

## TP1 Diodes en commutation



NAM/MBY

**A attention de :**

M. Bovey

M. Moreno

## Table des matières

1. Consignes.....	4
2. Matériel nécessaire .....	4
3. Analyse théorique .....	4
3.1. Schéma de mesure .....	4
3.2. Listes des caractéristiques.....	5
3.3 Dimensionnement des résistances.....	5
3.4 Fréquences pour les différentes diodes .....	6
4. Simulation.....	6
4.1 Analyse des résultats .....	7
4.1.1 1N4004 .....	7
4.1.2 1N4148 .....	8
4.1.3 SB2100E-G .....	9
4.2 Impact du duty cycle .....	10
5. Mesure.....	10
5.4 Analyse des résultats .....	10
6. Analyses Générale .....	11
6.1 Comparaison des résultats .....	11
6.2 Risques d'erreurs .....	11
7. Mesure additionnelle – photodiode .....	12
7.1 Schéma de mesure en mode photorécepteur .....	12
7.1.1 Tableau de mesures.....	12
7.2 Schéma de mesure en mode photovoltaïque .....	13
7.2.1 Tableau de mesures.....	13
7.2.2 MPP .....	13
7.3 Comparaison des 2 mesures .....	14
8. Conclusion .....	15
9. Annexes .....	16
9.1 N4004 .....	16
9.1.1 Mesure $U_j$ (Comm ON) .....	16
9.1.2 Mesure $U_j$ (Comm OFF).....	16
9.1.3 Mesure $I_d$ .....	17

9.1.4 Measure Ireverse.....	17
9.1.5 Measure trr .....	18
9.2 1N4148 .....	18
9.2.1 Measure UJ (Comm ON) .....	18
9.2.2 Measure UJ (Comm OFF).....	19
9.2.3 Measure ID .....	19
9.2.4 Measure Ireverse.....	20
9.3 SB 2100E-G .....	20
9.3.1 Measures Uj (Comm ON) .....	20
9.3.2 Measure UJ (Comm OFF).....	21
9.3.3 Measure ID .....	21
9.3.4 Measure Ireverse.....	22

# 1. Consignes

Analyser le régime dynamique d'une diode dans différentes conditions pour observer le courant  $I_d$  et la tension  $U_j$  et vérifier si ces approximations sont correctes ou non.

## 2. Matériel nécessaire

- Diode de redressement par ex 1N4004
- Diode de signal ou de commutation, par ex 1N4148
- Diode Schottky, par ex 1N4007
- Photodiode :
  - a) INL3APD80

## 3. Analyse théorique

### 3.1. Schéma de mesure

Dessinez un schéma de mesure vous permettant de caractériser les diodes citées ci-dessus

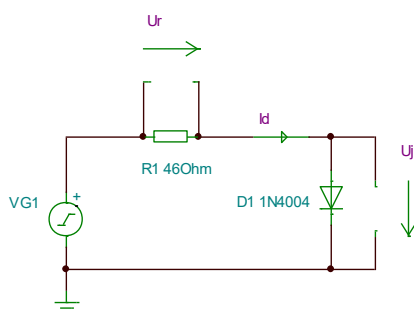


Schéma de mesure pour la diode de redressement

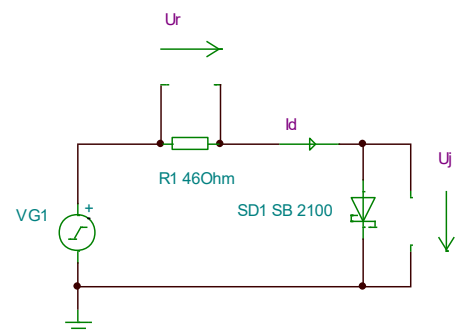


Schéma de mesure pour la diode Schottky

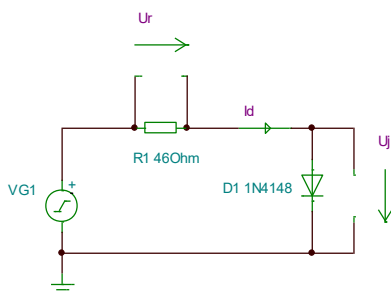


Schéma de mesure pour la diode de commutation

### 3.2. Listes des caractéristiques

Listez les caractéristiques importantes des 3 diodes ci-dessus en fonction des éléments à mesurer :

/ duty cycle	50%			
Nom caractéristique	1N4004	1N4148	SB2100E-G	Unité
$U_j$	0.8	1.03	1	[V] @0.2A
$I_f$	200	200	200	[mA]
$U_r$	10	10	10	[V]
$I_r$	200n	15n	25n	[A] @10V
$t_{rr}$	30u	4n	4n	[s]

Le  $t_{rr}$  est mesuré quand le flanc descendant passe à 0 et le flanc montant est à 10% du pic de la chute

### 3.3 Dimensionnement des résistances

The image shows a handwritten circuit diagram and calculations on grid paper. The circuit diagram at the top shows an AC voltage source  $V_p = 20V$  with frequency  $f = 5kHz$  and  $offset = 0V$ . It is connected in series with a resistor  $R$  and a diode. The current  $I$  flows through the circuit, and the voltage across the diode is  $U_D$ . The current is specified as  $I = 200mA$ .

**Calcul de R pour diode 1N4004**  
 $U_D = 0,8V @ 200mA$  (val dans datasheet)  

$$R = \frac{V_p - U_D}{I} = \frac{10 - 0,8}{200 \cdot 10^{-3}} = 46 \Omega \Rightarrow E12: 47 \Omega$$

**Calcul de R pour diode 1N4148**  
 $U_D = 1,03V @ 200mA$  (val dans datasheet)  

$$R = \frac{V_p - U_D}{I} = \frac{10 - 1,03}{200 \cdot 10^{-3}} = 44,85 \Omega \Rightarrow E12: 47 \Omega$$

**Calcul de R pour diode SB2100E-G**  
 $U_D = 0,58V @ 200mA$  (val dans datasheet)  

$$R = \frac{V_p - U_D}{I} = \frac{10 - 0,58}{200 \cdot 10^{-3}} = 47,1 \Omega \Rightarrow E12: 47 \Omega$$

### 3.4 Fréquences pour les différentes diodes

A quelle fréquence (ordre de grandeur) utiliseriez-vous ces différentes diodes (justifiez votre réponse) ?

1N4004 : En basse fréquence 50-100Hz car ce sont des diodes de redressement

1N4148 : En haute fréquence car c'est une diode de signal rapide jusqu'à 100MHz

1N4007 : En basse fréquence 50-100Hz car ce sont des diodes de redressement

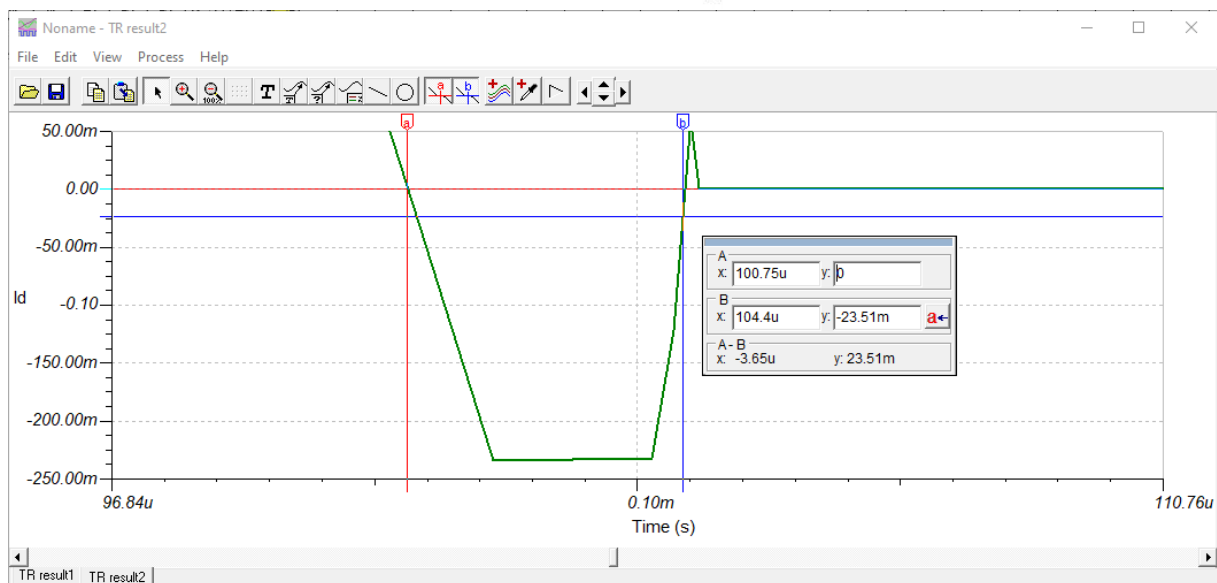
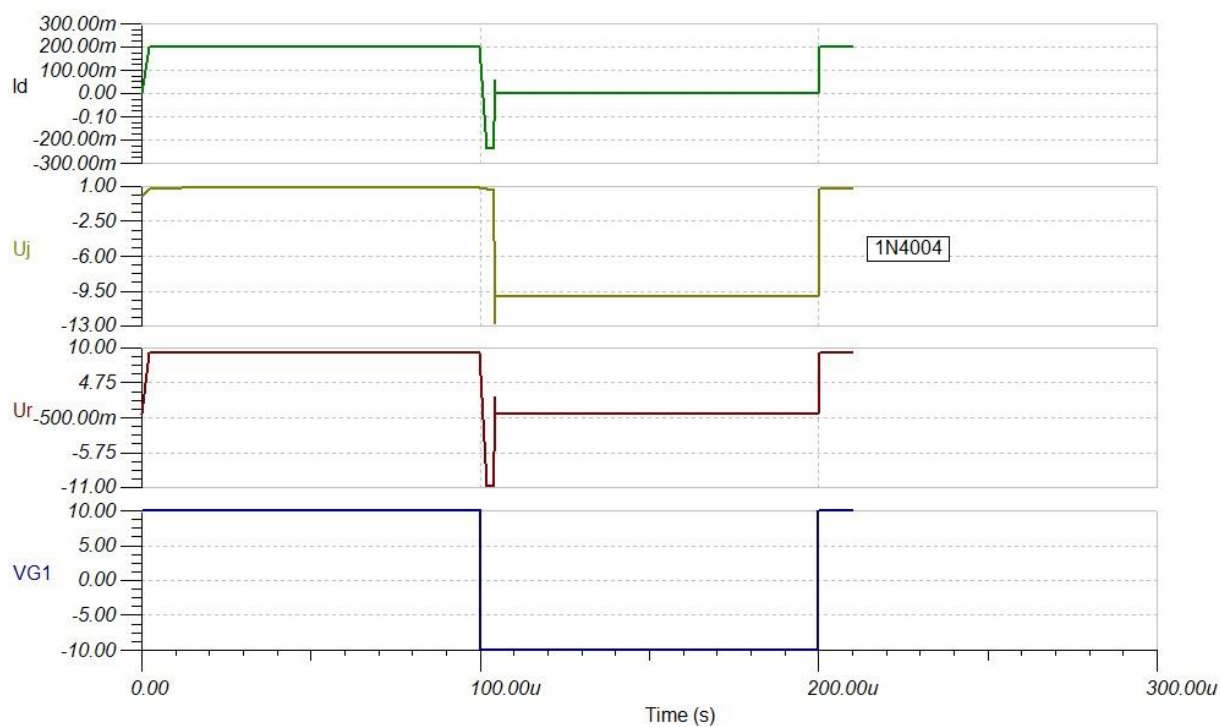
## 4. Simulation

Simulez votre montage pour que la diode se trouve dans un état de commutation (ON/OFF) On vous demande de mesurer les caractéristiques listées dans le tableau du point 3.2. Pour réaliser ceci, utilisez un générateur de signaux configuré de cette manière

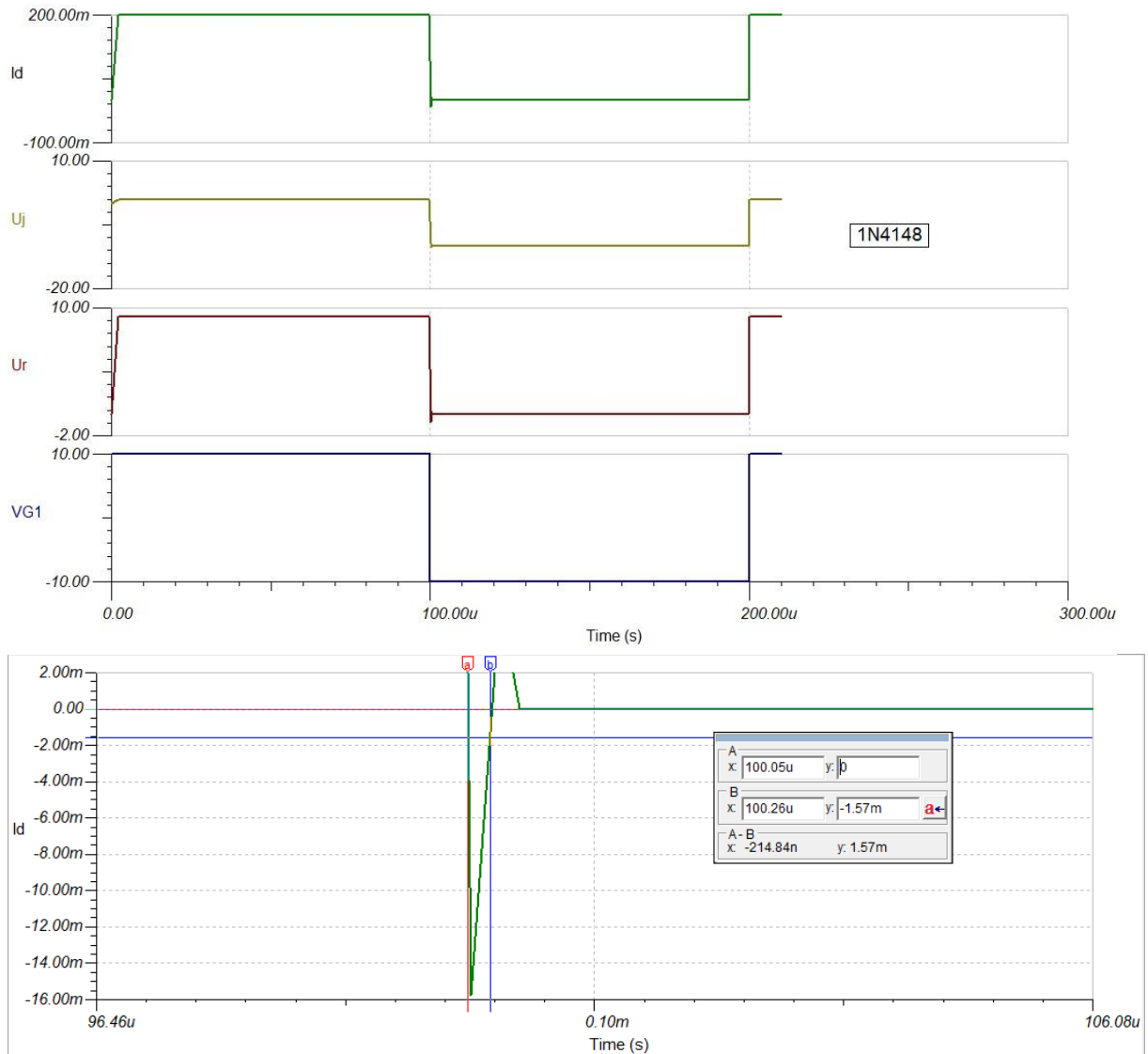
- ⇒ Forme : Rectangulaire
- ⇒ Amplitude 10Vpeak
- ⇒ Offset : 0V DC
- ⇒ Fréquence : 5kHz avec duty cycle variable

## 4.1 Analyse des résultats

### 4.1.1 1N4004



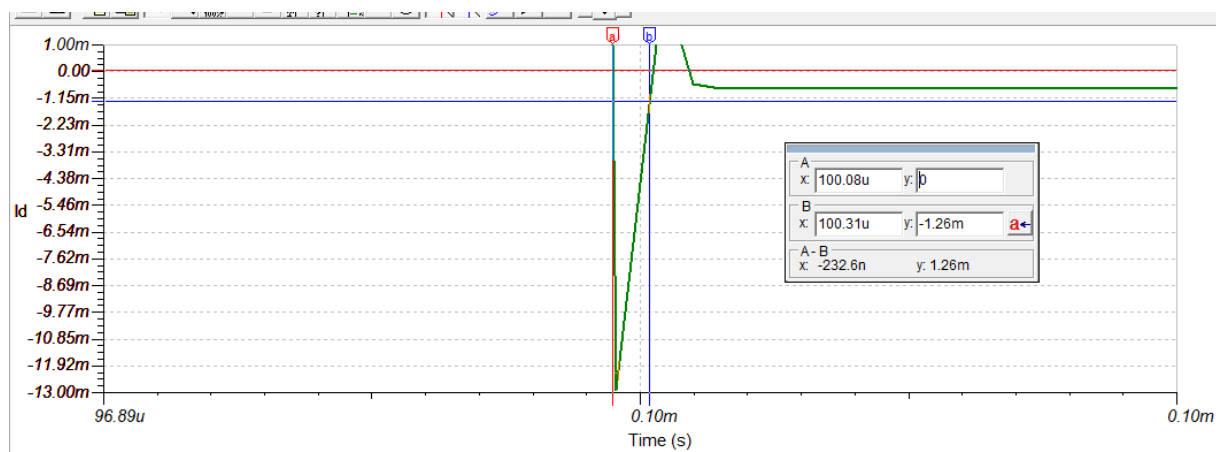
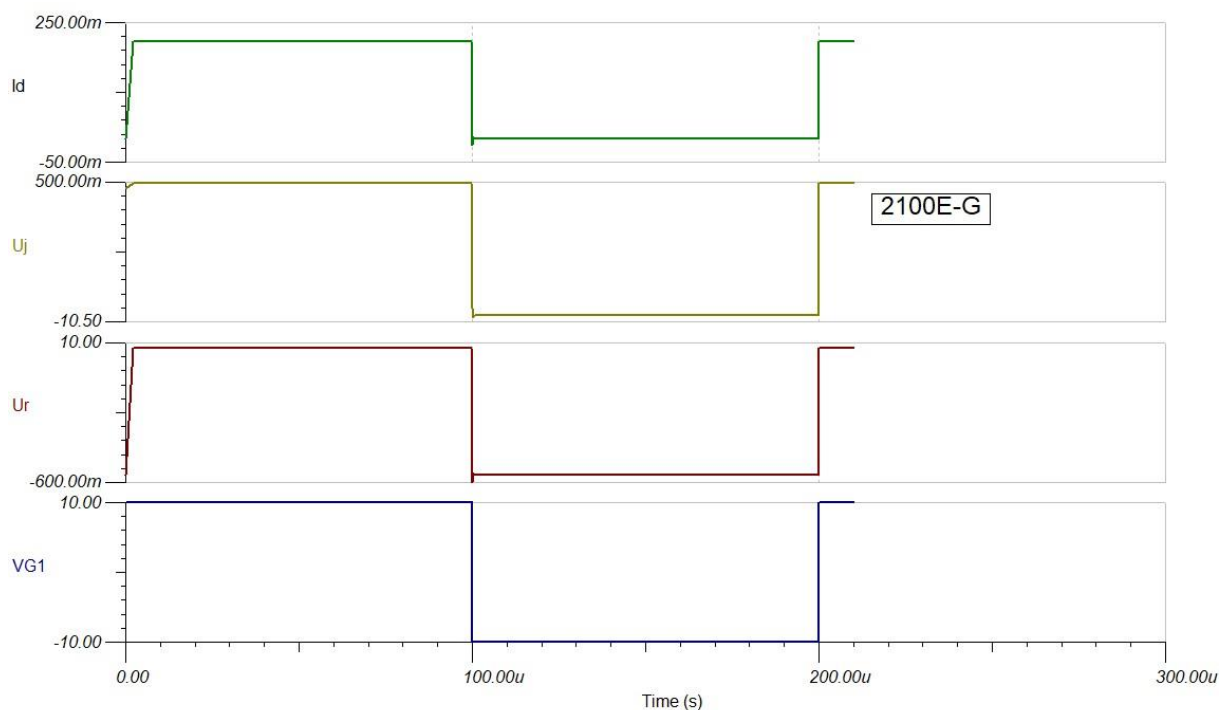
## 4.1.2 1N4148



Le trr relevé semble élevé probablement à cause du modèle de Tina n'étant pas pareil que le modèle pris dans les datasheets.



## 4.1.3 SB2100E-G



/ duty cycle	50%			
Nom caractéristique	1N4004	1N4148	SB 2100E-G	Unité
Uj (Comm ON)	821.58m	840.62m	821.58m	[V]
Uj (Comm OFF)	-10	-10	-10	[V]
UR (Comm ON)	9.18	9.16	9.18	[V]
UR (Comm OFF) max	19n	46.46n	19n	[V]
Id	199.53m	199.12m	213.43m	[A]
Ir max (reverse)	413p	1.01p	-1u	[A]
trr	3.65u	1.57m	232.6n	[s]

## 4.2 Impact du duty cycle

Quelle pourrait-être l'impact d'un duty cycle plus petit ou plus grand que 50% ?

Plus petit : Le courant de la diode diminue donc la diode conduit moins

Si la diode a un temps de recouvrement inverse (trr) important (ex. 1N4004), elle peut ne pas avoir le temps de bien « récupérer » → pertes accrues et échauffement.

Plus grand : Le courant moyen  $I_d$  augmente. => échauffement de la diode, moins de pertes liées au recouvrement inverse.

## 5. Mesure

**Toutes les mesures se trouve en annexe.**

Il faut vérifier à implanter les diodes dans le bon sens, et de la tension d'alimentation du circuit

### 5.4 Analyse des résultats

/ duty cycle	50%			
Nom caractéristique	1N4004	1N4148	SB 2100E-G	Unité
Uj (Comm ON)	720m	1	840m	[V]
Uj (Comm OFF)	-10.12	-10.24	-10.24	[V]
UR (Comm ON)	9.44	9	9.16	[V]
UR (Comm OFF)	10.04	9.76	9.76	[V]
$I_d$	204m	196m	192m	[A]
$I_r$ max	-2.4m	2.6m	8m	[A]
trr	8u	Pas mesurable	Pas mesurable	[s]

**Ireverse** : Il n'est pas possible d'obtenir une mesure précise. Cela est dû à cause du bruit que l'on retrouve à la mesure du signal et à la résolution de la sonde de courant. J'ai donc placer un curseur environ au milieu du bruit ce qui correspond à mon 0A et le deuxième curseur est placer approximativement au bords inferieur du bruit. Le delta entre ses deux curseurs et mon Ireverse mais cette mesure est très imprécise

## 6. Analyses Générale

### 6.1 Comparaison des résultats

Les tensions directes mesurées sont proches des valeurs des tensions obtenues sont proches des valeurs des datasheets. Les courants mesurés sont globalement cohérents avec les simulations. Le trr mesuré pour la diode 1N4004 est légèrement plus élevé que la valeur observée dans les datasheets. Les autres valeurs ne sont non mesurables probablement à cause de leur faible valeur.

Au niveau des formes des signaux sont ressemblants dans les 3 cas ce qui prouvent que les différents points ont été respectés

On observe un courant qui suit l'alternance du signal d'entrée, avec un temps de récupération inverse marqué pour la 1N4004.

Pour la 1N4148 et la Schottky, le courant inverse est beaucoup plus faible, ce qui correspond à la norme des diodes rapides.

### 6.2 Risques d'erreurs

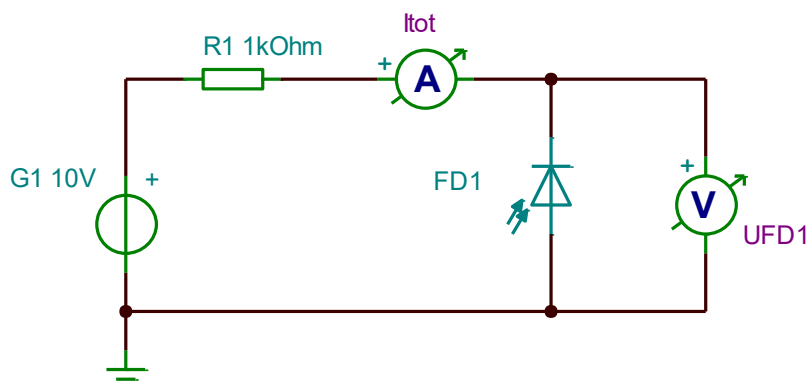
Il y a différents paramètres qui peuvent causer des erreurs d pour les mesures : Comme la résolution de l'oscilloscope qui peut fausser de quelques mV ou uA le signal. (Surtout sur les faibles courant/tension) appelées des chutes de tension parasites.

Les impédances des câbles (sondes, banane, coaxiaux) peuvent aussi influencer le signal rajoutant des résistances non voulues et déforment le signal.

Surtout pour les diodes rapides, la capacité parasite des sondes influence le trr.

## 7. Mesure additionnelle – photodiode

### 7.1 Schéma de mesure en mode photorécepteur



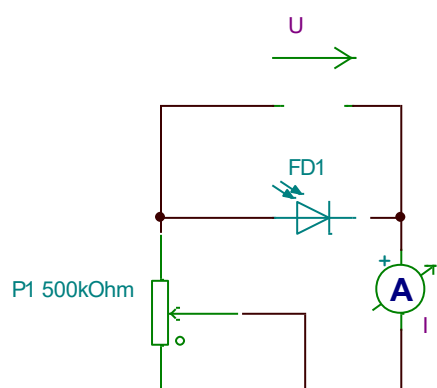
Calcul de la résistance du circuit

	INL-3APD80	Unité
Tension d'alimentation	170	[V]
Courant max IFD1	35u	[A]
R du circuit	12.5k	[Ω]

#### 7.1.1 Tableau de mesures

		Lumière de la pièce	Flash du téléphone	Boite noire
Courant[A]	Max	5u	1.180m	0
	Moy	0.8u	500u	0
Tension[V]	Max	-260m	-524m	700m
	Moy	-257m	-486m	630m

## 7.2 Schéma de mesure en mode photovoltaïque

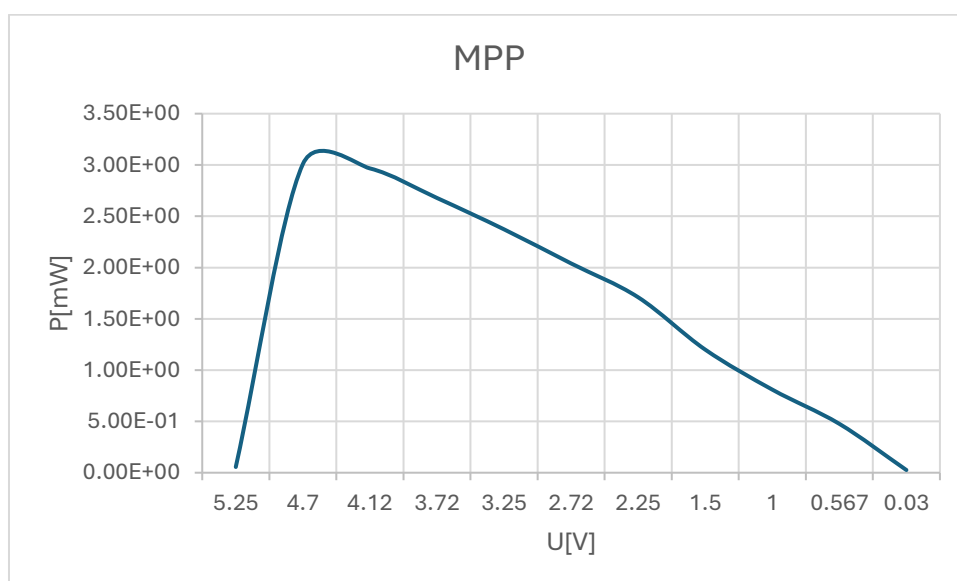


Nous avons utilisé un potentiomètre afin de changer facilement la résistance et rendre plus simple et plus précise la mesure

### 7.2.1 Tableau de mesures

		Lumière de la pièce	Flash du téléphone	Boite noire
Courant[A]	Max	66.5uA	2.38m	0
	Min	6.2uA	10.9u	0
Tension[V]	Max	3.092V	5.7	0
	min	3.7mV	11m	0

### 7.2.2 MPP



### 7.3 Comparaison des 2 mesures

En mode **photorécepteur**, la photodiode polarisée en inverse génère un courant proportionnel à la lumière reçue, ce qui permet une détection rapide et linéaire de l'éclairement.

En mode **photovoltaïque**, elle produit directement une tension et un courant sans alimentation externe, mais avec une réponse plus lente et une puissance limitée.

Nos mesures ont montré que l'intensité lumineuse influence fortement le courant et la tension dans les deux cas, et nous avons pu déterminer le point de puissance maximale (MPP) en mode photovoltaïque.

Ces expériences confirment que le mode photorécepteur est mieux adapté à la détection rapide de signaux lumineux, tandis que le mode photovoltaïque est plus approprié pour la conversion d'énergie.

## 8. Conclusion

Ce travail pratique nous a permis d'analyser en détail le comportement de trois types de diodes (1N4004, 1N4148 et SB2100E-G) en régime de commutation et en régime bloqué.

Les résultats obtenus montrent une bonne cohérence entre la simulation, la mesure et les données constructeur :

Les tensions directes et inverses sont proches aux données des datasheets.

Les courants mesurés sont proches des valeurs attendues.

Les temps de recouvrement inverse ( $t_{rr}$ ) mettent différencient les vitesses entre les diodes de redressement et les diodes rapides.

Ce TP a également mis en évidence l'importance de choisir la diode adaptée en fonction de la fréquence d'utilisation :

Les diodes de redressement comme la 1N4004 conviennent pour les basses fréquences.

Tandis que les diodes rapides (1N4148 et Schottky) sont indispensables pour les signaux rapides afin de limiter les pertes et l'échauffement.

Enfin, nous avons constaté que les résultats peuvent être influencés par les instruments de mesure (bande passante, bruit, câblage), ce qui souligne la nécessité de bien calibrer et d'interpréter avec prudence les données expérimentales.

En conclusion, ce TP nous a permis de mieux comprendre le comportement réel des diodes en commutation, de développer notre maîtrise des outils de mesure et de simulation, et d'acquérir une approche critique vis-à-vis des résultats expérimentaux.

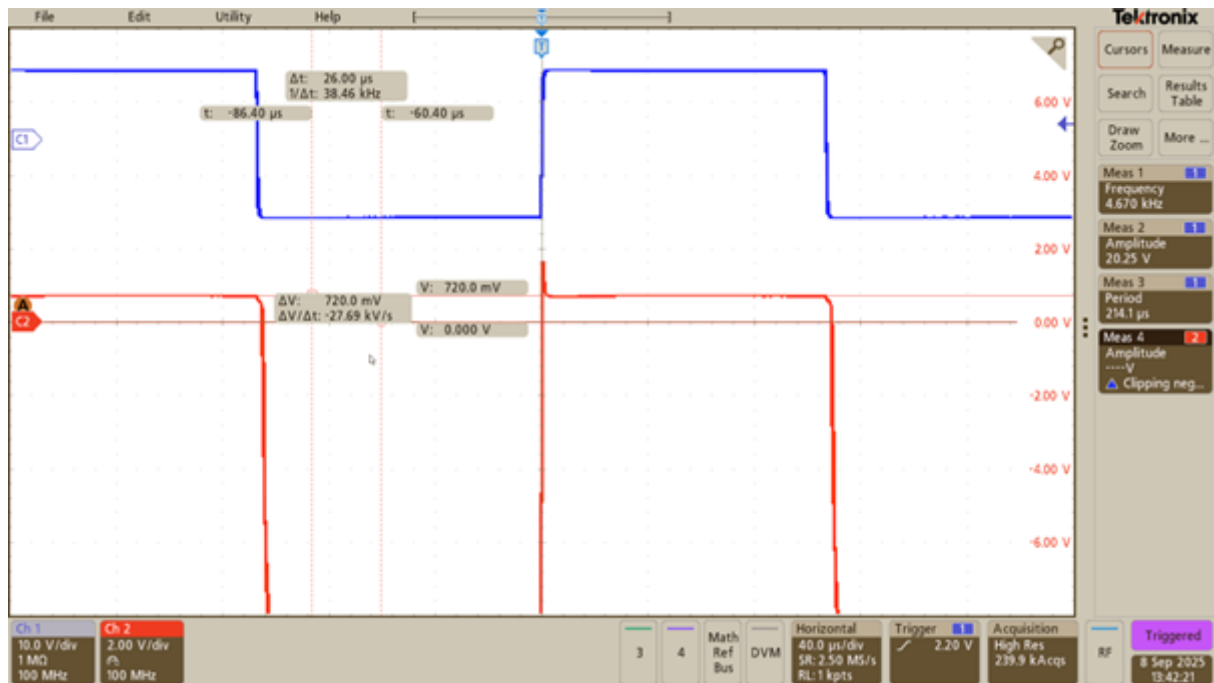
Lausanne, le 29.09.25

Signature : NAM      MBY

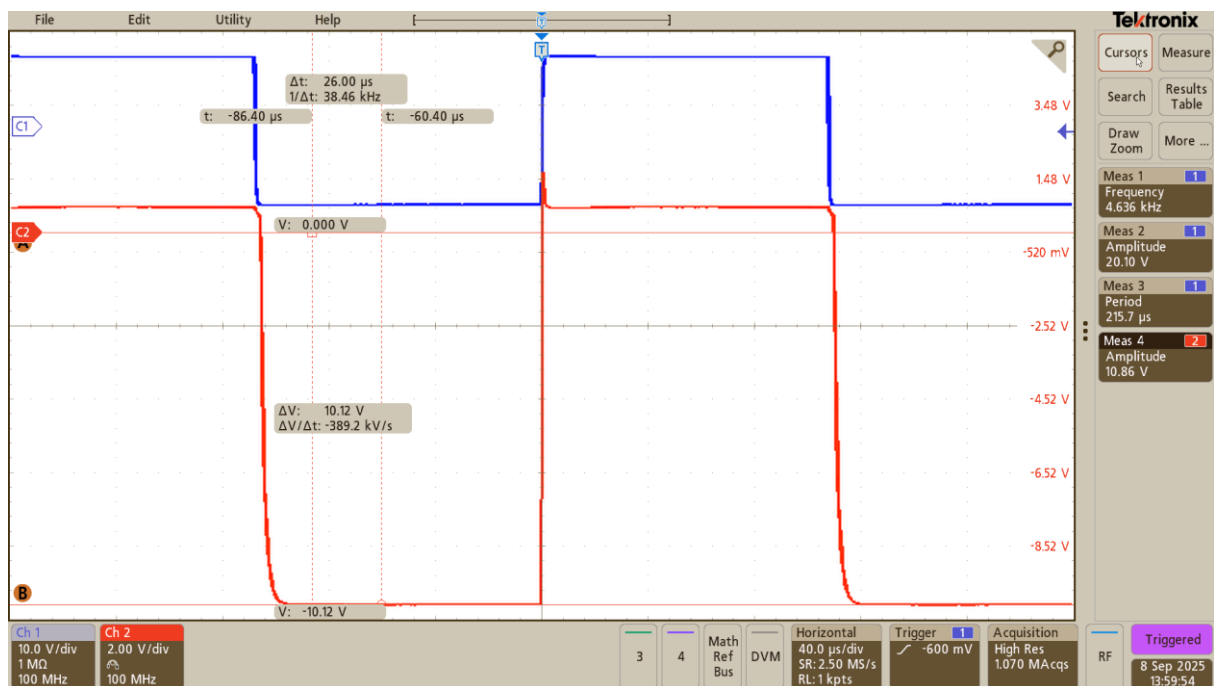
## 9. Annexes

### 9.1 N4004

#### 9.1.1 Mesure U<sub>j</sub> (Comm ON)

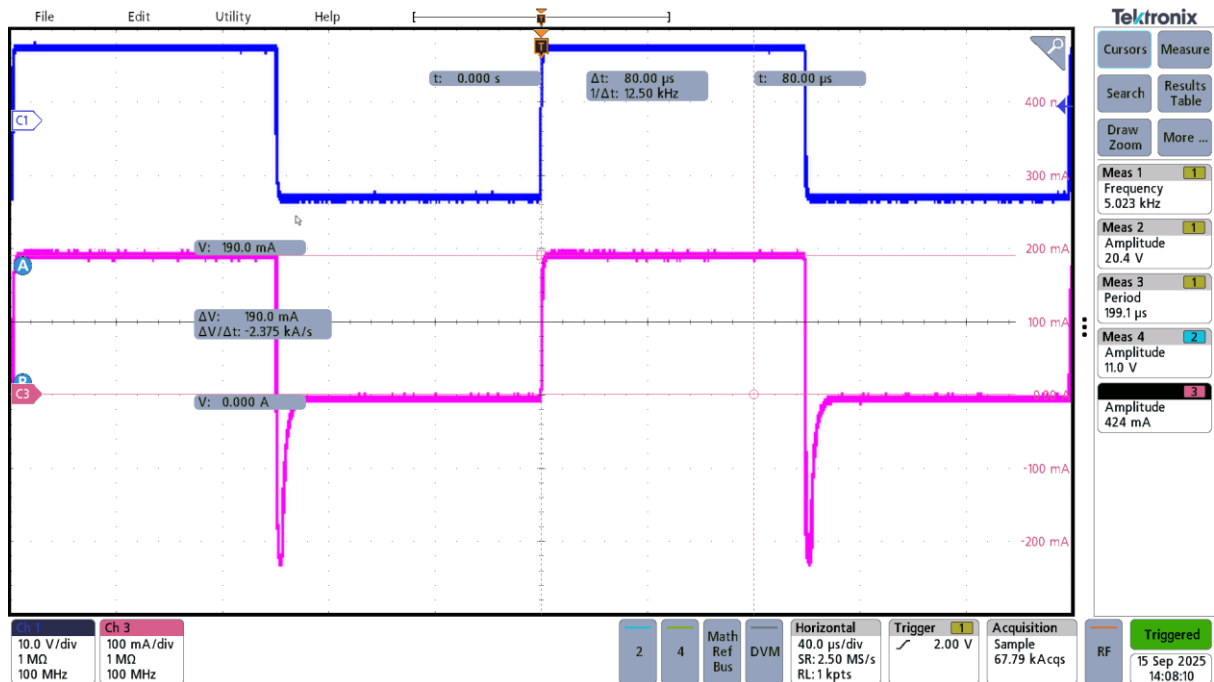


#### 9.1.2 Mesure U<sub>J</sub> (Comm OFF)

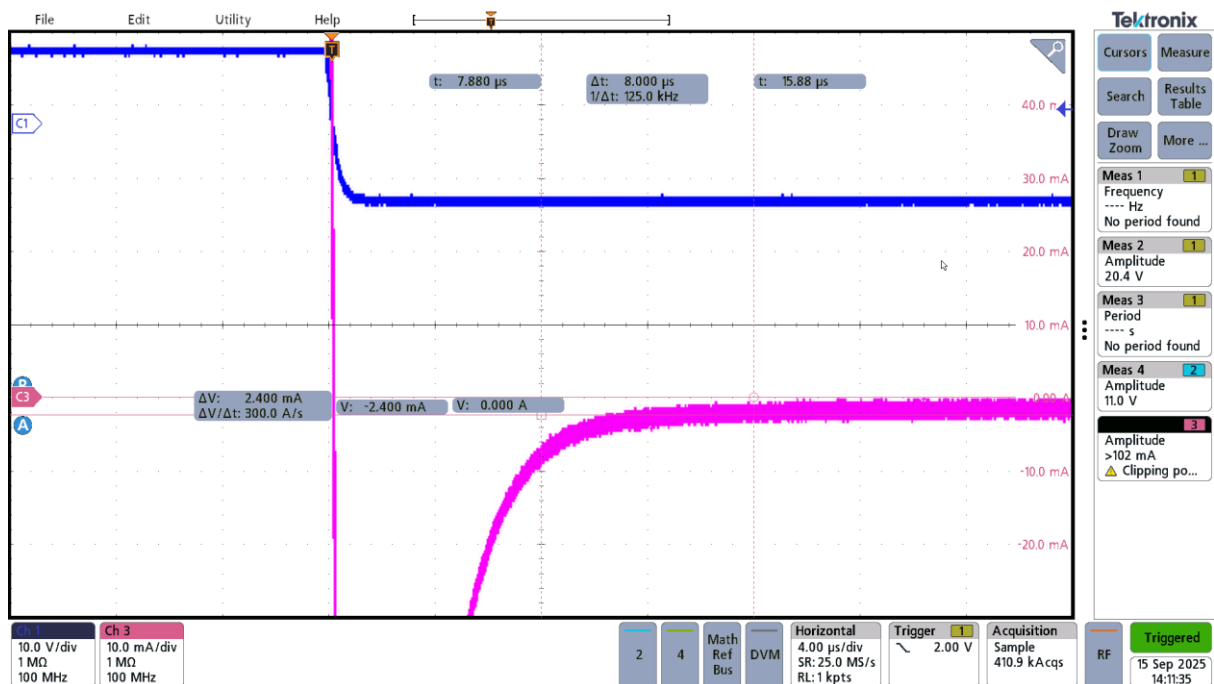




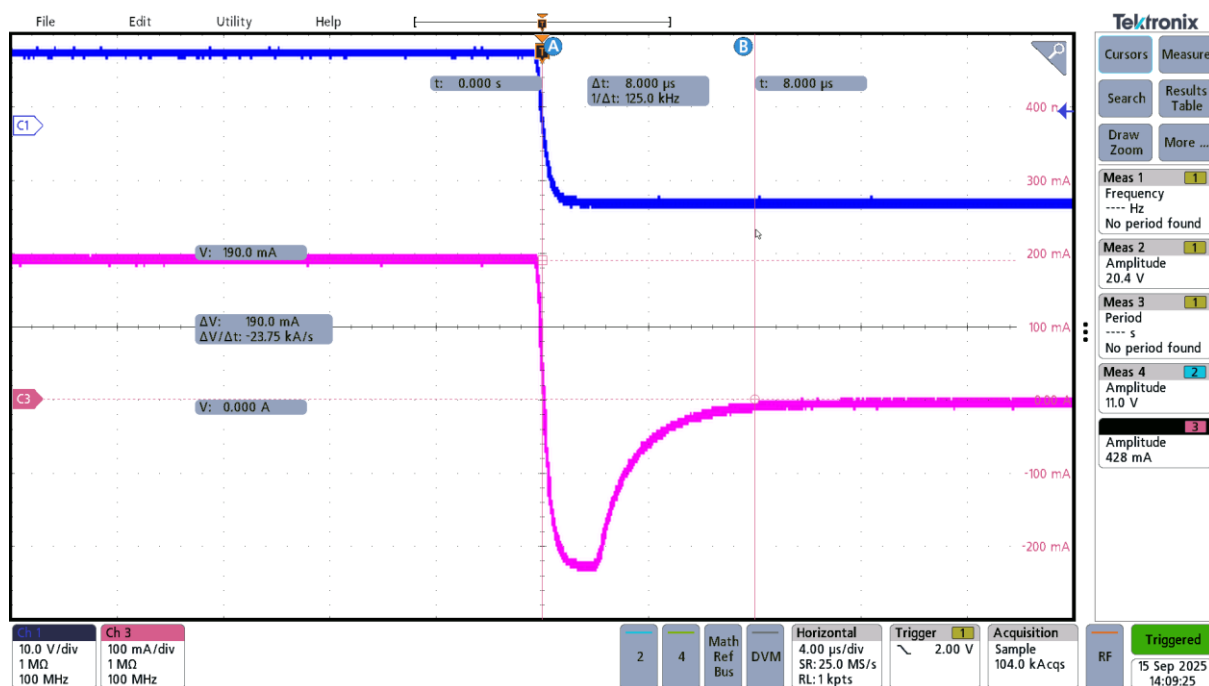
## 9.1.3 Mesure Id



## 9.1.4 Mesure Ireverse

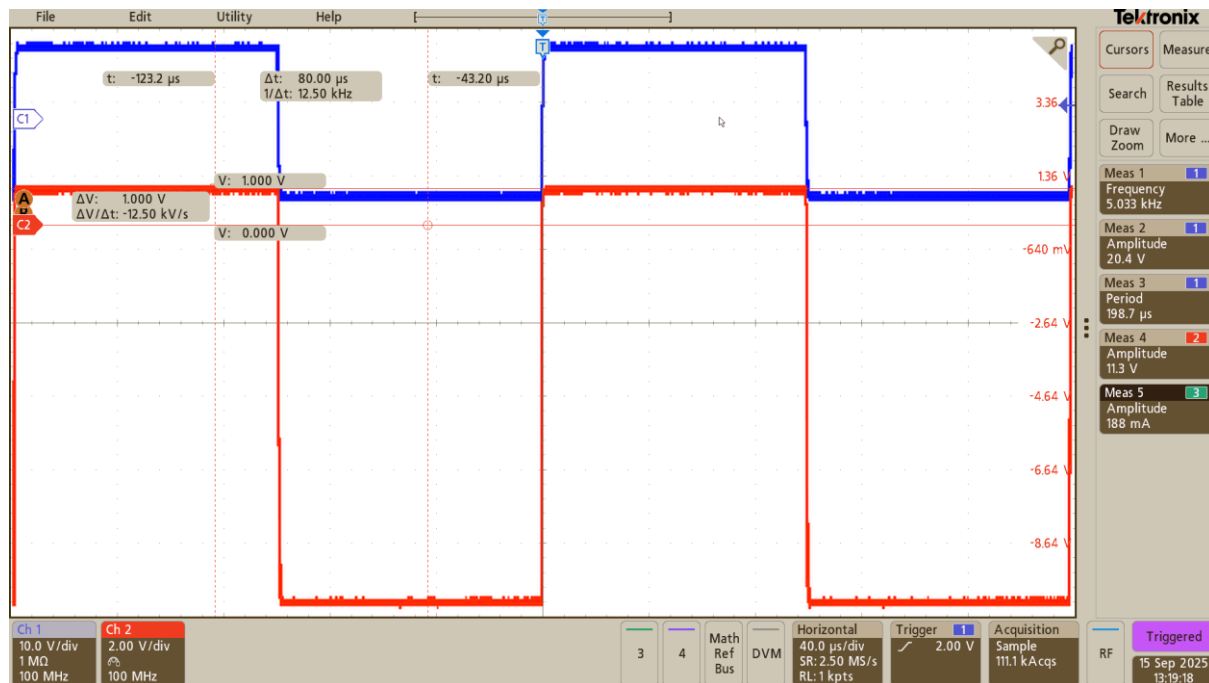


## 9.1.5 Mesure trr

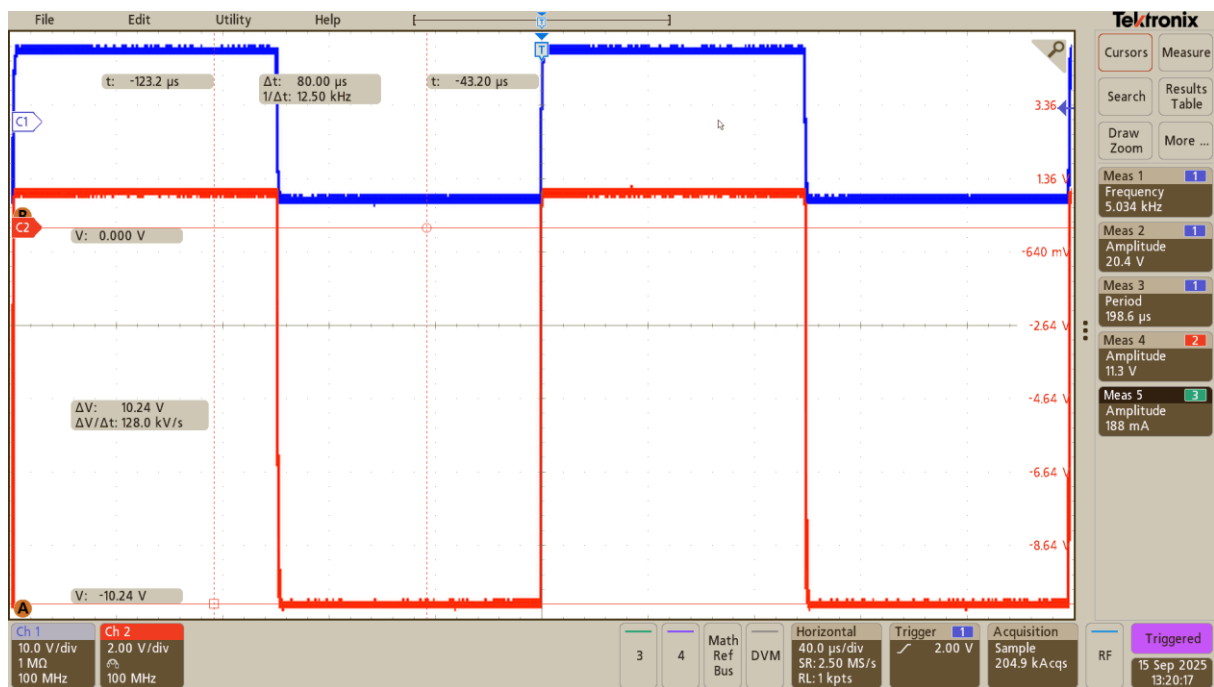


## 9.2 1N4148

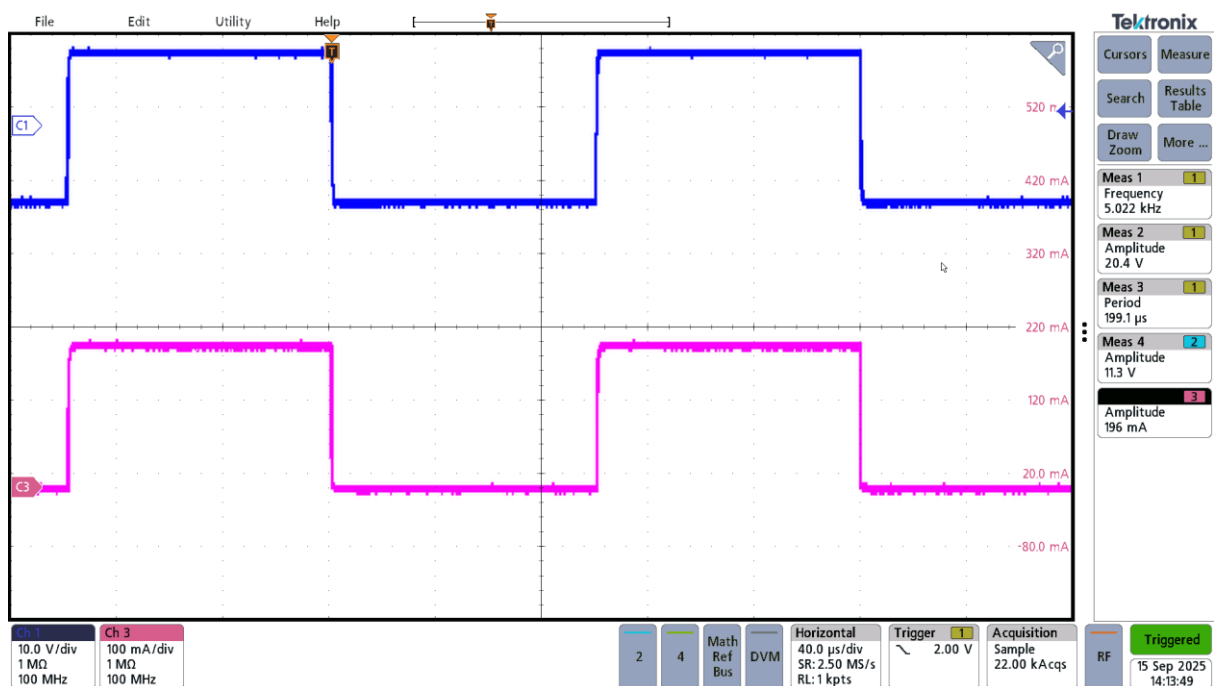
## 9.2.1 Mesure UI (Comm ON)



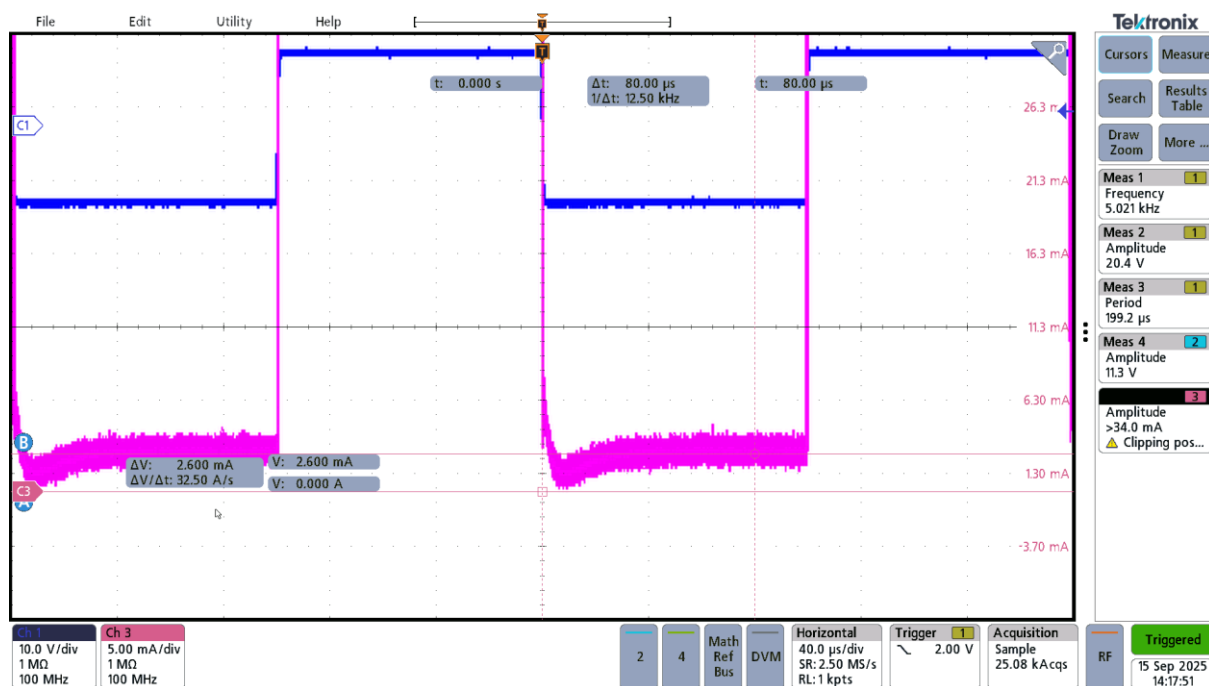
## 9.2.2 Mesure UJ (Comm OFF)



## 9.2.3 Mesure ID

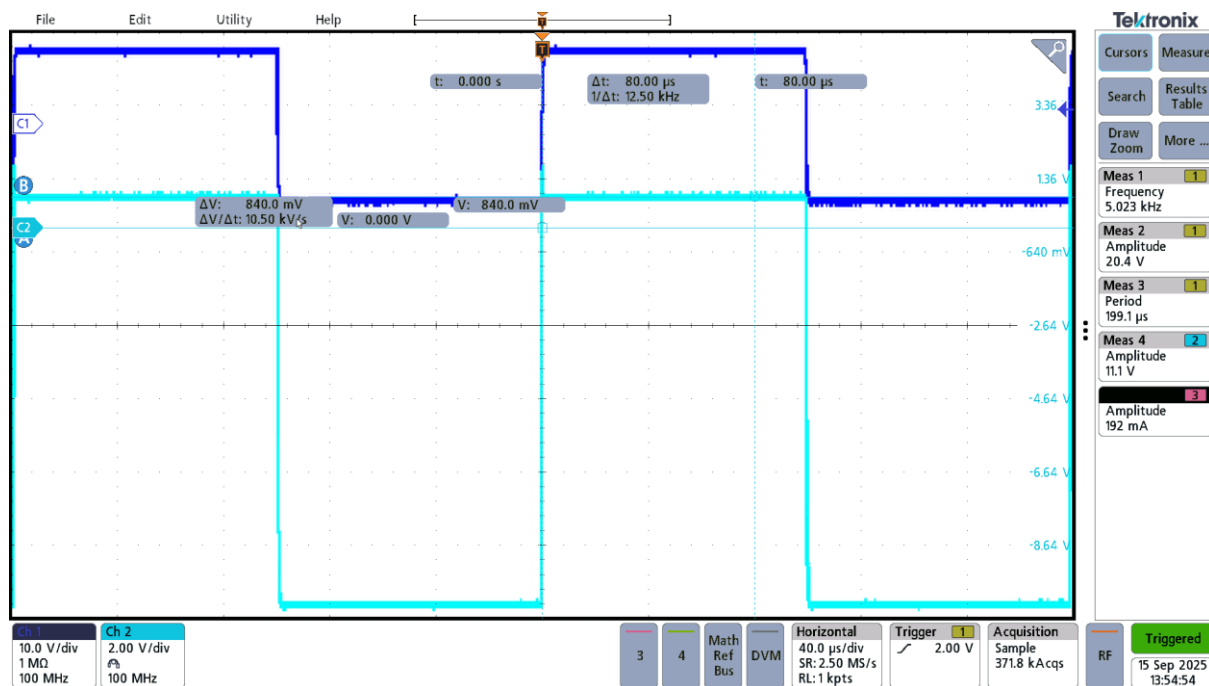


## 9.2.4 Mesure Ireverse

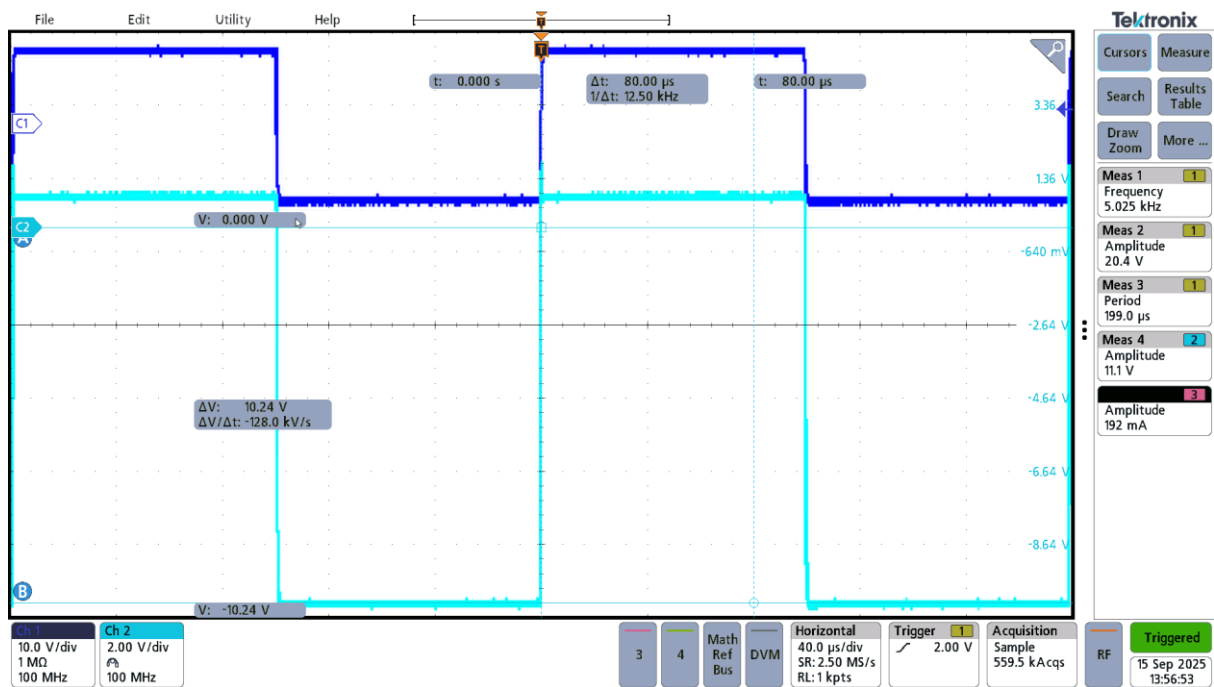


## 9.3 SB 2100E-G

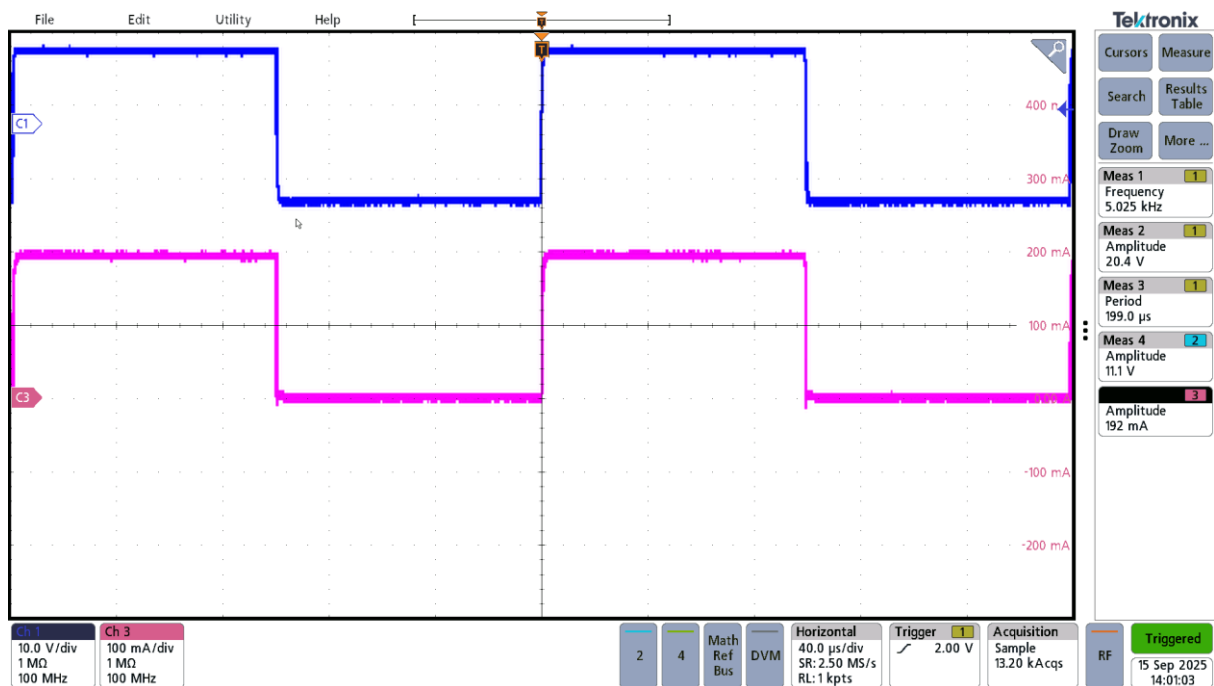
### 9.3.1 Mesures Uj (Comm ON)



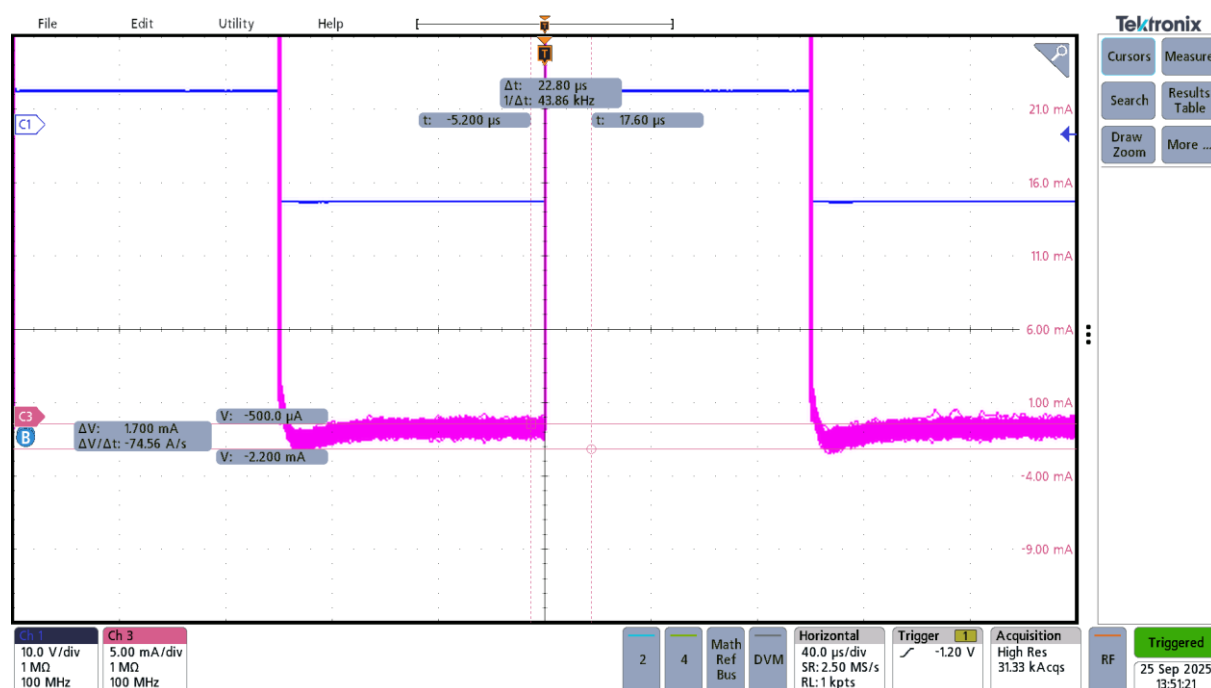
## 9.3.2 Mesure UJ (Comm OFF)



## 9.3.3 Mesure ID



### 9.3.4 Mesure Ireverse



### 9.4 Instruments de mesure

Dénomination	Appareil	Marque	Type	Caractéristique	N° inventaire
P1	Oscilloscope	Tektronix	MDO34	100Mhz 10GS/s	ES.SLO1.04.00.44
G1	Générateur	Gwinsteck	AFG-2225	2 chanel	ES.SLO1.04.00.24