

**ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE
CERN — DIVISION SL**

SL Note 94-46 (BT-FP)

SYSTEME MKDV

MESURES & EVOLUTIONS SUR LES IGNITRONS

Jean-Marie DURY

Prévessin, Avril 1994

a) INTRODUCTION:

L'objectif de ces mesures était de mieux comprendre l'instabilité constatée de manière "rare et aléatoire" sur la courbe di/dt des Ignitrons.

Il en résultait parfois des Missings, dommageables à long terme pour les thyratrons, qui devaient alors absorber la totalité du courant sur toute la durée du pulse.

b) GENERALITES:

Une série de mesures et tests nous permirent d'optimiser et définir aux bornes de l'igniter, un niveau de tension "minimum" nécessaire et indispensable au bon fonctionnement des ignitrons.

Ces signaux sont émis par les modules de puissance Power Trigger.

En effet, le fait d'augmenter de manière significative la tension Igniter sur le secondaire du transformateur, soit une montée de 1355V à 2234V (figures 7-8-9) nous assura alors une stabilité sur le jitter proche du zéro.(figures 1-2-3).

Ces phénomènes aléatoires nous permirent également de voir et comprendre, lors d'erratic Ignitron, la présence de retour de tension très élevé > 5 kV remontant vers les modules Power Trigger, conduisant ainsi à une usure prématurée des circuits.

La mise en place d'une protection accrue dans les modules, à l'aide de diodes de puissance et tranzorbes, allait nous permettre d'absorber ces retours, nous assurant alors un fonctionnement optimum de l'ensemble.

D'autres mesures nous permirent également, de mettre en évidence une baisse importante de la valeur de résistance interne de l'igniter.

Cette diminution est en partie due au vieillissement des tubes. Certaines valeurs, ont ainsi diminuées au fil du temps, de 90 Ohms à 36 Ohms, créant alors une chute de tension très importante, (figure 12) et entraînant un fonctionnement instable.

La deuxième phase fut consacrée à l'analyse et à l'utilisation d'un nouveau type de transformateur destiné à diminuer l'inductance de fuite.

Ces caractéristiques le distingue du précédent par un intervalle plus faible entre les enroulements primaire et secondaire, et par l'existence d'un écran relié à la masse.

Types de transformateurs: 24 spires rapport 1/1	ANCIEN MKDV	NOUVEAU LEP
-Primaire avec secondaire en court-circuit	40.4 μ H	48 μ H
-Primaire avec R=50 Ohms au secondaire	905 μ H	1300 μ H
-Distance entre spires	9.5mm	4.5mm

L'utilisation du nouveau transformateur type LEP nous permis de raccorder l'écran à la masse, la forme de la courbe est alors plus propre.(figures 13-14). L'ancien modèle de transformateur n'offrait pas cette possibilité de raccordement.

c) TYPES DE MESURES:

Les tests comparatifs ont portés sur trois types de modules Power trigger différents.

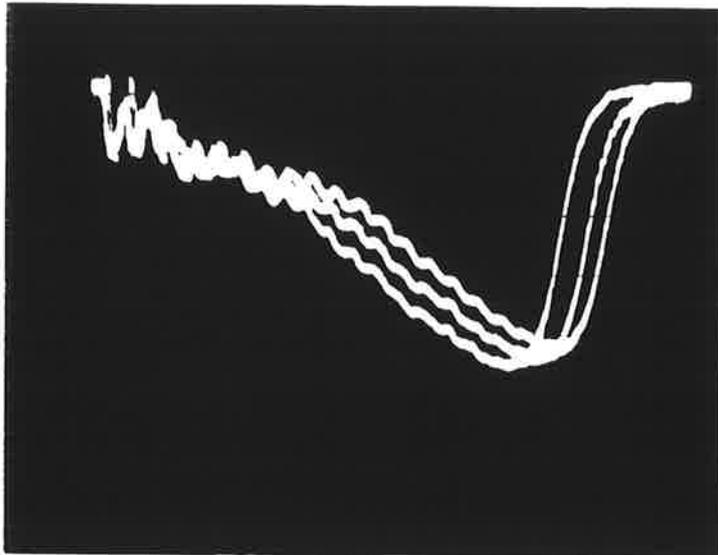
-La version initiale 2500V le 2/10/93

-La version 2500V modifiée le 5/12/93

-La version 2700V type IGBT nouvelle Génération du 21/01/94

- 1) MESURES COMPARATIVES DU JITTER
- 2) MESURES COMPARATIVES DE U AU PRIMAIRE DU TRANSFORMATEUR
- 3) MESURES COMPARATIVES DE U AU SECONDAIRE DU TRANSFORMATEUR
- 4) INFLUENCE DE LA RESISTANCE DE L'IGNITER SUR LA TENSION
- 5) UTILISATION DU TRANSFORMATEUR TYPE LEP
- 6) STABILITE DE L'ENSEMBLE THYRATRON -IGNITRON

1) MESURES COMPARATIVES DU JITTER:



MESURES DES COURANTS SUR L'IGNITER FAITES AVEC LE MEME IGNITRON:

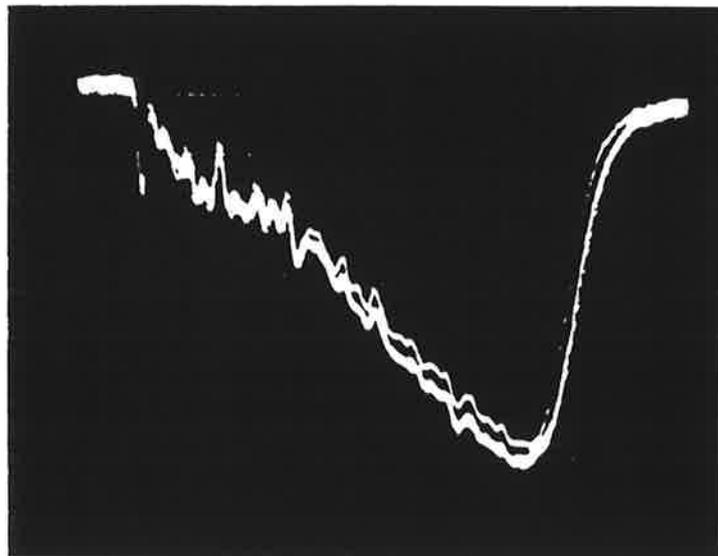
a)- Tests avec Power Trigger 2500V (version initiale).

$$U = 200\text{mv} / 200\text{amp}$$

$$\text{Jitter: } < 200\text{ns}$$

$$1 \text{ div} = 200\text{ns}$$

Figure:1



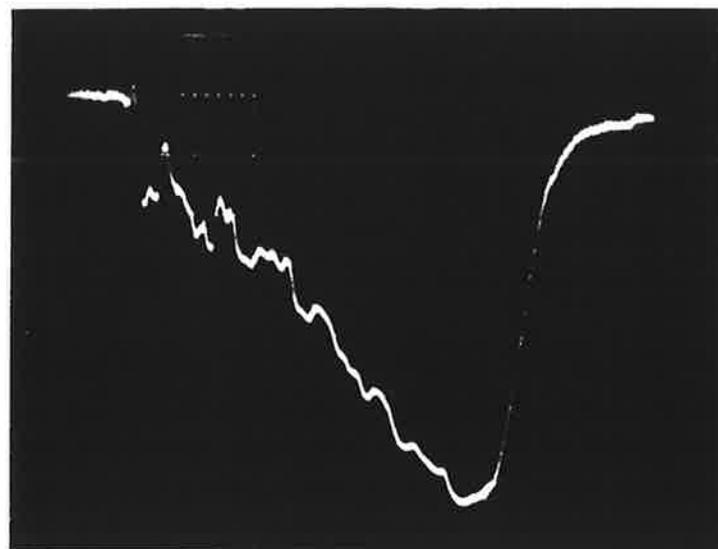
b)-Tests avec Power - Trigger 2500V modifié soit: l'adjonction de Transzorbs aux bornes des thyristors et diodes anti-retours.

$$U = 240\text{mv} / 240\text{amp}$$

$$\text{Jitter: } 70 \text{ ns}$$

$$1 \text{ div} = 200\text{ns}$$

Figure: 2



c)-Tests avec Power Trigger 2700V type IGBT (nouvelle version).

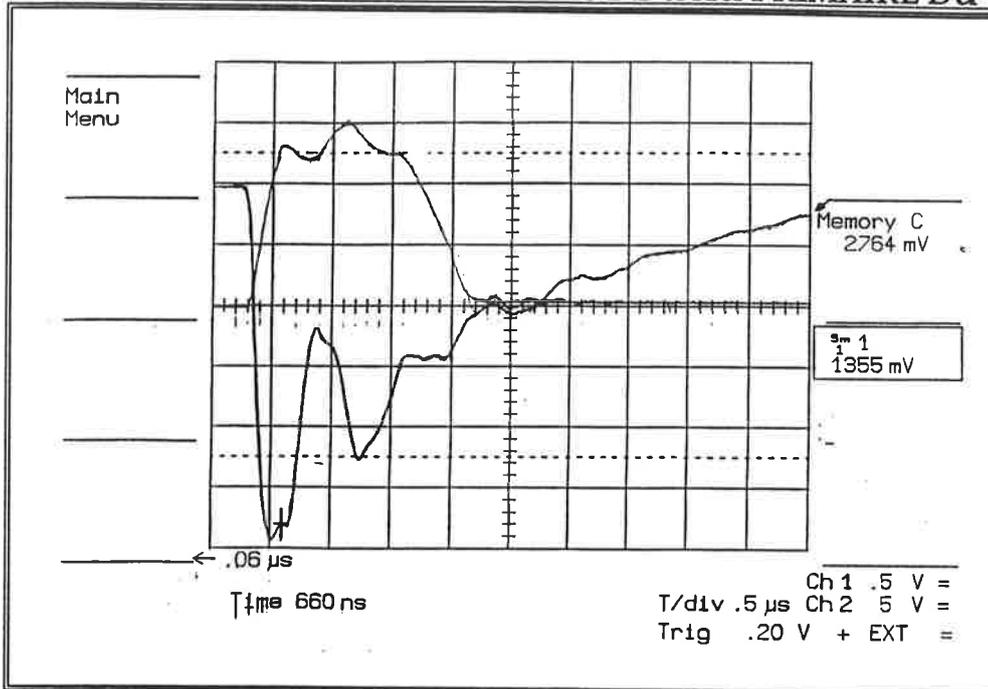
$$U = 280\text{mv} / 280\text{amp}$$

$$\text{Jitter: } \text{proche du zéro.}$$

$$1 \text{ div} = 200\text{ns}$$

Figure: 3

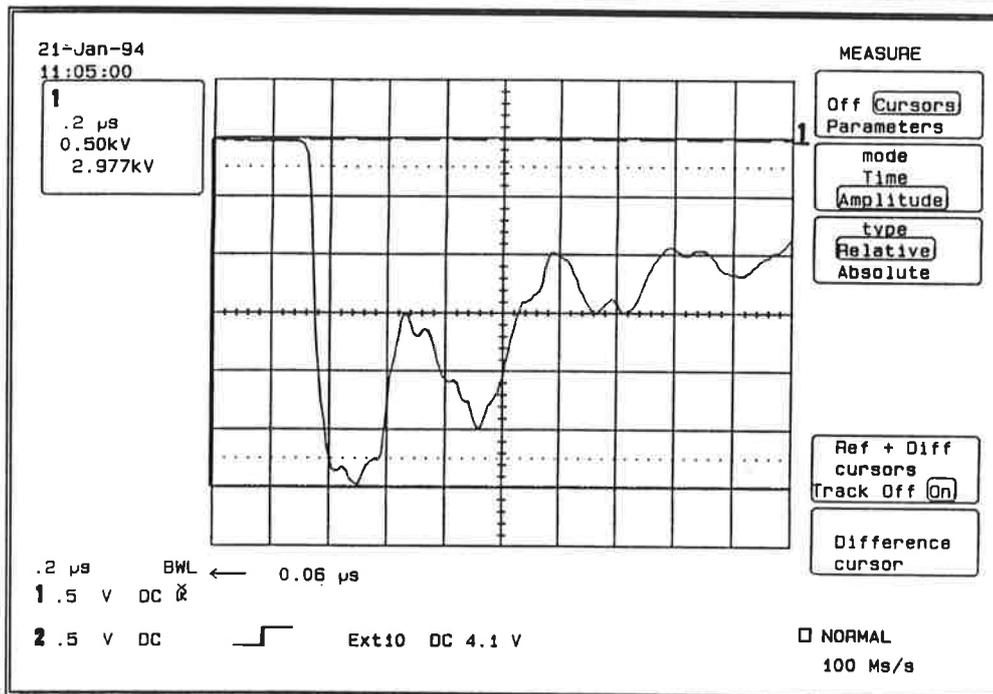
2) MESURES COMPARATIVES DE U AU PRIMAIRE DU TRANSFORMATEUR:



a)- Tests avec Power Trigger 2500V (version initiale).

$U=2764V$.

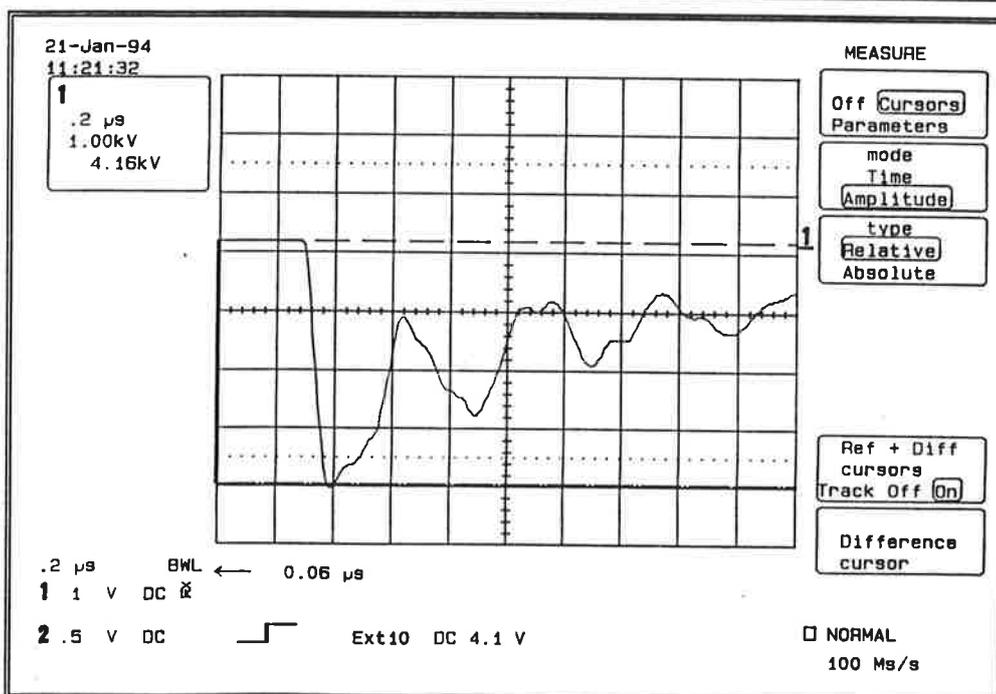
Figure: 4



b) Tests avec Power Trigger 2500V modifié.

$U=2977V$.

Figure: 5

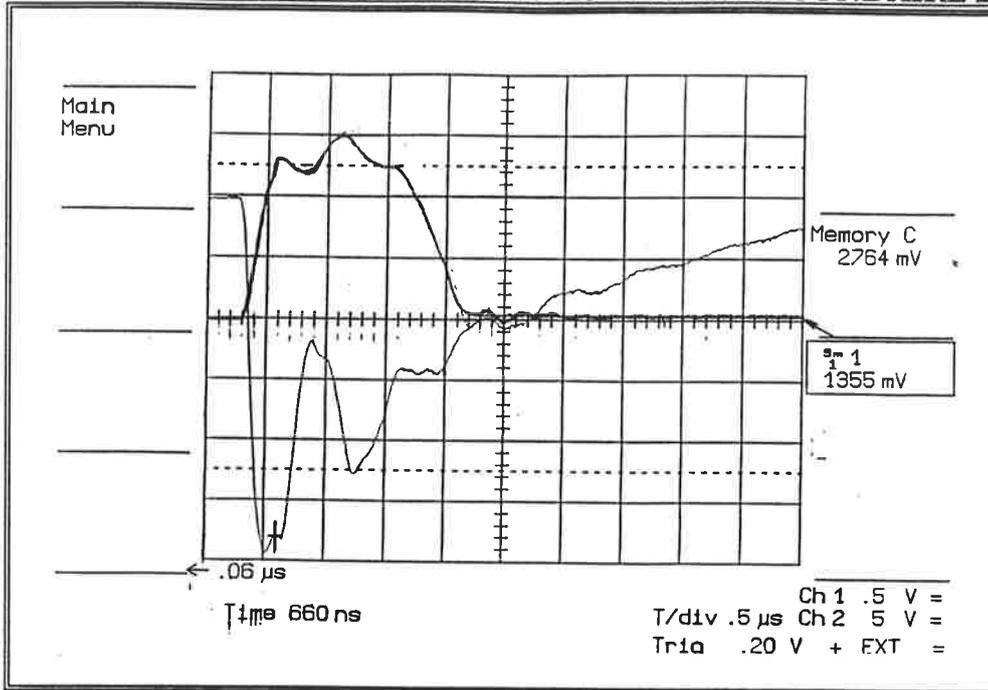


c) Tests avec Power Trigger 2700V type IGBT.

$U= 4160V$.

Figure: 6

3) MESURES COMPARATIVES DE U AU SECONDAIRE DU TRANSFORMATEUR:



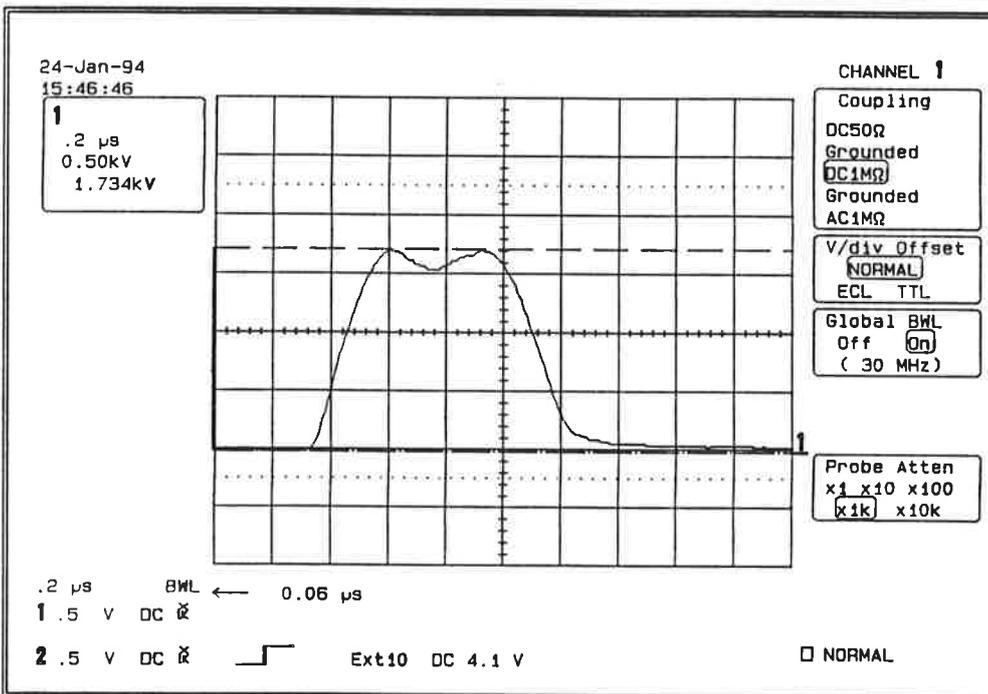
MESURES DES TENSIONS FAITES AVEC UNE RESISTANCE DE L'IGNITER DE : R= 50 ohms.

Cette valeur est créée artificiellement à l'aide de résistances dans un souci d'obtenir volontairement une valeur de référence base et identique.

a) - Tests avec Power Trigger 2500V (version initiale).

$$U = 1355V.$$

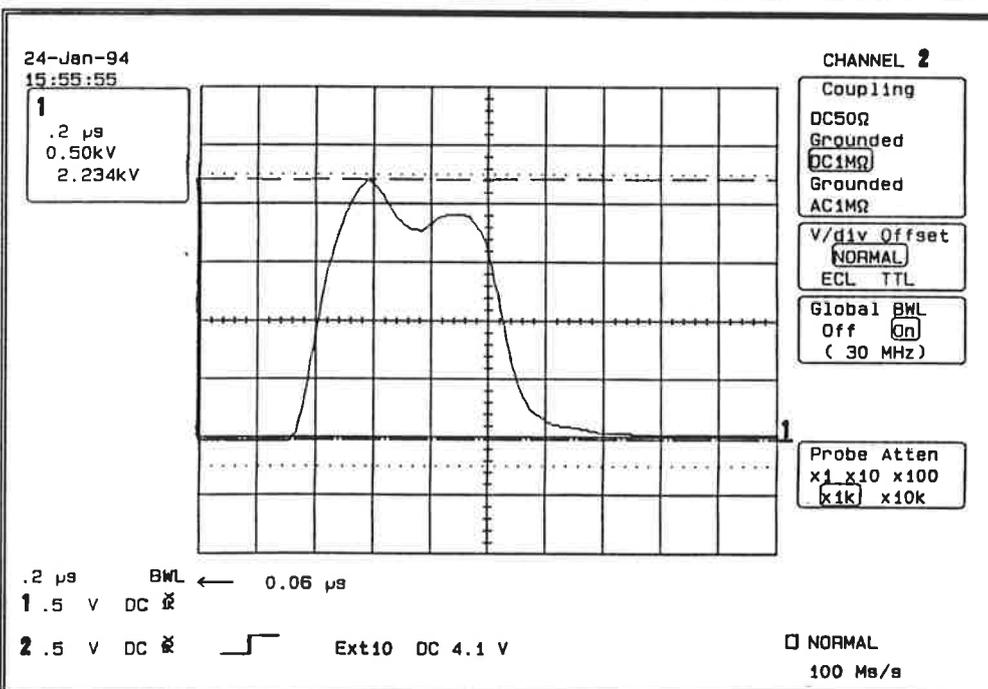
Figure: 7



b) Tests avec Power Trigger 2500V modifié

$$U = 1734V.$$

Figure: 8

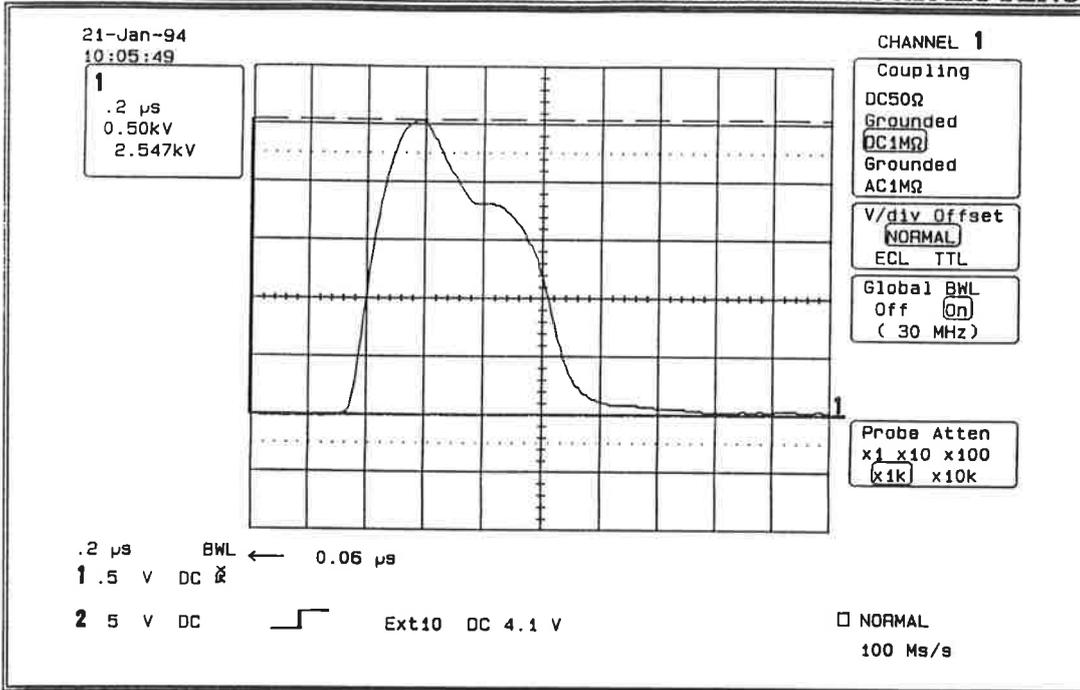


c) Tests avec Power Trigger 2700V type IGBT.

$$U = 2234V.$$

Figure: 9

4) INFLUENCE DE LA RESISTANCE DE L'IGNITER SUR LA TENSION AU SECONDAIRE:

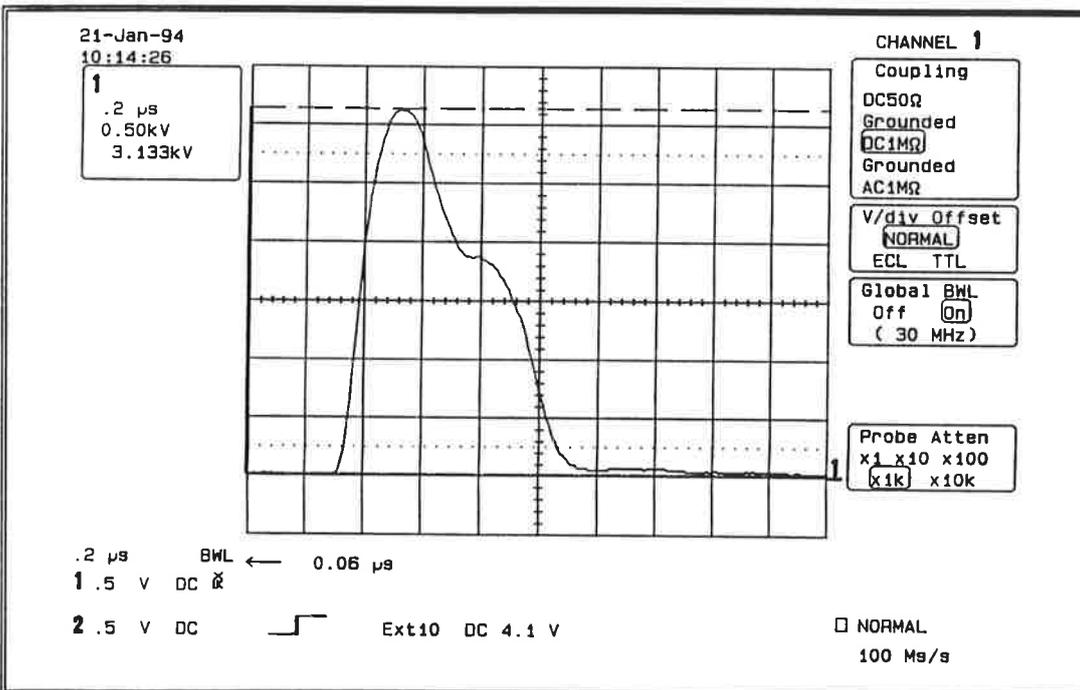


LES MESURES DE TENSIONS SONT FAITES SANS ADAPTATION, C'EST A DIRE AVEC LA VALEUR REELLE DE L'IGNITER SOIT: 130 ohms

a) Tests avec Power Trigger 2500V modifié

$$U = 2547V$$

Figure: 10



b) Tests avec Power Trigger type IGBT.

$$U = 3133V$$

Figure: 11

c) -Il est en effet capital de souligner l'importance de la valeur de R aux bornes de l'igniter qui conditionne la tension délivrée par le module Power Trigger.

- A titre de comparaison les figures 8 et 9 pour une R de 50 ohms nous donnent respectivement:

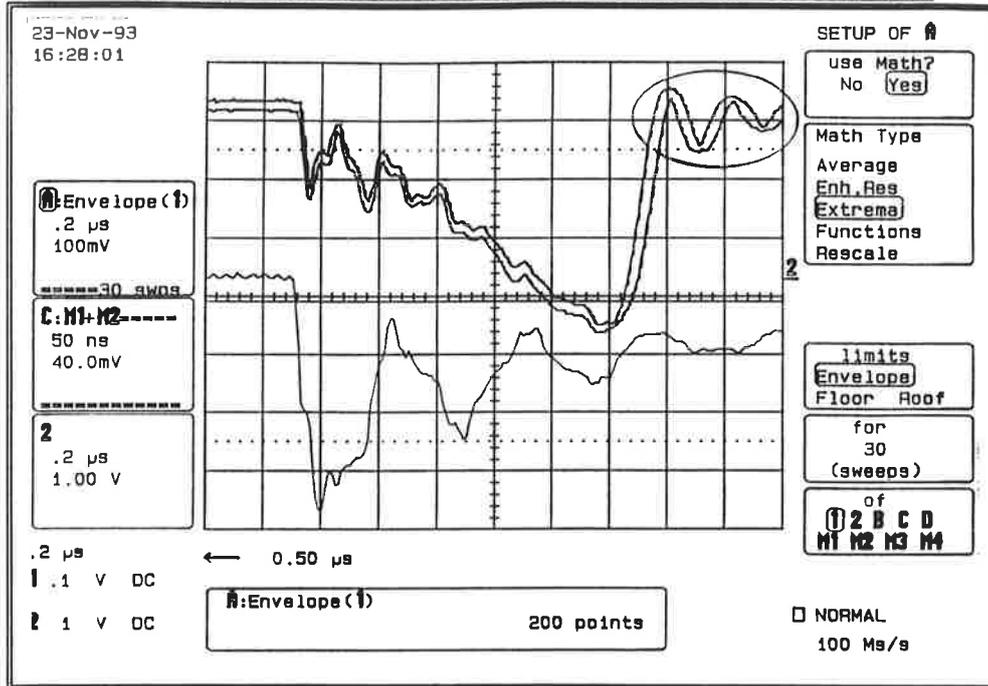
$$U = 1734V \quad \text{et} \quad U = 2234V.$$

- Alors que les figures 10 et 11 pour une R de 130 ohms nous donnent:

$$U = 2547V \quad \text{et} \quad U = 3133V.$$

Figure: 12

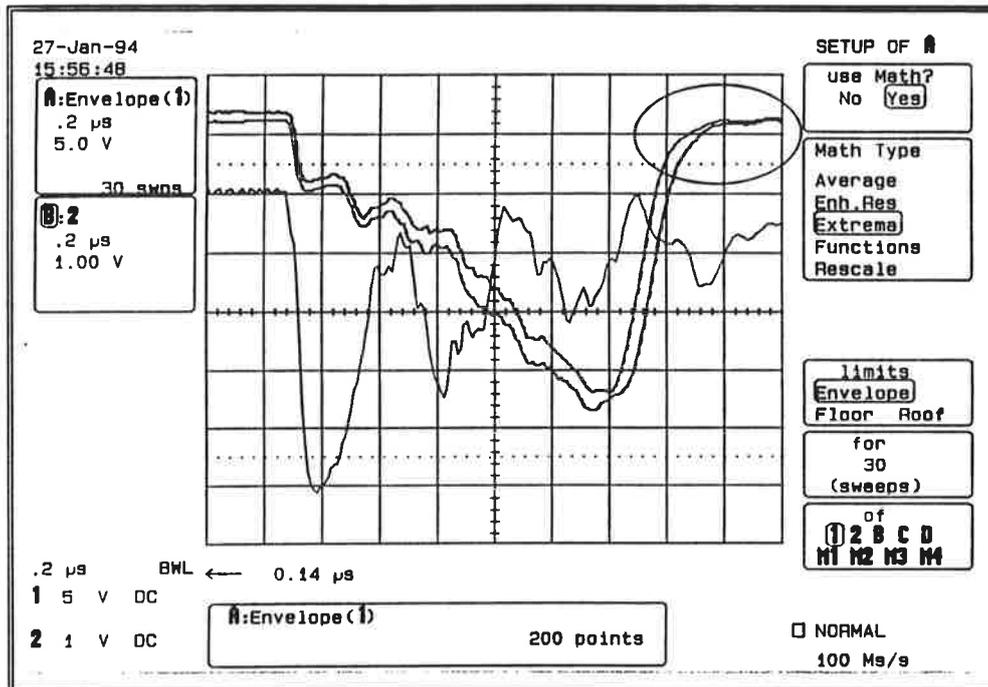
5) UTILISATION DU TRANSFORMATEUR TYPE LEP



INCIDENCE SUR LA COURBE DU COURANT:

a) Tests avec transformateur standard type MKDV. (905 μ h au primaire avec R = 56 ohms au secondaire).

figure:13



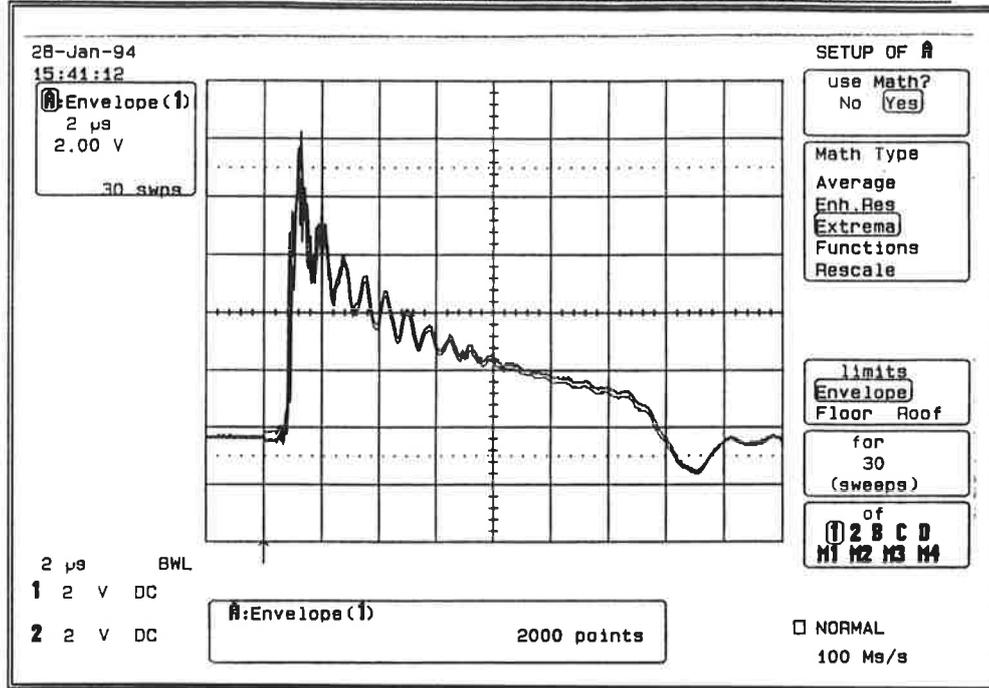
B) Tests avec : transformateur type LEP (1300 μ h au primaire et R = 56 ohms au secondaire).

Figure 14:

- Dans le cas des figures 14 et 15 , nous porterons essentiellement notre attention sur l'aspect et la forme des courbes , et plus particulièrement sur la partie encerclée.
- Nous constatons que la forte ondulation a disparu avec l'utilisation du tranfo type LEP (effet bénéfique de l'écran du transformateur relié à la masse).
- La forme de la courbe est alors plus propre.
- Nous ne notons cependant pas d'amélioration significative sur le niveau des courbes tension et courant qui demeurent très semblables, car en effet les valeurs de courant de fuite des deux transformateurs sont très voisines.

Figure 15:

6) STABILITE DE L'ENSEMBLE THYRATRON -IGNITRONS:

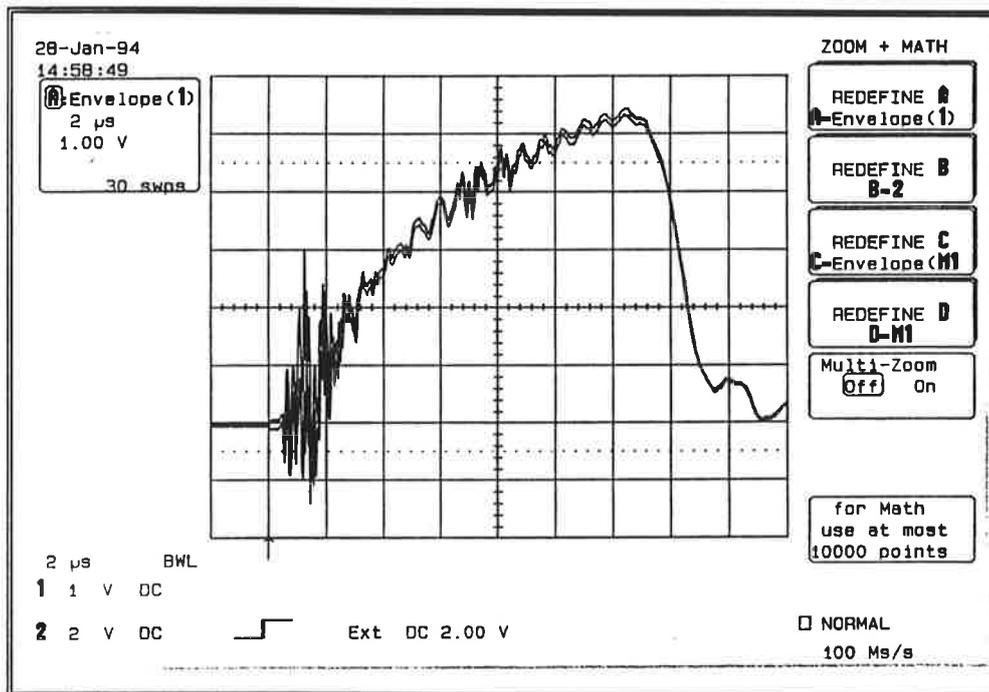


MESURES EFFECTUEES
SUR LA CUVE PROTOTYPE
numéro 6 EQUIPEE DE
TRANSFORMATEURS TYPE
LEP ET POWERS TRIGGERS
2700V IGBT:

a) Courbe de courant sur
le Thyatron à 60KV.

----2μs / div

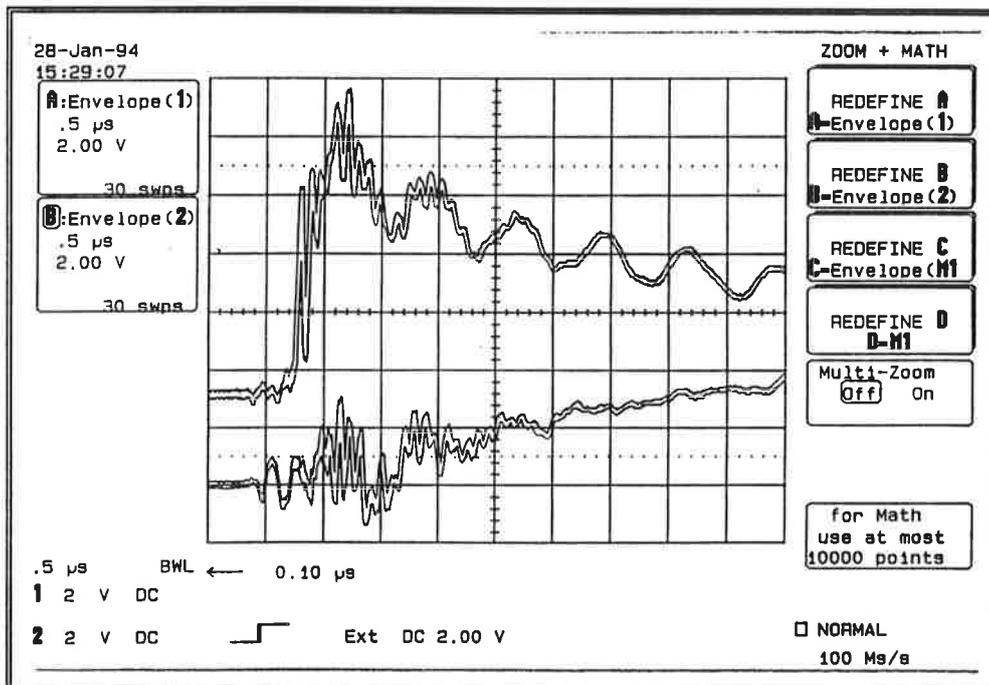
Figure 16:



c) Courbe de courant des
Ignitrons à 60KV.

----2μs/ div

Figure 17.



d) Courbes des courants
Thyatron et Ignitrons à
60KV.

Jitter: > 50ns.

500ns / div

Figure 18.

d) CONCLUSIONS:

Le fait d'avoir pu augmenter de façon très nette la tension aux bornes de l'igniter, devrait prolonger la durée de vie des ignitrons.

En effet, nous disposons désormais d'une "réserve de tension "importante", face à la baisse de résistance interne de l'igniter.

En outre, le jitter sur les ignitrons est considérablement réduit .

Nous pouvons donc logiquement espérer une diminution significative des Missings sur les Ignitrons, et par là même, une performance dans le temps plus grande des thyratrons moins sollicités.

La stabilité di/dt de l'ensemble Ignitron-Thyratron est maintenant très performante, avec un jitter moyen d'environ 50ns. (figures 16-17-18).

Distribution :

Membres de la Section SL/BT/FP +

BERTIN Joël

FAURE Patrick

MERTENS Volker

BRETIN Jean-Louis

CARLIER Etienne

GARLENC Victor

PIANFETTI Jean-Paul