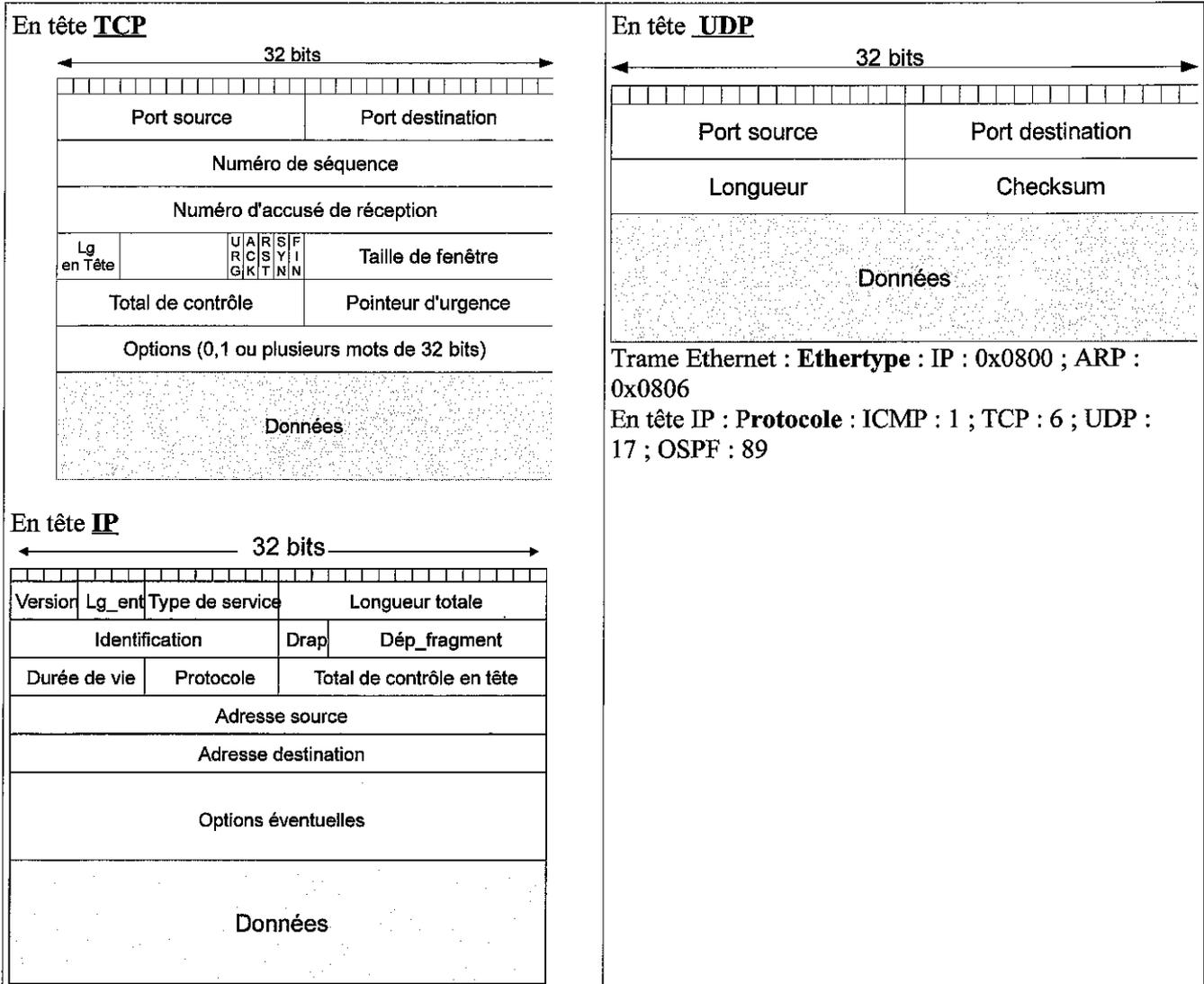
Annexes

Format de l'en-tête **Ethernet** :

@MAC-DEST	@MAC-SCE	Ethertype	Données	CRC
-----------	----------	-----------	---------	-----

Format de l'en-tête **802.1Q** :

2	3	1	12	2
TPID	PCP	CFI	VID	Ethertype



L3-STIC-ET L3-STIC-TR
Communications numériques – ETRS601

Date : 06/05/2019

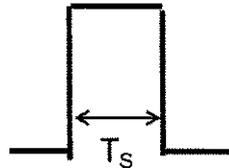
Durée : 1h30

- Une feuille A4 recto verso manuscrite et calculatrice autorisées

1. Questions de cours

Q1. Quels sont les intérêts/inconvénients d'une transmission en bande de base par rapport à une transmission en bande transposée ?

Q2. Un émetteur envoie le symbole suivant sur un canal de transmission :



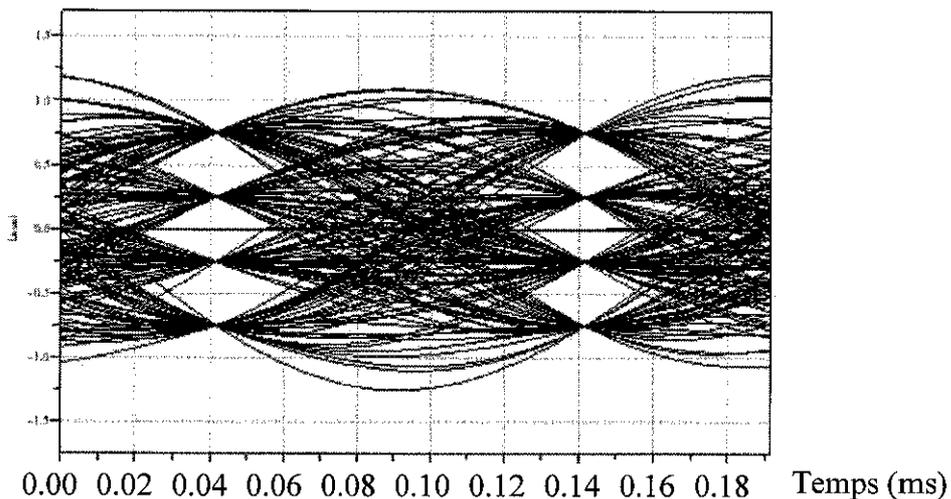
- a. Dessiner l'allure du symbole reçu si le canal est bruité.
- b. Dessiner l'allure du symbole reçu si la bande passante du canal est trop étroite.

Q3. En quoi le bruit ajouté par le canal de transmission limite le débit de cette dernière ?

Q4. Qu'est-ce que l'interférence inter symboles ? Sous quelle condition ce phénomène devient gênant pour une transmission ? En quoi cela limite-il le débit ?

Q5. Sur le diagramme de l'œil suivant issu de l'analyse d'une communication très bruitée :

- a. Situer le meilleur moment pour prélever un échantillon.
- b. Déterminer la durée d'un symbole, la rapidité de modulation, la valence et le débit binaire.



2. Transmission en bande de base

Dans une chaîne de transmission en bande de base, on utilise un code défini par :

$$e(t) = \begin{cases} +A & \text{pour } kT < t < (k+1/2)T \\ 0 & \text{pour } (k+1/2)T < t < (k+1)T \end{cases} \quad \text{pour un bit à « 1 »}$$

$$e(t) = 0 \quad \text{pour } kT < t < (k+1)T \quad \text{pour un bit à « 0 »}$$

où T est la période d'émission d'un symbole.

Q1. Quels sont la valence de ce signal et l'ensemble des symboles a_k de ce code?

On envoie le signal "00111001"

Q2. Dessiner le chronogramme du message envoyé $e(t)$.

Q3. Comment s'appelle ce code ?

Q4. Qu'est-ce qu'une fonction de codage ? Tracer la fonction de codage $h(t)$ utilisée ici et donner son expression mathématique.

Q5. Donner l'expression du signal $e(t)$ en fonction des a_k et de $h(t)$.

La densité spectrale de puissance $\gamma_e(f)$ de $e(t)$ peut s'exprimer en fonction de la densité spectrale de puissance $\gamma_a(f)$ de $a(t)$ par la relation :

$$\gamma_e(f) = \gamma_a(f) |H(f)|^2$$

Sachant que les symboles a_k sont tous indépendants, la DSP $\gamma_a(f)$ de $a(t)$ s'exprime de la façon suivante :

$$\gamma_a(f) = \frac{\sigma_a^2}{T} + \frac{m_a^2}{T^2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta\left(f - \frac{k}{T}\right)$$

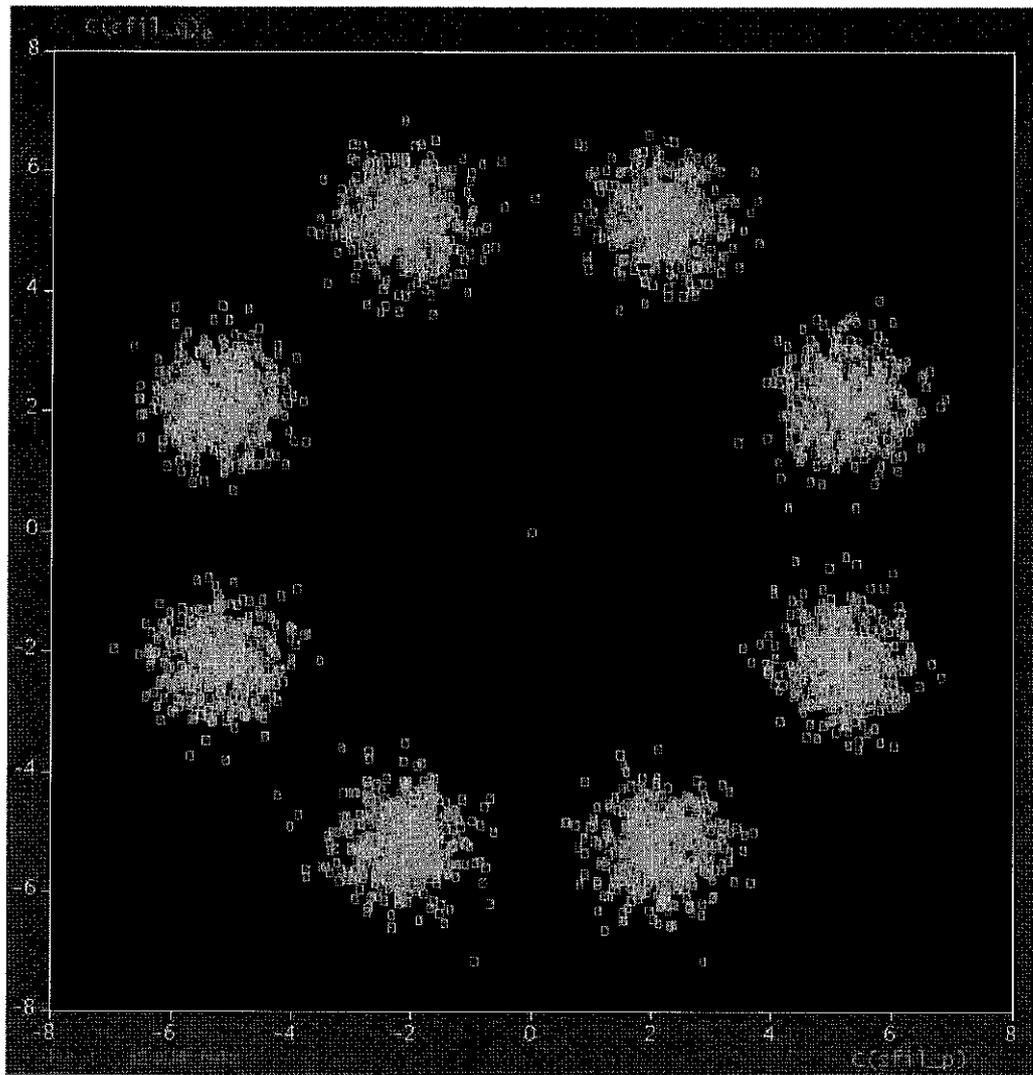
m_a , σ_a^2 désigne respectivement la moyenne, la variance des symboles a_k .

Q6. Calculer et tracer la DSP $\gamma_e(f)$ du signal $e(t)$. Commenter en donnant les avantages et inconvénients de ce code.

Q7. Si on voulait augmenter le débit en augmentant la rapidité de modulation, quelle(s) conséquence(s) cela aurait-il sur cette DSP ?

Q8. Si on voulait augmenter le débit en augmentant la valence, quelle(s) conséquence(s) cela aurait-il sur cette DSP ?

3. Transmission en bande transposée



- Q1. Le schéma ci-dessus représente le diagramme de constellation du signal reçu par un récepteur. De quel type de modulation numérique s'agit-il ?
- Q2. Quelle est la valence de ce signal ?
- Q3. On suppose que la rapidité de modulation est de 1 Mbauds. Calculer le débit binaire
- Q4. Par une méthode graphique simple, comment peut-on estimer, même de façon relativement imprécise, le rapport signal sur bruit ? Donner sa valeur numérique en dB.
- Q5. Que pensez-vous du TEB (taux d'erreur binaire) sur cette liaison ?
- Q6. Pensez-vous qu'il soit possible d'augmenter le débit binaire sur ce canal, en changeant uniquement la valence du signal modulé, donc sans modifier le type de modulation, ni la bande passante occupée par le signal, et tout en conservant un TEB acceptable ?

SEMESTRE 6

SESSION 2

L3-STIC-ET L3-STIC-TR
Communications numériques – ETRS601

Date : 25/06/2019

Durée : 1h30

- Une feuille A4 recto verso manuscrite et calculatrice autorisées

1. Questions de cours

Q1. Pour caractériser une chaîne de transmission, on se base sur son débit, sa valence et sa rapidité de modulation.

- Rappeler à quoi correspond chacun de ces paramètres et précisez leur unité.
- Rappeler la relation entre ces 3 paramètres.
- Si on veut augmenter le débit d'une transmission, on peut jouer sur la valence ou la rapidité de modulation. Expliquez pour chaque paramètre quel phénomène physique limite son augmentation.

Q2. Critère de Nyquist

- Énoncez le critère de Nyquist.
- Quel phénomène ennuyeux évite-on en respectant le critère de Nyquist ?

Q3. Diagramme de l'œil

- Dessiner un diagramme de l'œil qui pourrait correspondre à une transmission quadrivalente idéale.
- Dessiner un diagramme de l'œil qui pourrait correspondre à une transmission bivalente bruitée.
- Dessiner un diagramme de l'œil qui pourrait correspondre à une transmission bivalente ayant un problème de synchronisation (jitter).
- Dessiner un diagramme de l'œil qui pourrait correspondre à une transmission ne respectant pas le critère de Nyquist.

2. Transmission en bande de base

Dans une chaîne de transmission en bande de base, on utilise un code défini par :

$$e(t) = \begin{cases} +A & \text{pour } kT_b < t < (k+1/2)T_b \\ -A & \text{pour } (k+1/2)T_b < t < (k+1)T_b \end{cases} \quad \text{pour un bit à « 1 »}$$

$$e(t) = \begin{cases} -A & \text{pour } kT_b < t < (k+1/2)T_b \\ +A & \text{pour } (k+1/2)T_b < t < (k+1)T_b \end{cases} \quad \text{pour un bit à « 0 »}$$

où T est la période d'émission d'un symbole.

Q1. Quels sont la valence de ce signal et l'ensemble des symboles a_k de ce code?

On envoie le signal "11001001"

Q2. Dessiner le chronogramme du message envoyé $e(t)$.

Q3. Comment s'appelle ce code ?

Q4. Qu'est-ce qu'une fonction de codage ? Tracer la fonction de codage $h(t)$ utilisée ici et donner son expression mathématique.

Q5. Donner l'expression du signal $e(t)$ en fonction des a_k et de $h(t)$.

La densité spectrale de puissance $\gamma_e(f)$ de $e(t)$ peut s'exprimer en fonction de la densité spectrale de puissance $\gamma_a(f)$ de $a(t)$ par la relation :

$$\gamma_e(f) = \gamma_a(f) |H(f)|^2$$

Sachant que les symboles a_k sont tous indépendants, la DSP $\gamma_a(f)$ de $a(t)$ s'exprime de la façon suivante :

$$\gamma_a(f) = \frac{\sigma_a^2}{T} + \frac{m_a^2}{T^2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(f - \frac{k}{T})$$

m_a , σ_a^2 désigne respectivement la moyenne, la variance des symboles a_k .

Q6. Calculer et tracer la DSP $\gamma_e(f)$ du signal $e(t)$. Commenter en précisant les avantages et inconvénients de ce code.

Q7. Proposer un autre code permettant d'obtenir une DSP moins large.

3. Transmission en bande transposée

Soit les deux signaux de modulation suivants :

$$s_I(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_{Ik} \Pi_T(t - kT) \text{ avec } a_{Ik} \in \text{à un alphabet de 2 symboles de -1 V et 1 V}$$

$$s_Q(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_{Qk} \Pi_T(t - kT) \text{ avec } a_{Qk} \in \text{à un alphabet de 2 symboles de -1 V et 1 V}$$

On réalise avec ces deux signaux une modulation MAQ.

Q1. Rappeler le principe d'une modulation MAQ.

Q2. D'après l'expression ci-dessus, combien de formes possibles peut prendre le signal $s(t)$. Quel est alors le nom complet de cette modulation ?

Q3. Mettre le signal $s(t)$ de la forme $s(t) = A_k \cos(\omega_0 t + \varphi_k)$ et exprimer A_k et φ_k en fonction de a_{Qk} et a_{Ik} .

Q4. Dessiner dans un diagramme de constellation les symboles associés à $s(t)$ en fonction des valeurs de a_{Qk} et de a_{Ik} .

Q5. Associer un code binaire à chaque symbole. Pour cela, on respectera les contraintes du code Gray.

Q6. Pour chaque symbole, déterminer les valeurs de A_k et φ_k .

Q7. On veut envoyer le message "0 1 0 0 1 0 1 1". Tracer le signal temporel envoyé.

Q8. Dessiner le diagramme de constellation d'une modulation de phase de valence 4 (PSK-4) et comparer avec la MAQ étudiée.

Licence STIC 3^{ème} année
Epreuve de ETRS 610 - session 2
 Date : lundi 24 juin 2019
 Durée : 1h30.

1) Question de cours : Gabarit d'un Filtre

Soit le cahier des charges d'un filtre :

- Filtre passe bas
- Atténuation maximale en Bande Passante : 3 dB
- Fréquence de coupure : $f_c=0,5$ MHz
- Fréquence d'atténuation minimale : 1,5 MHz
- Atténuation minimale en Bande Coupée : 30 dB

a) Représentez le gabarit de ce filtre en atténuation et transmission, en supposant que le Gain Maximal en Bande Passante est de 0 dB.

b) Représentez le gabarit du filtre normalisé par rapport à F_c .

On s'intéresse dans la suite à un filtre de type Butterworth !

On rappelle que la fonction d'un transfert $H(j\Omega)$, où Ω représente la fréquence normalisée,

$$\text{d'un tel filtre vérifie : } |H(j\Omega)| = \frac{1}{\sqrt{1+\varepsilon^2(\Omega)^{2n}}}$$

c) Déterminer la valeur de ε ainsi que l'ordre n du filtre correspondant au gabarit.

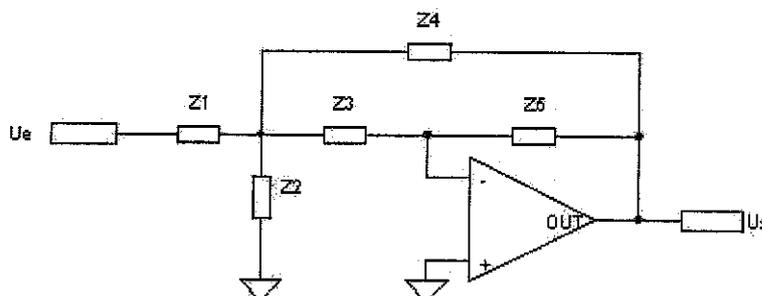
d) Donner l'expression générale de la fonction de transfert d'un tel filtre.

On donne la table des polynômes suivante pour la valeur de ε correspondant au cas présent :

n	Polynômes
1	$p+1$
2	$p^2+\sqrt{2}p+1$
3	$(1+p)(p^2+p+1)$
4	$(p^2+0,765p+1)(p^2+1,848p+1)$
5	$(1+p)(p^2+0,618p+1)(p^2+1,618p+1)$
6	$(p^2+0,518p+1)(p^2+1,414p+1)(p^2+1,932p+1)$

2) Etude d'un filtre

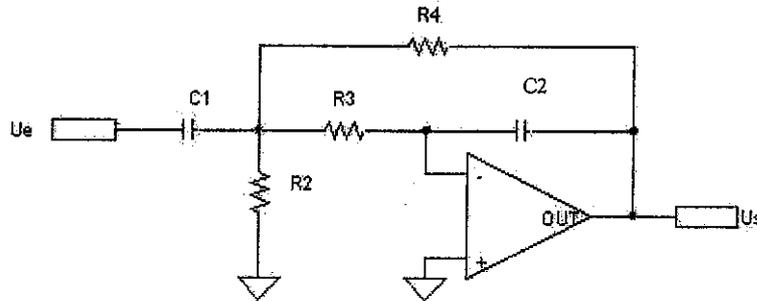
Soit la structure général d'un filtre :



- a) Montrer que la fonction de transfert $H(j\omega) = \frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)}$ d'une telle structure s'exprime comme suit en fonction des impédances Z_i :

$$H(j\omega) = \frac{-1}{\frac{Z_3}{Z_5} + \frac{Z_1}{Z_5} + \frac{Z_1}{Z_4} + \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_5} + \frac{Z_1 Z_3}{Z_4 Z_5}}$$

On fabrique, sur la base de la structure précédente, le filtre suivant :



- b) Donner l'expression de la fonction de transfert complexe de ce filtre.

On prendra $R_2=R_3=R_4=R$ et $C=C_1=C_2$.

- c) Faire l'étude asymptotique du module et de l'argument de $H(j\omega)$.

- d) Tracer le module et l'argument de $H(j\omega)$ dans le plan de Bode.
En déduire de quel type de filtre il s'agit.

ETRS 603 – Licence ST TRI
Examen du 25 juin 2019
Durée 1h30 –deux feuilles manuscrites de résumé autorisées

0. Généralités sur les ondes (1,5 pts)

Chacune de ces courtes questions nécessite une réponse courte, en **3 lignes au maximum**, et l'ensemble doit vous prendre **moins de 5 minutes** et ne demande aucun calcul.

0-1 : Quel est le phénomène parmi les trois suivants : diffraction, diffusion, dispersion, à l'origine de la couleur blanche des fins nuages à haute altitude ? Expliquer les raisons de cette couleur blanche.

0-2 : Chacun des phénomènes suivants : diffraction, diffusion, dispersion, est la cause d'une des trois observations suivantes : « le soleil prend une teinte orange-rouge le soir », « une pluie d'orage crée un arc en ciel sur les rayons du soleil », « la lumière des phares des automobiles que je croise la nuit est irisée si mon pare-brise est rayé ». Associer chacun des phénomènes à chacune des observations.

0-3 : Quel phénomène est utilisé dans les casques audio « réducteurs de bruit » pour réduire les bruits ambiants issus de l'environnement ? Expliquer le principe.

I. Adaptation d'une ligne de transmission (6,5 pts)

On considère une ligne de transmission coaxiale avec un temps caractéristique $T_c=3.33$ ps/mm d'impédance caractéristique $Z_c = 50 \Omega$. La ligne est alimentée par une source sinusoïdale à $f = 3$ GHz ; elle est chargée par une impédance Z_l de valeur $Z_l = 50 - j50 \Omega$. Sa longueur est de 20 cm.

I.1 : Déterminer la longueur d'onde λ (en cm) sur la ligne puis l'impédance réduite (normalisée) z_l de la charge. Reporter l'impédance z_l sur l'abaque de Smith (annexe 1)

I.2 : Déterminer la valeur du module du coefficient de réflexion sur la ligne ainsi que le rapport d'ondes stationnaires (ROS ou SWR).

I.3 : Déterminer à l'aide de l'abaque de Smith la valeur de l'impédance vue à la distance $x=2,5$ cm de la charge en direction du générateur.

I.4 : Déterminer la valeur de l'impédance en entrée de la ligne c'est-à-dire celle vue à la distance $x=20$ cm de la charge en direction du générateur.

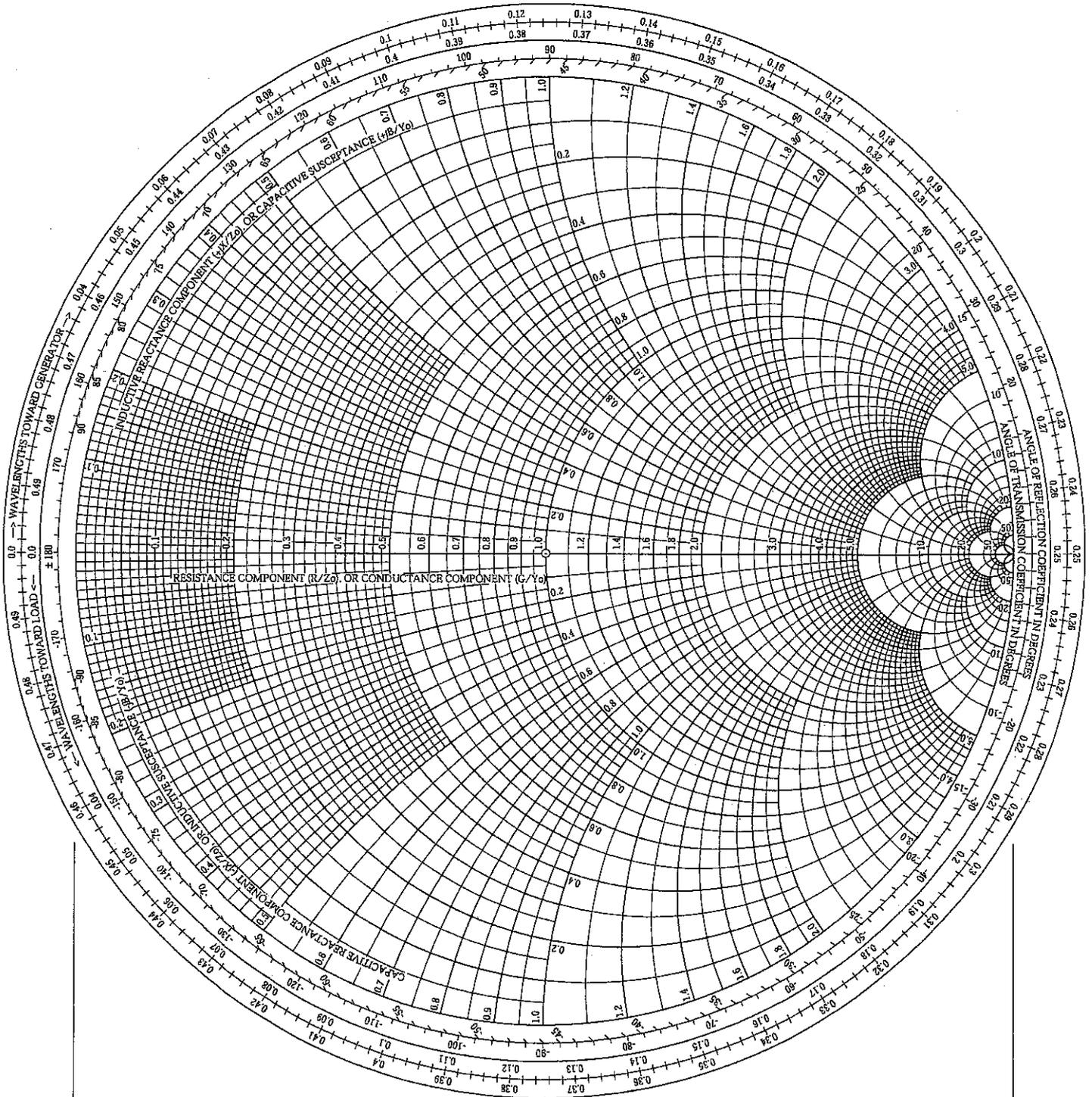
I.5 : Déterminer les positions x_{\min} et x_{\max} (en cm) du premier minimum et du premier maximum de tension sur la ligne lorsqu'elle est chargée par Z_l . Quelles sont les impédances Z_{\min} et Z_{\max} en ces points ?

II. Transitoires sur une ligne chargée par un élément non linéaire – méthode Bergeron (6 pts)

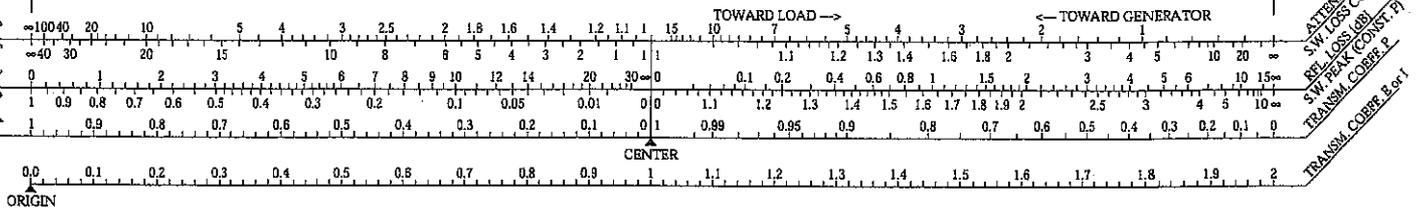
Une ligne sans pertes d'impédance caractéristique $Z_c=50 \Omega$, de temps caractéristique $T_c=5$ ps/mm et de longueur $l=10$ mm, chargée par Z_l qui est un composant Zener non linéaire, est alimentée par un générateur délivrant un signal $E(t)$ en forme indicelle de tension d'amplitude E_o . **A l'instant $t=0$ le générateur passe d'une amplitude $E_o_{\text{bas}}= 1$ V (état bas) à une amplitude $E_o_{\text{haut}}= 4$ V (état haut).** Le schéma de principe est donné sur la figure ci-dessous. Les caractéristiques $V(t)$ du générateur à l'état haut et à l'état bas ainsi que celle de la charge Z_l sont tracées en annexe 2 sur le diagramme de Bergeron.

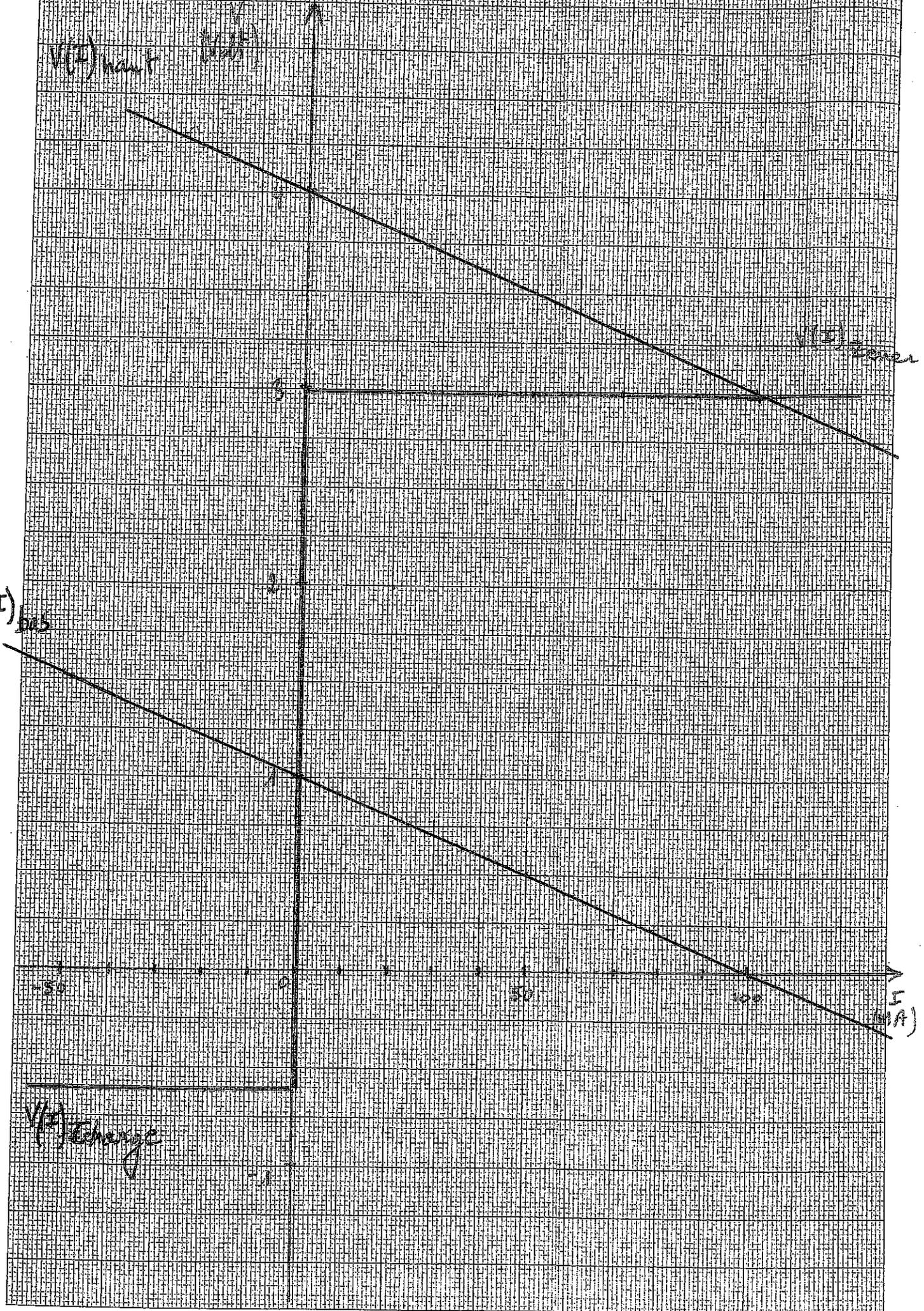
The Complete Smith Chart

Black Magic Design



RADIALLY SCALED PARAMETERS





1 (24)

5

2

1

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100
Temps

Annexe 5

temps	$V(x=0,t)$	$\Delta V(x=0,t)$	$\Delta V(x=l,t)$	$V(x=l,t)$
0-				
0+				
τ				
2τ				
3τ				
4τ				
5τ				
6τ				
7τ				
8τ				
9τ				
10τ				
11τ				
12τ				

NOM : Prénom : Classe :

