

## Σημειώσεις Σχετικά με τη λειτουργία του Παλμογράφου

Ο παλμογράφος είναι ένα μετρητικό όργανο το οποίο δίνει τη δυνατότητα να βλέπουμε την εξέλιξη κάποιου φαινομένου και να παρατηρούμε γραφικά διάφορες κυματομορφές τάσης. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη παλμογράφου αλλά οι βασικότερες λειτουργίες είναι κοινές. Σε ένα παλμογράφο γενικά μπορούμε να κάνουμε τις παρακάτω μετρήσεις :

- Ανάλυση σήματος
- Μαθηματικές πράξεις
- Μ/Σ Fourier
- Αντίσταση εισόδου
- Εύρος ζώνης συχνοτήτων
- $V_{p-p}, V_{max}, V_{rms}, V_{avg}, T, f$  κ.α

### Βασικά Μέρη και Αρχή λειτουργίας

Ένας Κλασικός αναλογικός (θα μιλήσουμε για αυτόν για ιστορικούς λόγους αλλά και για λόγους κατανόησης), αποτελείται από τα παρακάτω μέρη :

- Καθοδικός σωλήνας (Cathode Ray Tube-CRT), με την βοήθεια του οποίου γίνεται η απεικόνιση της μετρούμενης τάσης.
- Σύστημα οριζόντιας και κατακόρυφης απόκλισης (σάρωσης), που χρησιμεύουν στη σωστή απεικόνιση του σήματος εισόδου.
- Κύκλωμα παραγωγής πριονωτής τάσης, που χρησιμεύει στην απεικόνιση της υπό εξέταση τάσης ως συνάρτηση του χρόνου.
- Κύκλωμα συγχρονισμού, με τη βοήθεια του οποίου λαμβάνουμε σταθερές κυματομορφές στην οθόνη του παλμογράφου και
- Τροφοδοτικό

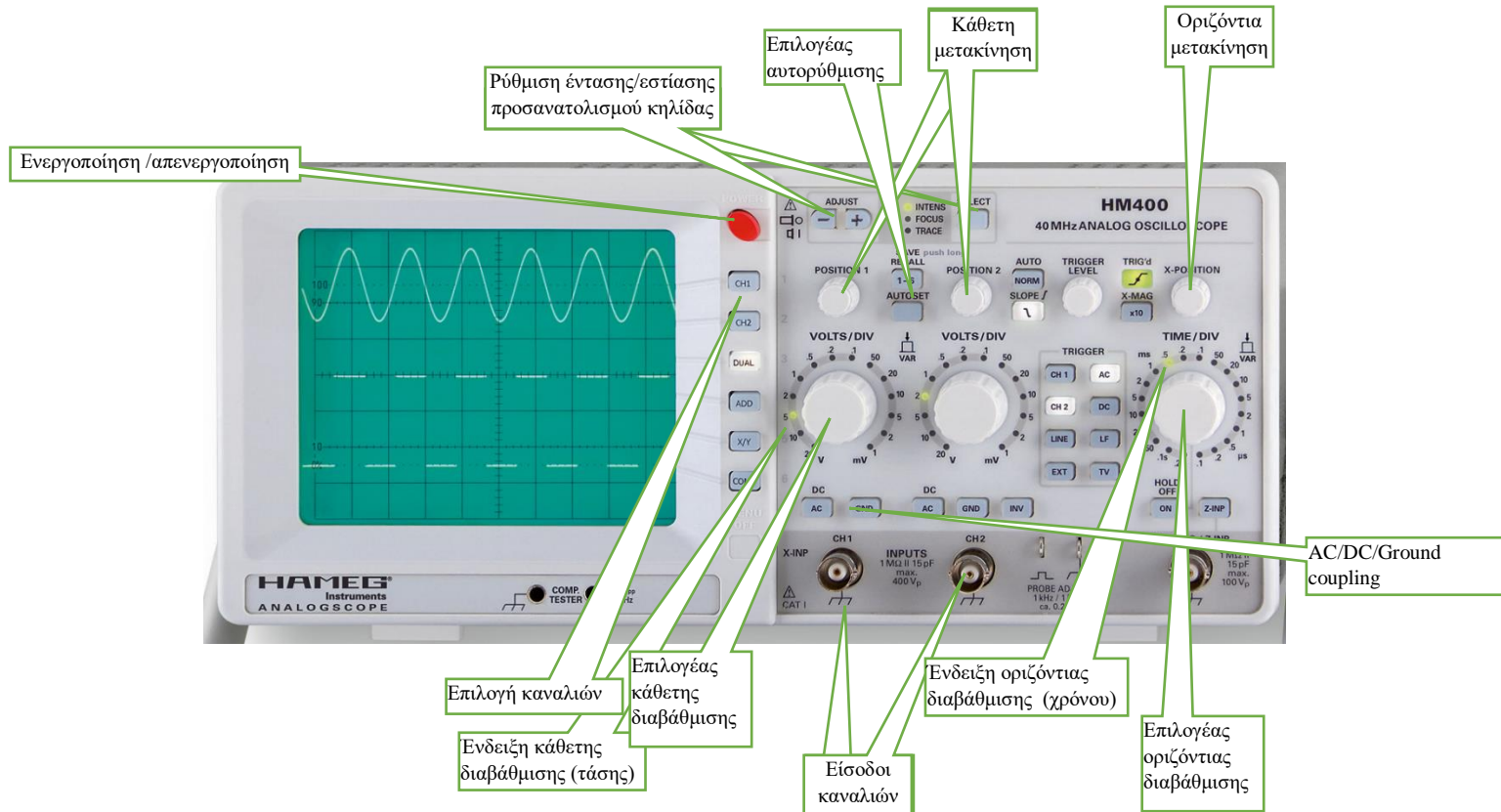
Με απλά λόγια η λειτουργία παλμογράφου είναι η εξής :"

Ηλεκτρόνια εκπέμπονται από μία θερμαινόμενη κάθοδο, και ρυθμίζεται η ένταση (intensity) της αρχικής δέσμης. Τα εκπεμπόμενα από την κάθοδο ηλεκτρόνια, επιταχύνονται (με σύστημα ανόδων) και εστιάζονται (focus). Η μέχρι τώρα πορεία της δέσμης ηλεκτρονίων είναι μέσα στο ηλεκτρονικό πυροβόλο. Μετά την έξοδό της από το Ηλ/κό Πυροβόλο δέσμη ηλεκτρονίων, περνά από τα πλακίδια κατακόρυφης και οριζόντιας απόκλισης τα πλακίδια αυτά η δέσμη ηλεκτρονίων μπορεί να κινείται είτε στον οριζόντιο, είτε στον κατακόρυφο άξονα ο τελικός προορισμός της δέσμης είναι μια φθορίζουσα οθόνη στην οποία σχηματίζεται μια φωτεινή κηλίδα με την πρόσπτωση της δέσμης. Το πόσο γρήγορα θα ταξιδεύει η κηλίδα στο οριζόντιο άξονα του παλμογράφου μας εξαρτάται από την συχνότητα σκανδαλισμού στις οριζόντιες πλάκες ενώ το πόσο ψηλά ή χαμηλά θα βρεθεί από την τάση στις κάθετες πλάκες.

## Περιγραφή παλμογράφου

Βλέποντας τον παλμογράφο παρατηρούνται δύο κύριες περιοχές: η οθόνη και η περιοχή ρυθμίσεων αλλά και των εισόδων. Η οθόνη αποτελείται από 10 οριζόντια και 8 κάθετα τετράγωνα ενώ το κάθε τετράγωνο από άλλες 5 υποδιαιρέσεις.

Παρακάτω φαίνονται οι βασικές λειτουργίες του παλμογράφου για την πλήρη περιγραφή των λειτουργιών του συγκεκριμένου παλμογράφου δίνεται αντίγραφο του εγχειριδίου χρήσης του.



## Διενεργώντας απλές Μετρήσεις

Αρχικά για να μετρήσουμε ένα σήμα θα πρέπει να συνδεθεί σε κάποιο από τα κανάλια εισόδου. Αυτό γίνεται με ένα BNC καλώδιο το οποίο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Για να γίνει αυτό συνδέουμε το "Probe" του καλωδίου μας με το σήμα μας (θετικό πόλο) ενώ το «κροκοδειλάκι» με την γείωση.



Για να μετρήσουμε dc τάση επιλέγουμε τον τάση τον διακόπτη GND και ρυθμίζουμε με το position (κάθετη μετακίνηση) τη γραμμή που εμφανίζεται στην οθόνη να είναι ακριβώς στη μέση της οθόνης. Επιλέγουμε το διακόπτη dc και βάζουμε στην είσοδο του καναλιού τάση dc. Η ευθεία γραμμή μετακινείται προς τα επάνω (για θετική τάση) ή προς τα κάτω (για αρνητική τάση). Έστω ότι η ευθεία στην οθόνη ανέβηκε 3 τετράγωνα και ο επιλογέας Volts/Div είναι στη θέση 2. Τότε  $VDC = 3 * 2 = 6 V$ .

Μέτρηση χρόνου: για να μετρήσουμε χρόνο αναφερόμαστε στον οριζόντιο άξονα και η μέτρηση γίνεται ως εξής, μετράμε οριζόντια τα τετραγωνάκια που διαρκεί το φαινόμενο που εξετάζουμε, (πχ περίοδος ημιτονικού σήματος) και στην συνέχεια πολλαπλασιάζουμε με την ένδειξη οριζόντιας διαβάθμισης. Πχ στο σήμα που φαίνεται στην πάνω εικόνα ο τετραγωνικό παλμός απλώνεται σε 1,7 τετράγωνα ενώ η ένδειξη της οριζόντιας διαβάθμισης είναι .5 ms άρα η περίοδος του είναι  $T_a=1.7 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ sec}=8.5 \cdot 10^{-4} \text{ sec}=0.85 \text{ ms}$  . Η συχνότητα για το παραπάνω σήμα θα είναι:

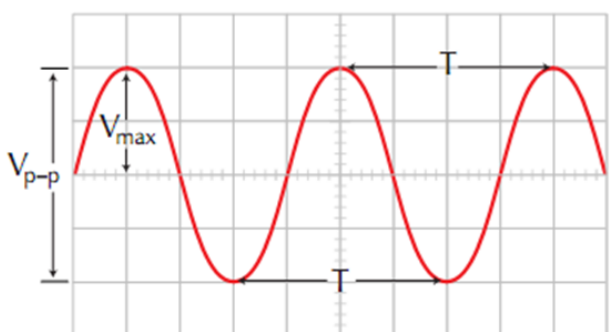
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{8.5 \cdot 10^{-4}} \text{ Hz} = 1.18 \text{ kHz} .$$

Μέτρηση Τάσης: Για να μετρήσουμε τάση αναφερόμαστε στον κάθετο άξονα και η μέτρηση γίνεται ως εξής, μετράμε κάθετα τα τετραγωνάκια στα οποία εκτείνεται το φαινόμενο που εξετάζουμε, (πχ  $V_{pp}$  ημιτονικού σήματος) και στην συνέχεια πολλαπλασιάζουμε με την ένδειξη κάθετης διαβάθμισης. Πχ στο σήμα που φαίνεται στην πάνω εικόνα ο τετραγωνικό παλμός εκτείνεται σε 2,6 τετράγωνα ενώ η ένδειξη της κάθετης διαβάθμισης είναι 5 V άρα το  $V_{pp}$  είναι  $2.6 \cdot 5 \text{ V}=13 \text{ V}$ .

Προηγουμένως αναφερθήκαμε στο περίεργο  $V_{pp}$  ενός σήματος τι είναι αυτό και τι σχέση έχει με το πλάτος ενός ημιτονικού σήματος που πολύ καλά γνωρίζουμε; Το  $V_{pp}$  (απόδοση στα ελληνικά πλάτος από κορυφή σε κορυφή) χρησιμοποιείται γιατί σε ένα σήμα είναι ευκολότερο να εντοπίσουμε την απόσταση των ακροτάτων του παρά το πλάτος του έτσι σαν  $V_{pp}$  θεωρούμε την κάθετη απόσταση από του μέγιστου μιας κυματομορφής από το ελάχιστό της και για ένα ημιτονικό σήμα είναι το διπλάσιο του

πλάτους του  $V_{\max} = \frac{V_{pp}}{2}$  . Σαν ηλεκτρολόγοι συνήθως μετράμε με πολύμετρα τα οποία μετράνε τις ενεργές τιμές ενός ημιτονοειδούς σήματος η οποία είναι :

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_{\max}^2 \cdot \sin^2(\omega t) dt} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}} \approx 0,707 \cdot V_{\max} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}}$$



### Λειτουργία X-Y

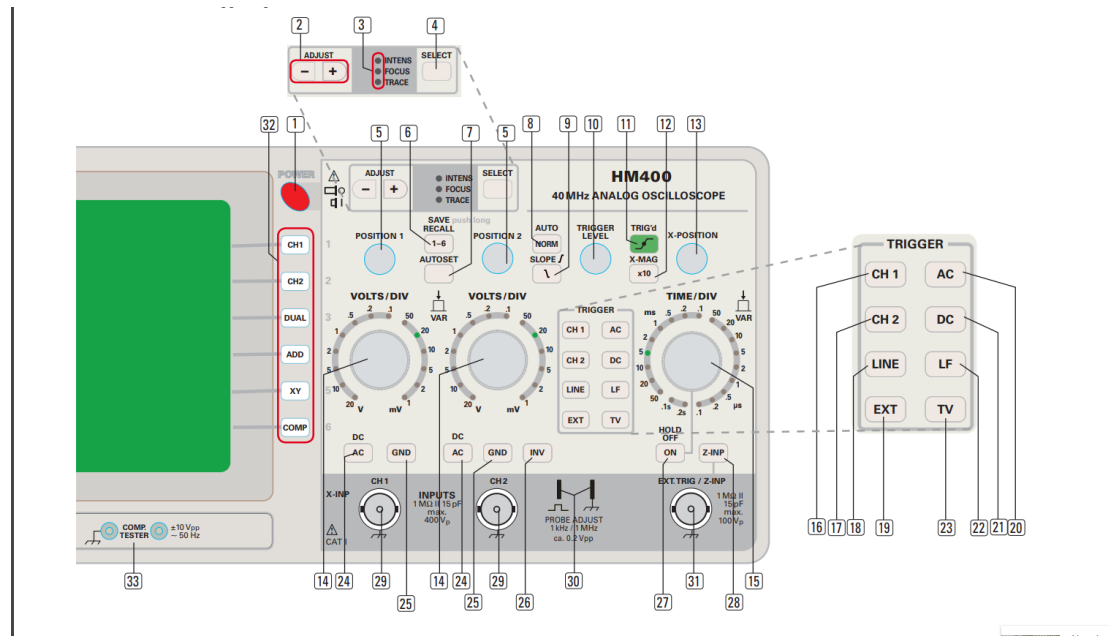
Για τη απεικόνιση χαρακτηριστικών 2 σημάτων χρησιμοποιείται και η λειτουργία X-Y. Με την ενεργοποίηση του αντίστοιχου διακόπτη. Το κύκλωμα εσωτερικής σάρωσης αποσυνδέεται και η απόκλιση στον κατακόρυφη και οριζόντιο άξονα επιτυγχάνεται μέσω των εξωτερικών σημάτων. Το κανάλι 1 (CH1) χρησιμοποιείται για το σήμα που οδηγεί τον άξονα X και το κανάλι 2 (CH2) χρησιμοποιείται για το σήμα

που οδηγεί τον άξονα Y. Σε αυτή τη θέση αυτό που πραγματικά βλέπουμε στην οθόνη του παλμογράφου είναι  $X=X(Y)$ .

Η βαθμολόγηση των αξόνων γίνεται με βάση τις θέσεις των αντιστοίχων επιλογών Volts/Div. Με τον περιστροφικό επιλογέα VOLTS/DIV του καναλιού 1 (CH1 ) ρυθμίζεται η ευαισθησία κατά τον άξονα X, ενώ με τον επιλογέα VOLTS/DIV του καναλιού 2 (CH2) ρυθμίζεται η ευαισθησία κατά τον άξονα Y.



Κατά την λειτουργία X-Y με το ρυθμιστικό κατακόρυφης θέσης POSITION του καναλιού 2 (CH2) επιτυγχάνεται κατακόρυφη μετακίνηση του ίχνους ενώ με το ρυθμιστικό οριζόντιας θέσης POSITION επιτυγχάνεται οριζόντια μετακίνηση του ίχνους. Το ρυθμιστικό κατακόρυφης θέσης του καναλιού 1 (CH1) είναι απενεργοποιημένο κατά τη λειτουργία X-Y.

## Παράρτημα Πλήρης περιγραφή παλμογράφου εργαστηρίου



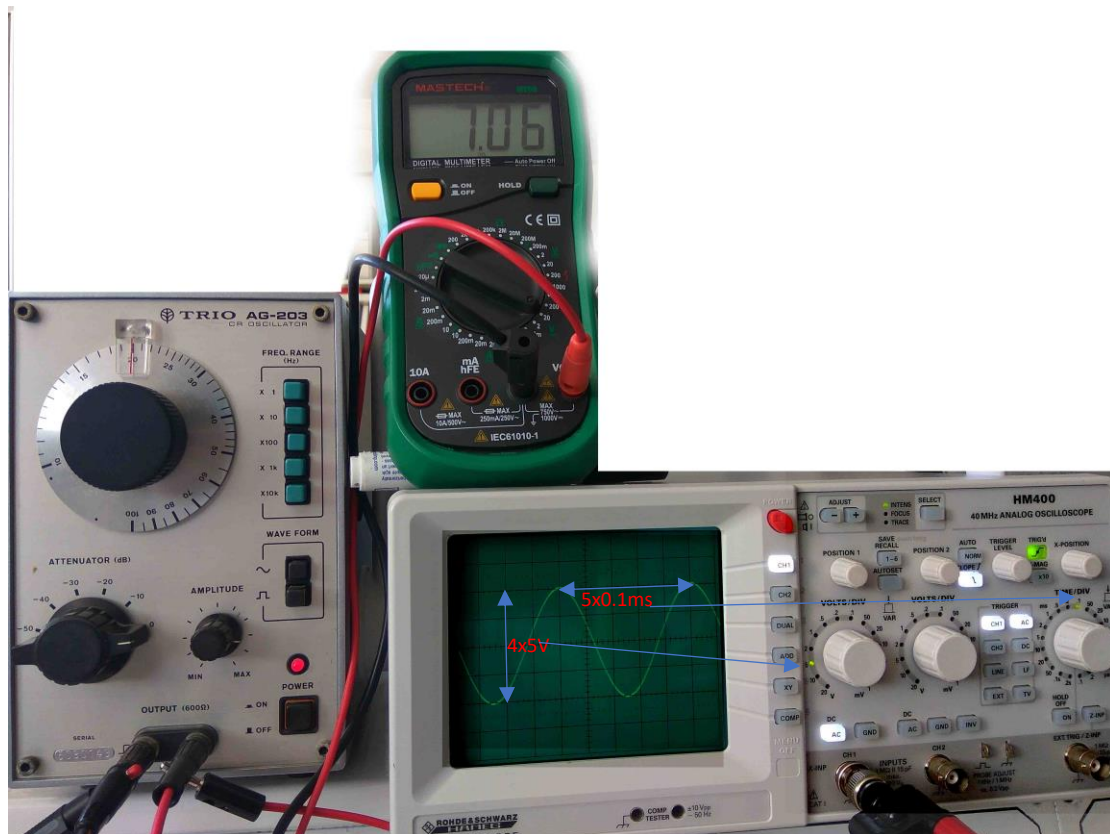
### Overview of the controls

<b>1</b> <b>POWER</b> (button): Mains on/off	36	<b>9</b> <b>SLOPE</b> (LED button)	37
<b>2</b> <b>ADJUST - / +</b> (buttons) Allows to change diverse settings depending on the selection with the button <b>SELECT</b> <b>4</b>	36	<b>10</b> <b>TRIGGER LEVEL</b> (knob)	37
<b>3</b> <b>Indicator LEDs</b> <b>INTENS:</b> The LED will light up if intensity adjustment was selected with the button <b>SELECT</b> <b>4</b> <b>FOCUS:</b> The LED will light up if focus adjustment was selected with the button <b>SELECT</b> <b>4</b> <b>TRACE:</b> The LED will light up if trace rotation adjustment was selected with the button <b>SELECT</b> <b>4</b>	36	<b>11</b> <b>TRIG'd</b> (LED)	37
<b>4</b> <b>SELECT</b> (button) Allows to change some settings relating to the crt like intensity, focus, trace rotation by pressing the buttons <b>ADJUST</b> <b>2</b> when the respective LED lights up.	37	<b>12</b> <b>X-MAG/x 10</b> (LED button)	37
<b>5</b> <b>POSITION 1 + POSITION 2</b> (knobs) Changes the trace position of channel 1 or channel 2 resp..	37	<b>13</b> <b>X-POSITION</b> (knob)	37
<b>6</b> <b>SAVE / RECALL</b> (LED button) In conjunction with any of the mode buttons <b>32</b> this button allows to address the settings memories	37	<b>14</b> <b>VOLTS/DIV; CH1 + CH2</b> (knobs)	37
<b>7</b> <b>AUTOSET</b> (button) Automatically selects a reasonable instrument setting for most signals	37	<b>15</b> <b>TIME/DIV</b> (knob)	37
<b>8</b> <b>AUTO / NORM</b> (LED button) Selects either automatic (AUTO) or normal (NORM) triggering. The LED will light up if normal triggering was selected, otherwise automatic triggering is enabled.	37	<b>16</b> <b>CH 1</b> (LED button)	38
		<b>17</b> <b>CH 2</b> (LED button)	38
		<b>18</b> <b>AC</b>	
		<b>19</b> <b>DC</b>	
		<b>20</b> <b>LINE</b>	
		<b>21</b> <b>LF</b>	
		<b>22</b> <b>EXT</b>	
		<b>23</b> <b>TV</b>	

<b>18</b>	<b>LINE</b> (LED button)	38		
	Selects the mains as the trigger source as indicated by the LED.			
<b>19</b>	<b>EXT</b> (LED button)	38		
	Selects the external input as the trigger source as indicated by the LED.			
<b>20</b>	<b>AC</b> (LED button)	38		
	Selects AC coupling for the trigger source as indicated by the LED.			
<b>21</b>	<b>DC</b> (LED button)	38		
	Selects DC coupling for the trigger source as indicated by the LED.			
<b>22</b>	<b>LF</b> (LED button)	38		
	Switches a low pass filter into the trigger channel as indicated by the LED			
<b>23</b>	<b>TV</b> (LED button)	38		
	Selects TV signal triggering as indicated by the LED.			
<b>24</b>	<b>DC/AC; CH1 + CH2</b> (LED buttons)	38		
	Selects DC or AC coupling for channel 1 or channel 2 resp.. If AC is selected, the LED will light up.			
<b>25</b>	<b>GND; CH1 + CH2</b> (LED buttons)	38		
	Disconnects the input of channel 1 or channel 2 resp. and connects it to ground internally as indicated by the LED.			
<b>26</b>	<b>INV</b> (LED button)	38		
	Inverts the signal of channel 2 (CH 2) as indicated by the LED. (Inversion of channel 1 is not available.)			
<b>27</b>	<b>HOLD OFF / ON</b> (LED button)	38		
	By pressing this button a hold-off time can be selected, the amount of hold-off can be adjusted with the knob TIME/DIV. <b>15</b> .			
<b>28</b>	<b>Z-INP</b> (LED button)	38		
	Activates the external Z axis input <b>31</b> for intensity modulation as indicated by the LED.			
<b>29</b>	<b>INPUT CH 1 + CH 2</b> (BNC connectors)	38		
	Signal input for channel 1 or channel 2 resp.. In XY mode the CH1 input will control the horizontal movement (X) of the trace.			
<b>30</b>	<b>PROBE ADJUST</b>  (contact)	39		
	1 KHz/1 MHz square wave output for the adjustment of probes other than 1:1.			
	<b>PROBE ADJUST</b>  (contact)	39		
	Ground connection for the probe adjustment.			
<b>31</b>	<b>EXT. TRIG/Z-INP</b> (BNC connector)	39		
	Input for external trigger or intensity modulation signals.			
<b>32</b>	<b>Mode select buttons with LED:</b>	39		
	<b>CH 1:</b> Activates the channel 1 (CH 1) input or selects access to the settings memory 1 as indicated by the LED.			
	<b>CH 2:</b> Activates the channel 2 (CH 2) input or selects access to the settings memory 2 as indicated by the LED.			
	<b>DUAL:</b> Selects dual channel operation or access to the settings memory 3 as indicated by the LED.			
	<b>ADD:</b> Selects the add mode of the vertical amplifier or access to the settings memory 4 as indicated by the LED.			
	<b>XY:</b> Selects the XY mode or access to the settings memory 5 as indicated by the LED.			
	<b>COMP:</b> Activates the COMPONENT tester or selects access to the settings memory 6 as indicated by the LED.			
<b>33</b>	<b>COMPONENT TESTER</b> (two 4 mm test jacks)	39		
	Terminals of the component tester, the left one is connected to the chassis and thus to the safety earth connector of the mains cable.			

## Παράρτημα 2

Έχουμε συνδέσει την γεννήτρια σήματος με τον παλμογράφο και το βολτόμετρο και τα αποτελέσματα φαίνονται στην παρακάτω φωτογραφία :



Η περίοδος το σήματος είναι  $T_a=0.5 \text{ ms} =0,0005 \text{ sec}$  Η συχνότητα  $f=1/T=2000\text{Hz}$  το  $V_{pp}=4 \times 5=20 \text{ V}$  η ενεργός τιμή της τάσης είναι  $V_{rms}=0,707 \times 20/2=7.07 \text{ V}$  Αν προσέξουμε αυτές ακριβώς είναι τα στοιχεία με τα οποία λειτουργεί η γεννήτρια μας .