

# Circuit électronique

## Facteur d'influences et caractéristiques limites

Cours 1-ère année  
Bachelor Cybersécurité  
EPITA

# Sommaire

## ***1. Introduction***

## ***2. Inductance***

### ***2.1 Caractéristiques principales d'une inductance***

### ***2.2 Exemple d'analyse d'une datasheet d'une inductance***

### ***2.3 Exercices***

## ***3. Diode***

### ***3.1 Caractéristiques principales d'une Diode***

### ***3.2 Exemple d'analyse d'une datasheet d'une diode***

### ***3.3 Exercices***

# 1. Introduction

## Pourquoi les Facteurs d'Influence sont Importants ?

Les **facteurs d'influence** jouent un rôle essentiel dans la performance et la fiabilité des composants électroniques. Leur compréhension est cruciale pour plusieurs raisons :

### 1. Comprendre les Limites des Composants

Les **facteurs d'influence** (comme la tolérance, la température, la tension et le vieillissement) peuvent affecter la capacité, la résistance ou d'autres caractéristiques des composants. Par exemple, un condensateur peut avoir une capacité différente sous tension ou à des températures extrêmes. Il est donc important de connaître l'impact de ces facteurs pour **comprendre les limites réelles** d'un composant par rapport à sa valeur nominale. Ces informations permettent de déterminer dans quelle mesure un composant peut fonctionner dans des conditions réelles et ce qui pourrait causer une défaillance.

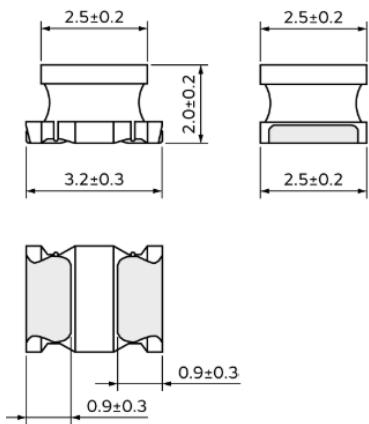
### 2. Assurer la Fiabilité des Composants

Un composant qui n'est pas choisi en tenant compte des **facteurs d'influence** peut finir par être insuffisant pour l'application, ce qui réduit sa **fiabilité**. Par exemple, si un condensateur est mal dimensionné en tenant compte des effets de la température ou de la tension, sa capacité effective pourrait être trop faible, ce qui entraînerait des problèmes de stabilité, des pertes de performance, voire des pannes du système.

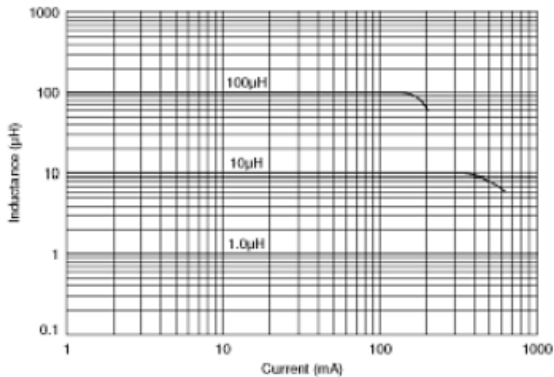
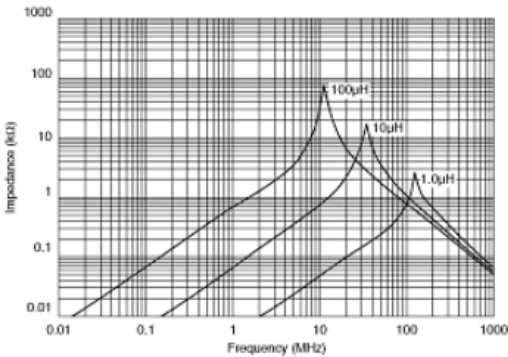
### 3. Réaliser des Designs Électroniques Optimisés

Les **facteurs d'influence** permettent de concevoir des circuits électroniques plus **robustes et fiables**. En comprenant comment la température, la tension et d'autres variables affectent un composant, vous pouvez choisir des composants mieux adaptés aux conditions de fonctionnement spécifiques de votre application. Cela permet de **réduire les risques de défaillance** et d'améliorer la **longévité du circuit**.

## 2. Inductance



(in mm)



Inductance	10μH±10%
Inductance Test Frequency	1MHz
Rated current (Itemp) (Based on Temperature rise)	300mA
Max. of DC resistance	0.572Ω
DC resistance	0.44Ω±30%
Operating Temperature Range(Self-temperature rise is not included)	-40°C to 85°C

## 2.1 Caractéristiques principales d'une inductance

### La valeur de l'inductance (L) :

• C'est la caractéristique principale de l'inductance, mesurée en henrys (H). Elle détermine la capacité de l'inducteur à s'opposer aux variations du courant électrique. La valeur de l'inductance dépend de la géométrie de l'inducteur (taille, forme) et des propriétés du matériau du noyau (si l'inductance en a un).

- La relation entre l'inductance et le flux magnétique est donnée par :

$$L = \frac{\Phi}{I},$$

où  $\Phi$  est le flux magnétique et  $I$  est le courant.

### Le courant maximal (I\_max) :

• C'est la valeur du courant électrique que l'inductance peut supporter sans risque d'endommagement. Si le courant dépasse cette limite, l'inductance peut se saturer ou se détruire.

### La résistance série (R\_s) :

• Toute inductance présente une certaine résistance à cause de son enroulement (généralement en fil de cuivre ou d'aluminium). Cette résistance série a un effet dissipatif et peut générer des pertes d'énergie sous forme de chaleur.

### La résistance à la fréquence (impédance) :

• L'impédance de l'inductance varie avec la fréquence du signal appliqué. À haute fréquence, l'inductance s'oppose davantage au courant en raison de son impédance inductive, qui est donnée par :

$Z_L = j\omega L$  où  $\omega = 2\pi f$  est la pulsation du signal et  $f$  la fréquence. L'impédance inductive augmente avec la fréquence.

## 2.1 Caractéristiques principales d'une inductance

### La saturation magnétique :

- L'inductance peut atteindre un point de saturation, surtout si elle utilise un noyau magnétique. Une fois saturé, le noyau ne peut plus stocker efficacement le flux magnétique, ce qui diminue la capacité de l'inductance à s'opposer aux changements de courant.

### La capacité à stocker de l'énergie :

- L'inductance stocke de l'énergie sous forme de champ magnétique. L'énergie stockée est donnée par :

$$E = \frac{1}{2}LI^2,$$

où  $I$  est l'intensité du courant et  $L$  la valeur de l'inductance.

### La température de fonctionnement :

- Comme pour les autres composants, la température peut affecter la performance de l'inductance. Certaines inductances peuvent perdre leur efficacité ou se dégrader si elles sont utilisées à des températures trop élevées.

### Le vieillissement thermique du noyau :

- L'exposition à des températures excessives peut endommager le noyau de l'inductance, entraînant une perte de performance, notamment une réduction de l'inductance ou une dégradation de la capacité à supporter des courants élevés.

## 2.2 Exemple d'analyse d'une datasheet d'une inductance

### Exemple d'analyse d'une datasheet d'une inductance :

<https://www.murata.com/en-eu/products/productdetail?partno=LQH32CN100K23%23>

Paramètre	Valeur Typique	Facteur d'Influence	Conséquence sur l'Inductance
Inductance (L)	100 $\mu$ H	Courant, fréquence, température, matériau du noyau	La valeur de l'inductance varie avec les changements de ces facteurs, affectant le filtrage et la performance du circuit.
Résistance série (DCR)	2.1 $\Omega$	Température, fréquence, taille du fil	Une résistance série trop élevée diminue l'efficacité de l'inductance, notamment par des pertes en chaleur.
Courant nominal	150 mA	Température, courant appliqué	Un courant trop élevé peut saturer l'inductance, réduisant sa capacité à stocker de l'énergie.
Courant de saturation	250 mA	Température, caractéristiques du noyau ferrite	Le courant de saturation limite la capacité de l'inductance à maintenir sa valeur d'inductance à des courants élevés.
Facteur de qualité (Q)	20	Fréquence du signal, caractéristiques du noyau et du fil	Un Q faible (à basse fréquence) réduit l'efficacité de l'inductance pour les circuits de filtrage haute fréquence.
Plage de fréquence	10 kHz - 30 MHz	Fréquence d'opération	La performance de l'inductance peut se dégrader à des fréquences élevées, affectant la réponse du filtre ou du circuit.
Température de fonctionnement	-40°C à +125°C	Température ambiante, dissipation thermique	Des températures trop élevées peuvent altérer la résistance du matériau et diminuer l'efficacité de l'inductance.

### Exercice : Impact d'une Inductance Hors Plage de Courant sur un Haut-Parleur

#### Inductance de Référence

Inductance **Murata LQH32CN100K23L** (10  $\mu\text{H}$ )

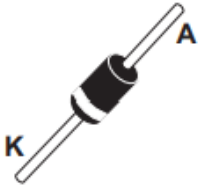
Vous pouvez consulter la datasheet complète ici :

<https://www.murata.com/en-eu/products/productdetail?partno=LQH32CN100K23%23>

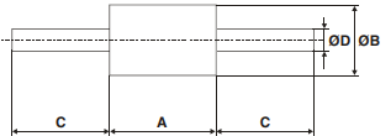
1. Quelle est la valeur du **courant de saturation** pour cette inductance ?
2. Quelle est la plage de **température de fonctionnement** de l'inductance ?
3. Que se passe-t-il si le courant atteint la valeur appelée "**rated current**" ? Autrement dit quelle est la **température de montée** de l'inductance à courant de saturation appelée "**rated current**"  
Référez-vous au tableau de la section 3, **Rating**, de la datasheet.
4. Si l'inductance est utilisée dans un amplificateur audio dans un environnement où la température ambiante atteint **40°C**, et que le courant appliqué correspond au courant appelée "**rated current**" , quelle serait la température interne totale de l'inductance ?
5. Supposons que la datasheet indique un coefficient de température de -250 ppm/°C pour cette inductance, et que la valeur de l'inductance à 25°C est de 10  $\mu\text{H}$ , Calculer la valeur de l'inductance à cette température ambiante atteinte (**40°C**), et à ce courant appliqué correspond au courant appelée "**rated current**" (300mA) sachant que la valeur de l'inductance diminuerait avec l'augmentation de la température.
6. Si l'inductance est utilisée dans un amplificateur audio dans un environnement où la température ambiante atteint **70°C**, et que le courant appliqué correspond au courant appelée "**rated current**" , quelle serait la température interne totale de l'inductance ?
7. Supposons que la datasheet indique un coefficient de température de -250 ppm/°C pour cette inductance, et que la valeur de l'inductance à 25°C est de 10  $\mu\text{H}$ , Calculer la valeur de l'inductance à cette température ambiante atteinte (**70°C**), et à ce courant appliqué correspond au courant appelée "**rated current**" (300mA). sachant que la valeur de l'inductance diminuerait avec l'augmentation de la température.



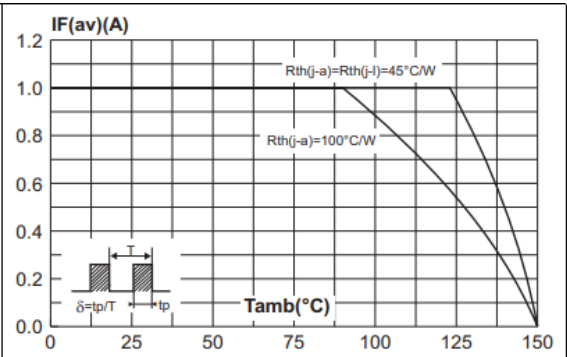
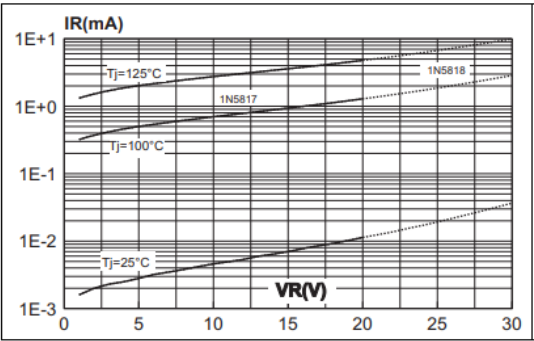
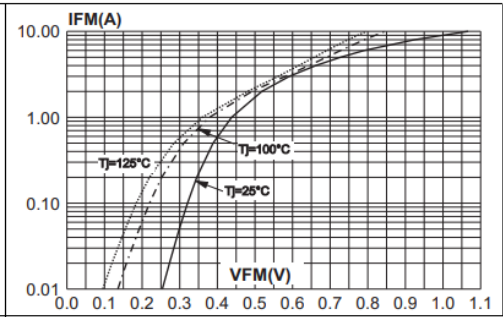
3. Diode



DO-41



Symbol	Value	Unit
$I_{F(AV)}$	1	A
$V_{RRM}$	40	V
$T_j$	150	°C
$V_F \text{ (max)}$	0.45	V



### 3.1 Caractéristiques principales d'une Diode

#### Tension de seuil (ou tension de découpe) :

C'est la tension minimale qui doit être appliquée à la diode dans le sens direct (polarisation directe) pour que la diode commence à conduire.

Exemple : Pour une diode en silicium, la tension de seuil est généralement autour de **0.7 V**. Pour une diode en germanium, la tension de seuil est plus basse, environ **0.3 V**.

#### Courant inverse (ou courant de fuite inverse) :

C'est le petit courant qui circule dans la diode lorsqu'elle est polarisée en inverse (c'est-à-dire que la borne positive du circuit est connectée à l'anode et la borne négative à la cathode).

Idéalement, une diode ne laisse pas passer de courant inverse, mais dans la réalité, il y a toujours un faible courant de fuite, généralement de l'ordre de **nanoampères (nA)** à **microampères (μA)**.

#### Tension de claquage inverse :

C'est la tension maximale qu'une diode peut supporter en polarisation inverse avant que l'isolement de la diode ne soit détruit (ce qui peut provoquer un courant inverse très élevé et endommager la diode).

Exemple : Une diode classique peut avoir une tension de claquage inverse de l'ordre de **50 V** à **1000 V**, tandis qu'une diode Zener est conçue pour fonctionner dans cette plage

#### Caractéristique courant-tension (courbe I-V) :

• Une diode est caractérisée par une courbe qui montre la relation entre le **courant** et la **tension** appliquée. En polarisation directe, la diode commence à conduire après la tension de seuil, et le courant augmente rapidement à partir de cette valeur. En polarisation inverse, la diode bloque le courant jusqu'à atteindre la tension de claquage inverse

## 3.1 Caractéristiques principales d'une Diode

### Puissance dissipée :

La puissance dissipée dans la diode dépend du courant qui la traverse et de la chute de tension aux bornes de la diode. Cette dissipation thermique peut provoquer une élévation de température de la diode et doit être prise en compte pour éviter la surchauffe.

### Température de fonctionnement :

Les diodes peuvent fonctionner dans une gamme de températures spécifiques, généralement entre **-40°C et +150°C**. Cependant, la performance de la diode peut être affectée par la température, en particulier la tension de seuil qui diminue à mesure que la température augmente.

**Vieillessement** : la Diode peut subir un vieillissement avec le temps, en particulier lorsqu'elle est exposée à des températures élevées et à des courants prolongés. Cela peut conduire à une **augmentation du courant inverse** et une **diminution de la tension de seuil** avec le temps. Ces effets sont plus prononcés si la diode est utilisée à des températures proches de sa limite maximale (par exemple, 125°C) ou à des niveaux de courant proches de sa capacité de courant maximal

### 3.2 Exemple d'analyse d'une datasheet d'une diode

#### Exemple d'analyse d'une datasheet d'une diode :

<https://www.farnell.com/datasheets/2308559.pdf>

Paramètre	Valeur	Unité
Tension inverse maximale (V <sub>R</sub> )	40	V
Courant direct maximal (I <sub>F</sub> )	1	A
Tension de seuil (V <sub>F</sub> )	0.45 (max)	V
Courant de fuite inverse (I <sub>R</sub> )	5 µA	µA
Température de jonction (T <sub>j</sub> )	-55°C à +125°C	°C
Temps de commutation inverse	< 4 ns	
Capacité de jonction (C <sub>J</sub> )	150 pF	pF
Puissance dissipée (P <sub>D</sub> )	500 mW	mW

### 3.3 Exercice :

Influence de la température sur la chute de tension directe ( $V_f$ ) d'une diode Schottky

#### Contexte :

Imaginons un système de **chargeur de téléphone portable** utilisant une **diode Schottky 1N5819** pour le redressement du courant alternatif (AC) en courant continu (DC). Le système fonctionne dans un environnement où la température ambiante varie entre **25°C** et **80°C** et étant donné que la température d'auto-échauffement interne du chargeur est de **20°C @80°C ambiant** cela donne une température interne composant d'environ **100°C**.

La diode Schottky 1N5819 présente une caractéristique importante : la **chute de tension directe ( $V_f$ )** varie en fonction du courant et de la température. En général, à **température plus élevée**, la chute de tension directe diminue, ce qui peut affecter les performances du chargeur, en particulier la conversion de l'énergie et l'efficacité du système

Influence de la température sur la chute de tension directe ( $V_f$ ) d'une diode Schottky

Données : Se référer à la datasheet suivante d'une diode Schottky **1N5819** :

<https://www.farnell.com/datasheets/2308559.pdf>

#### Question 1 :

À **25°C**, la chute de tension directe ( $V_f$ ) de la diode Schottky 1N5819 est typiquement de **0.45V** pour un courant de 1A.

• **Quel sera la chute de tension directe ( $V_f$ ) de la diode à 100°C si on se réfère à la Figure 14. Forward voltage drop versus forward current (typical values) (1N5819)**

#### Question 2 :

Supposons que le courant traversant la diode varie entre 0.5A et 1A dans le chargeur.

**Comment la chute de tension directe ( $V_f$ ) varie-t-elle avec le courant à 25°C et 100°C ?**

**se réfère à la Figure 14. Forward voltage drop versus forward current (typical values) (1N5819)**

#### Question 3 :

Quel serait l'impact de cette variation de  $V_f$  sur l'efficacité du **chargeur de téléphone portable** si la température du circuit monte à **100°C** ?

• **Expliquez comment cette diminution de la chute de tension pourrait affecter l'efficacité du circuit.**

