

## Άσκηση 3β

Η αρχή λειτουργίας του μετατροπέα της εργαστηριακής άσκησης 3β είναι παρόμοια με της 3<sup>α</sup>. Η διαφορά τους εντοπίζεται στο κύκλωμα σβέσης. Στην παρούσα εργαστηριακή άσκηση η σβέση πραγματοποιείται από την πύλη και έτσι δεν εμφανίζεται στο φορτίο αιχμή τάσης και ρεύματος. Με το τρανζίστορ ισχύος τύπου IGBT μπορούμε να αποκτήσουμε πολύ υψηλότερη συχνότητα. Με το θυρίστορ μπορούμε να λειτουργήσουμε σε συχνότητες ως το πολύ 500 HZ ενώ με το IGBT ως και 75000 HZ.

Στην παρούσα εργαστηριακή άσκηση χρησιμοποιούμε 2 συχνότητες της τάξης των 100 HZ και των 1000 HZ.

Επίσης, χρησιμοποιούμε ωμικό φορτίο ή ωμικό φορτίο με πηνίο εξομάλυνσης. Από τη διαδικασία και τις μετρήσεις που περιγράφονται στα video που είναι αναρτημένα στο youtube λαμβάνονται τα αποτελέσματα που εξηγούνται παρακάτω.

Χαμηλή Συχνότητα

R φορτίο

a	$U_{rms1}$	$I_{rms1}$	$P_1$	$U_{rms2}$	$I_{rms2}$	$P_2$
1/7	230	0,14	24	80	0,14	11,5
2/7	229,5	0,21	36	116	0,2	23,7
3/7	228	0,29	48	145	0,25	36,7
4/7	227,8	0,36	61,5	168	0,29	49,2
5/7	227	0,42	72	186	0,32	60,5
6/7	226	0,48	83	202	0,35	70,8

R-L φορτίο

a	$U_{rms1}$	$I_{rms1}$	$P_1$	$U_{rms2}$	$I_{rms2}$	$P_2$
1/7	231	0,08	15	88	0,09	4,8
2/7	230	0,11	20	114	0,13	10,5
3/7	229	0,2	35	150	0,2	24
4/7	228	0,29	48	173	0,25	37
5/7	227	0,36	60	190	0,29	50
6/7	226,5	0,43	74	205	0,32	62

# Υψηλή Συχνότητα

## R-γοπτιο

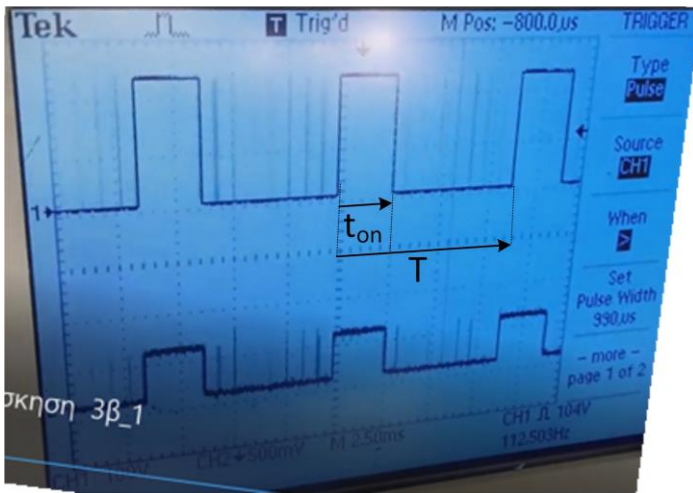
a	$U_{rms1}$	$I_{rms1}$	$P_1$	$U_{rms2}$	$I_{rms2}$	$P_2$
1/11	234	0,12	23	32	0,08	2,55
2/11	232	0,16	29	47,5	0,2	5,5
3/11	230	0,21	36,5	70,1	0,16	10,9
4/11	229	0,25	43	90	0,18	16,5
5/11	228	0,3	51	113,2	0,22	24,5
6/11	227,5	0,33	<del>57</del> 57	128	0,24	30,65
7/11	226,8	0,38	65	149,5	0,27	40,18
8/11	226,5	0,42	72	166,5	0,29	49
9/11	226,2	0,46	78	185	0,32	59,2
10/11	225,7	0,5	85	202	0,34	69,3

## R-L γοπτιο

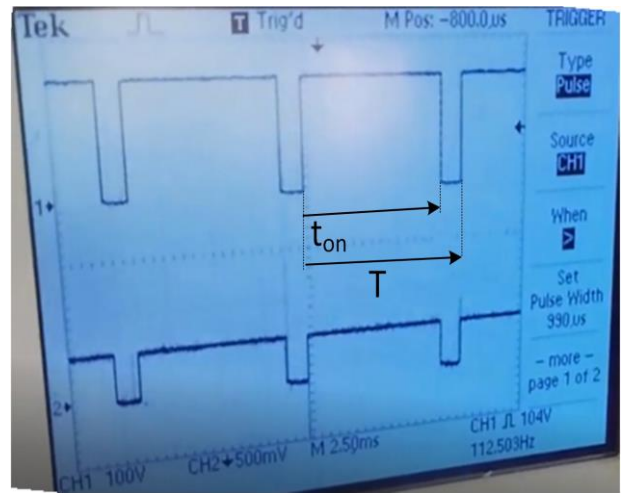
	$U_{rms1}$	$I_{rms1}$	$P_1$	$U_{rms2}$	$I_{rms2}$	$P_2$
1/11	236	0,06	12,2	31	0,06	1,25
2/11	235	0,07	14,7	49	0,09	3,3
3/11	233	0,1	18	70	0,13	6,5
4/11	232	0,13	23	91,5	0,15	11
5/11	230	0,17	30	116	0,19	18
6/11	229	0,22	37	135	0,22	25
7/11	228	0,27	47	153	0,25	35
8/11	227,6	0,33	57	171,8	0,28	45
9/11	227	0,4	68	190	0,3	57
10/11	226	0,46	79	206	0,34	69



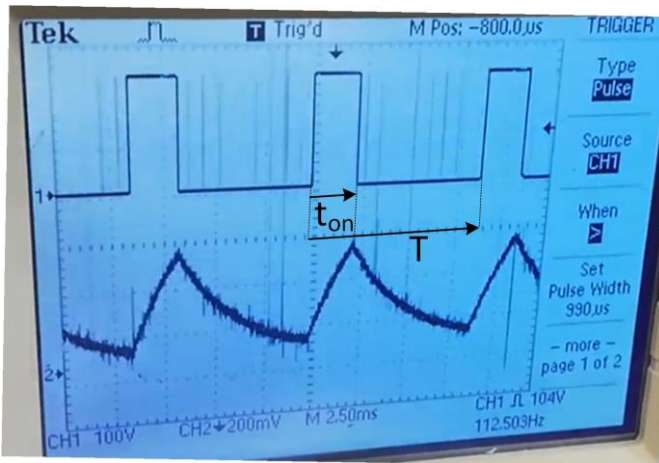
## Παλμογραφήματα Τάσης - Ρεύματος χαμηλής συχνότητας



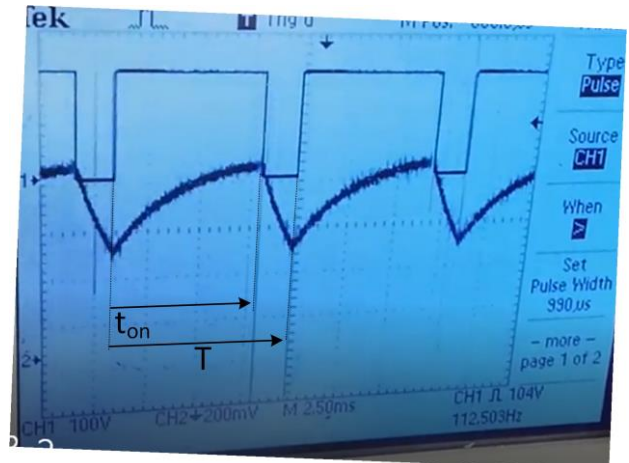
σχ.1 Φορτίο R με λόγο κατάτμησης  $\alpha$  ή  $D=1/3,5$



σχ.2 Φορτίο R με λόγο κατάτμησης  $\alpha$  ή  $D=3/3,5$



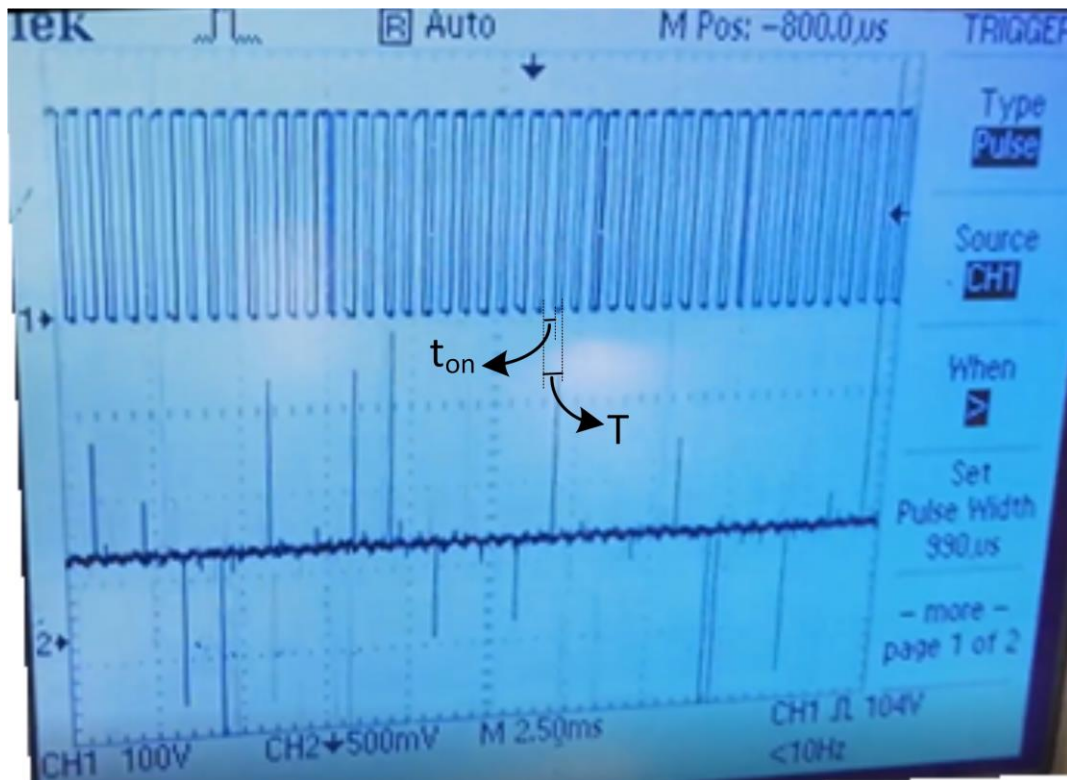
σχ.3 Φορτίο R με πηνίο L και λόγο κατάτμησης  $\alpha$  ή  $D=1/3,5$



σχ.4 Φορτίο R με πηνίο L και λόγο κατάτμησης  $\alpha$  ή  $D=3/3,5$

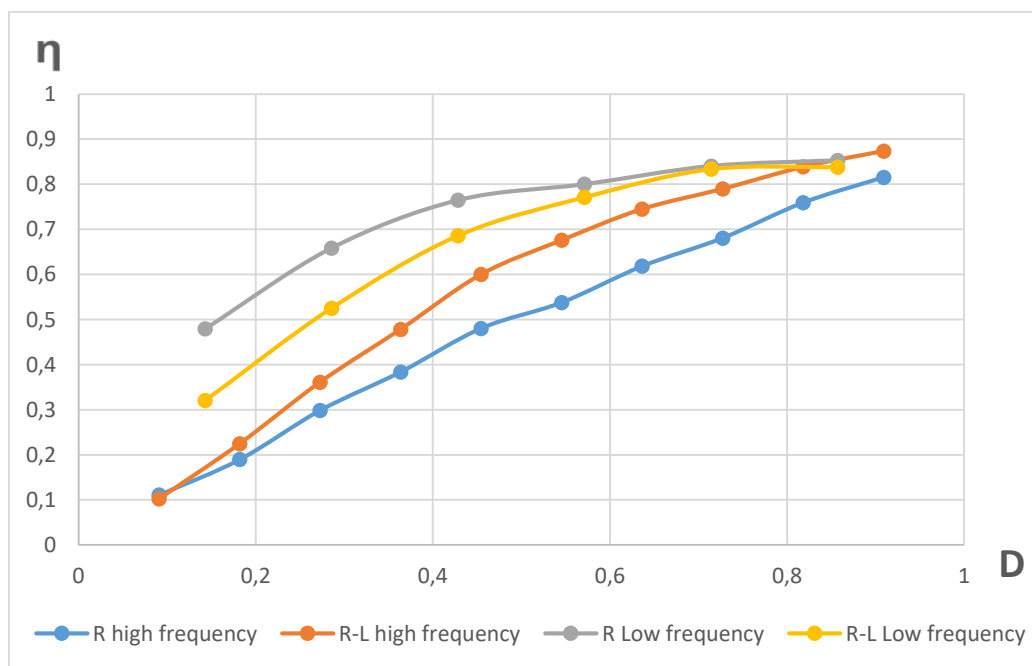
Στην περίπτωση με φορτίο R παρατηρούμε ότι οι κυματομορφές τάσης και ρεύματος φορτίου είναι όμοιες. Αυτό σημαίνει ότι και οι ανώτερες αρμονικές τάσης και ρεύματος θα είναι συμφασικές (για κάθε συχνότητα) και έτσι ο συντελεστής ισχύος φορτίου θα είναι μοναδιαίος. Όπως θα δούμε παρακάτω από τους υπολογισμούς ο συντελεστής ισχύος PF στην είσοδο θα είναι χαμηλότερος της μονάδας. Αυτό συμβαίνει διότι η τάση και το ρεύμα έχουν διαφορετική μορφή. Από τα παραπάνω μπορούμε να καταλάβουμε ότι στα σχήματα 3 και 4 ο PF είναι χαμηλότερος της μονάδας. Στα παλμογραφήματα 3 και 4 λόγω του πηνίου εξομάλυνσης βλέπουμε ότι το ρεύμα δεν αυξάνεται απότομα. Όταν η τάση φορτίου μηδενίζεται το ρεύμα συνεχίζει να ρέει στο φορτίο μέσω της διόδου ελεύθερης διέλευσης. Χωρίς αυτή ο μετατροπέας δεν μπορεί να λειτουργήσει. Βεβαίως, με μικρό λόγο κατάτμησης η εξομάλυνση δεν είναι σημαντική (το μηδέν φαίνεται αριστερά στο βελάκι που δείχνει 2). Όμως για μεγαλύτερο λόγο κατάτμησης αρχίζει και εμφανίζεται αξιόλογη εξομάλυνση. Άρα αν στο φορτίο εφαρμόζεται υψηλότερη τάση (υψηλό D) μπορούμε να «μιλήσουμε» για εξομάλυνση. Αν όμως πρέπει να λειτουργούμε και με χαμηλό D τότε είμαστε υποχρεωμένοι να αυξήσουμε τη συχνότητα. Αν το κάνουμε αυτό το ρεύμα εξομαλύνεται. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 5 στο οποίο ο μετατροπέας λειτουργεί με υψηλή συχνότητα.

## Παλμογράφημα Τάσης - Ρεύματος υψηλής συχνότητας



σχ.5 Φορτίο R με πηνίο L και υψηλή συχνότητα

Στο κανάλι 2 φαίνεται το ρεύμα. Οι αιχμές δεν υπάρχουν στο κύκλωμα ισχύος αλλά είναι παράσιτα που περνούν μέσω του probe στον παλμογράφο. Άρα στη μελέτη μας μπορούμε να τις αγνοήσουμε. Έχοντας υπόψη μας τα παραπάνω βλέπουμε ότι το ρεύμα είναι πολύ εξομαλυσμένο. Αυτό σημαίνει ότι αν εφαρμόζαμε μια τάση αυτής της συχνότητας σε μια DC μηχανή τότε το ρεύμα θα ήταν αρκετά σταθερό με αποτέλεσμα να έχουμε μειωμένο θόρυβο και μειωμένες απώλειες στη μηχανή (υστέρησης και δινορευμάτων). Από την άλλη όμως αυξάνονται οι διακοπτικές απώλειες του μετατροπέα. Άρα και ο βαθμός απόδοσης. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 6.



σχ.6 Ο βαθμός απόδοσης  $\eta$  ως συνάρτηση του λόγου κατάτμησης  $D$  για υψηλή και χαμηλή συχνότητα και για R φορτίο ή R φορτίο με πηνίο εξομάλυνσης

Από το παραπάνω σχήμα βλέπουμε ότι με την αύξηση του  $D$  αυξάνεται και ο βαθμός απόδοσης. Αυτό συμβαίνει διότι οι διακοπτικές απώλειες είναι σταθερές για σταθερή συχνότητα. Άρα ακόμη και για πολύ μικρή ισχύ φορτίου ( $P_{\text{μικ.ο}}$ ) οι διακοπτικές απώλειες υπάρχουν και είναι ίσες με την περίπτωση μεγάλης ισχύος φορτίου ( $P_{\text{μεγ.ο}}$ ).

$\eta = P_{\text{μικ.ο}} / (P_{\text{μικ.ο}} + P_{\text{απ.}})$  σημαίνει μικρό  $\eta$

$\eta = P_{\text{μεγ.ο}} / (P_{\text{μεγ.ο}} + P_{\text{απ.}})$  σημαίνει μεγάλο  $\eta$

Νωρίτερα αναφερθήκαμε στο συντελεστή ισχύος (PF) και συμπεράναμε για αυτόν. Ενδεικτικά υπολογίζεται ο PF για  $D=4/7$  και χαμηλή συχνότητα στην είσοδο (την πηγή) και στην έξοδο (φορτίο).

### Χαμηλή συχνότητα R φορτίο

$$D = 4/7$$

Είσοδος (Πηγή):

$$PF = \frac{P_1}{U_{\text{rms}} \cdot I_{\text{rms}}} = \frac{61,5}{227,8 \cdot 0,36} = 0,7499 \quad \eta \approx 75\%$$

Φορτίο:

$$PF = \frac{P_2}{U_{2\text{rms}} \cdot I_{2\text{rms}}} = \frac{49,2}{168 \cdot 0,29} = 1,009 > 1$$

άρα ΛΑΘΟΣ

Όπως εξηγήθηκε και νωρίτερα ο PF στο φορτίο για R φορτίο είναι 1. Ο λόγος που εμφανίζεται αυτό το μικρό λάθος έχει να κάνει με μικρά λάθη στις μετρήσεις των οργάνων (π.χ. παράσιτα ή μικρή μνήμη στον μικροεπεξεργαστή του βατομέτρου κ.λ.π.).

### Χαμηλή συχνότητα R φορτίο με L

Είσοδος:

$$PF = \frac{48}{228 \cdot 0,29} = 0,726 \quad \eta \approx 72,6\%$$

Φορτίο:

$$PF = \frac{37}{173 \cdot 0,25} = 0,8555 \quad \eta \approx 85,55\%$$