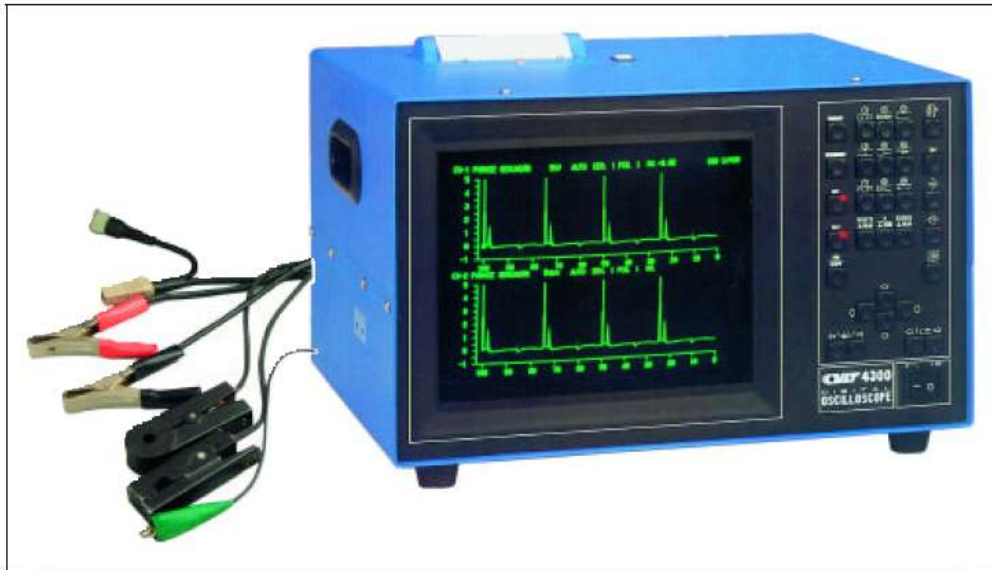


## 2.4. Παλμογράφος

Η προοδευτική εφαρμογή των ηλεκτρονικών στους κινητήρες των σύγχρονων αυτοκινήτων, σε συνδυασμό με τους αυστηρούς κανόνες που έχουν θεσπιστεί για την προστασία του περιβάλλοντος από τους ρύπους, έχουν αναδείξει τον παλμογράφο σε μοναδικό όργανο ελέγχου αλλά και διάγνωσης πολλών βλαβών στο αυτοκίνητο. Με τη σύγχρονη τεχνολογία των αυτοκινήτων η παρατήρηση των κυματομορφών του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος τυλίγματος του πολλαπλασιαστή δεν είναι πλέον αρκετή. Έτσι οι κλασσικοί παλμογράφοι έχουν σχεδόν αχρηστευτεί δίνοντας τη θέση τους σε παλμογράφους με περισσότερες δυνατότητες, όπως αυτός που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 2.23.



Σχήμα 2.23: Σύγχρονος παλμογράφος αυτοκινήτου με παρελκόμενα.

Οι ξεχωριστές ιδιότητες της νέας γενιάς παλμογράφων, που δεν έχουν ούτε και οι κλασσικοί εργαστηριακοί παλμογράφοι, είναι:

- Δυνατότητα μέτρησης τάσης μέχρι  $80 \text{ KV} = 80000 \text{ V}$ .
- Δυνατότητα γρήγορης και άμεσης αλλαγής της ευαισθησίας χρόνου, για παρακολούθηση αλλαγών κατά την επιτάχυνση του κινητήρα.
- Δυνατότητα συγχρονισμού για εμφάνιση κυματομορφών αισθητήρων.
- Δυνατότητα ταυτόχρονης παρακολούθησης της λειτουργίας πολλών κυλίνδρων, που μπορεί να φθάνουν μέχρι και τους 16.

#### **2.4.1. Δομή και λειτουργία του παλμογράφου**

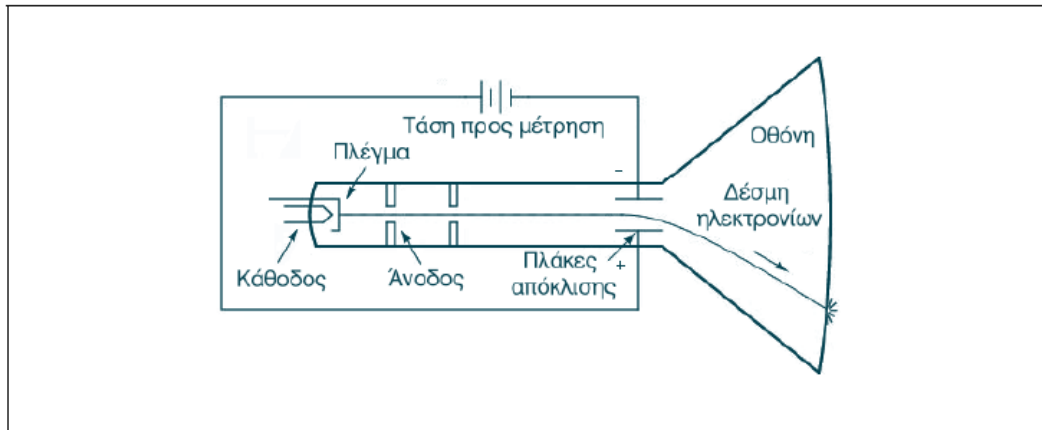
Παρά τις βελτιωμένες ιδιότητες των σύγχρονων παλμογράφων η αρχή της

λειτουργίας τους παραμένει ίδια. Ο παλμογράφος χαρακτηρίζεται ως ένα πυροβόλο ηλεκτρονίων. Η δέσμη ηλεκτρονίων την οποία παράγει και ελέγχει έχει αμελητέα αδράνεια και έτσι παρακολουθεί ακαριαία τα γεγονότα, που συμβαίνουν σε χρόνο εκατομμυριοστών του δευτερολέπτου. Η παραγωγή μιας δέσμης ηλεκτρονίων γίνεται με ένα σωλήνα κενού Braun (Μπράουν), όπως αυτός που φαίνεται στο σχήμα 2.24.

Ο γυάλινος αυτός σωλήνας, που χρησιμοποιείται και στην τηλεόραση, περιέχει ένα ηλεκτρόδιο παραγωγής ηλεκτρονίων.



Σχήμα 2.24: Πειραματικός σωλήνας Braun.



Σχήμα 2.25: Δομή και λειτουργία του καθοδικού παλμογράφου.

ων, την **κάθοδο**, το **πλέγμα**, που ρυθμίζει τον αριθμό των ηλεκτρονίων με τη βοήθεια ενός αρνητικού δυναμικού, τα ηλεκτρόδια της ανόδου, που έλκουν, συγκεντρώνουν και επιταχύνουν τη δέσμη των ηλεκτρονίων και τις **πλάκες απόκλισης**. Σε ένα παλμογράφο υπάρχουν πλάκες απόκλισης για **κατακόρυφη εκτροπή** της δέσμης (άξονας Y) και πλάκες για **οριζόντια εκτροπή** (άξονας X). Τέλος η δέσμη ηλεκτρονίων πέφτει πάνω σε φθορίζουσα οθόνη με υποδιαίρεσεις.

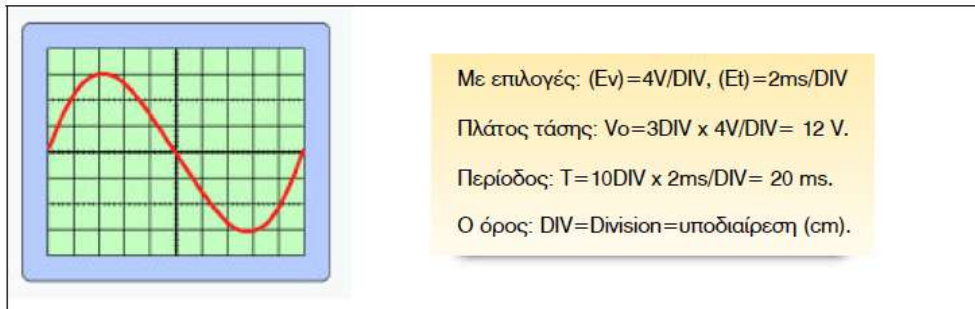
Στο σχήμα 2.25 φαίνεται η βασική **δομή** ενός παλμογράφου.

Η **αρχή της λειτουργίας** του παλμογράφου στηρίζεται στην εκτροπή της δέσμης των ηλεκτρονίων εξαιτίας της έντασης των ηλεκτρικών πεδίων των πλακών απόκλισης. Οι πλάκες απόκλισης μοιάζουν με τις πλάκες ενός πυκνωτή και η εκτροπή της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι **ανάλογη** προς την τάση που έχουν οι πλάκες απόκλισης. Με τη λογική της εκτροπής της δέσμης ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τάση, ο παλμογράφος μετράει μόνο τάσεις. Η αρχή

αυτή ισχύει μόνο για τις πλάκες κατακόρυφης απόκλισης, γιατί στις πλάκες οριζόντιας απόκλισης εφαρμόζεται μια προιονωτή τάση από τον ίδιο τον παλμογράφο, που λέγεται **σάρωση**. Με το τέχνασμα αυτό η οριζόντια απόκλιση γίνεται ανάλογη του χρόνου, αφού μια προιονωτή τάση (ράμπα) είναι ανάλογη προς το χρόνο. Το αποτέλεσμα της σάρωσης είναι να φαίνεται στην οθόνη μια κυματομορφή τάσης ως προς το χρόνο.

Η τάση, που απαιτείται για να αποκλίνει η δέσμη των ηλεκτρονίων κατακόρυφα στην οθόνη κατά μια υποδιαίρεση ( $DIV = 1 \text{ cm}$  συνήθως), λέγεται **ευαισθησία τάσης** ( $E_v$ ), ενώ ο χρόνος που απαιτείται για να διανυθεί από τη δέσμη των ηλεκτρονίων οριζόντια απόσταση μίας και μόνον υποδιαίρεσης ( $DIV$ ) λέγεται **ευαισθησία χρόνου** ( $E_t$ ). Και στις δυο περιπτώσεις, η μέτρηση ενός σήματος γίνεται πολλαπλασιάζοντας τις μετρούμενες υποδιαίρεσεις ( $DIV$ ) από την οθόνη με τις ευαισθησίες που έχουν επιλεγεί στον **επιλογέα**.

Για το παράδειγμα του σχήματος 2.26:



Σπίγμα 2.26: Μετρήσεις σε παλμογράφο.

**Τυπικές τιμές ευαισθησιών τάσης  $E_v$  παλμογράφων αυτοκινήτου είναι:**

- Για πρωτεύον και AC τάσεις 200, 100, 40, 20, 10, 4 V/DIV
- Για δευτερεύον πολλαπλασιαστή 10, 5, 2, 1, 0.5, 0.2 KV/DIV
- Για συνεχή DC σήματα, τάσεις 10, 5, 2, 1, 0.5, 0.2 V/DIV
- Για AC σήματα αισθητήρων 1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02 V/DIV

**Τυπικές τιμές ευαισθησιών χρόνου  $E_t$  παλμογράφων αυτοκινήτου είναι:**

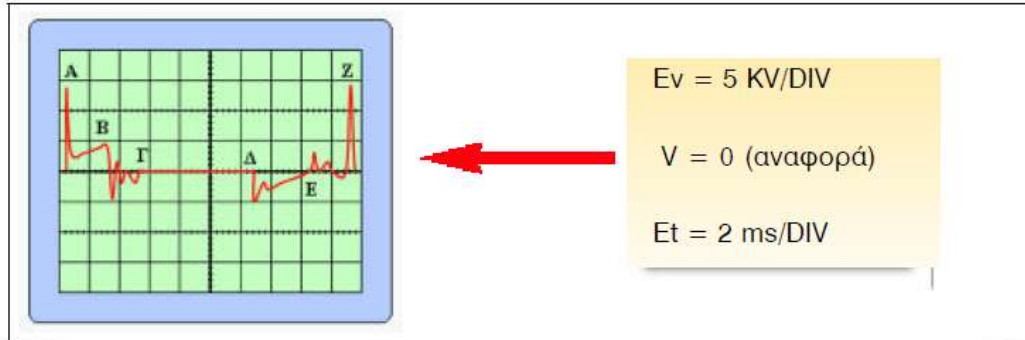
- 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 ms/DIV

**2.4.2. Διάγνωση βλαβών με παλμογράφο**

Ο παλμογράφος έχει εξελιχθεί σε ένα μοναδικό εργαλείο μέτρησης των χαρακτηριστικών σε διάφορα συστήματα του σύγχρονου αυτοκινήτου. Οι μετρήσεις αυτές, αν ερμηνευτούν σωστά, μπορεί να οδηγήσουν σε σωστή διάγνωση βλαβών και προληπτική συντήρηση εξαρτημάτων. Το πλήθος των αισθητήρων, που υπάρχουν στα σημερινά αυτοκίνητα, και οι ιδιαίτερες συνθήκες λει-

τουργίας κάθε αισθητήρα ελέγχονται μόνο με την κατάλληλη χρήση του παλμογράφου. Η γνώση του τρόπου **σύνδεσης** και των **ειδικών λειτουργιών** του κάθε παλμογράφου είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή λήψη και την αξιοπιστία των μετρήσεων.

- Η **σύνδεση** του παλμογράφου στο μετρούμενο μέγεθος γίνεται με τα ειδικά συνδετήρια καλώδια (probes) με τα οποία είναι εφοδιασμένος ο παλμογράφος και πάντοτε με τις οδηγίες σύνδεσης του κατασκευαστή. Συχνά χρησιμοποιείται για τις συνδέσεις των σημάτων και η συσκευή εξόδου σημάτων (break out box), που θα γνωρίσουμε παρακάτω.
- Η ενεργοποίηση **ειδικών λειτουργιών** του παλμογράφου, όπως είναι ο εξωτερικός ή εσωτερικός **συγχρονισμός** (λειτουργία συσχέτισης δυο ή περισσότερων σημάτων στο χρόνο), η **υπέρθυση** (λειτουργία για την ταυτόχρονη παρατήρηση δυο ή περισσότερων σημάτων), η **αυτόματη αλλαγή ευαισθησίας χρόνου**, μπορούν να δώσουν μοναδικές λύσεις σε προβλήματα διάγνωσης βλαβών αλλά απαιτούν προηγουμένως τη μελέτη των οδηγιών λειτουργίας του παλμογράφου.



Σχήμα 2.27: Κυματομορφή δευτερεύοντος πηνίου ηλεκτρονικής ανάφλεξης.

Η διάγνωση βλαβών με παλμογράφο γίνεται με τη μέθοδο της **σύγκρισης**. Οι κυματομορφές των μετρήσεων του παλμογράφου συγκρίνονται με τις ιδανικές κυματομορφές, που δίνει ο κατασκευαστής του αυτοκινήτου. Το πιο σημαντικό πρόβλημα είναι να εντοπίσουμε από τον **τύπο** του οχήματος τις αναμενόμενες κυματομορφές μέτρησης. Βέβαια στην περίπτωση αυτή, η εμπειρία ενός τεχνικού παίζει πολύ σημαντικό ρόλο.

Παρακάτω αναφέρονται μερικά παραδείγματα διάγνωσης βλαβών με παλμογράφο σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου. Για τις μετρήσεις αυτές, ιδανικότερος είναι ένας **αναλογικός** παλμογράφος:

- **Κυματομορφή δευτερεύοντος πηνίου σε ηλεκτρονική ανάφλεξη**

Όλα τα συστήματα ανάφλεξης λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο. Όταν διακόπτεται το ρεύμα στο πρωτεύον πηνίο, παράγεται υψηλή τάση στο δευτερεύον πηνίο και προκαλείται ανάφλεξη (σπινθήρας) στο μπουζί.

Οι διαφορές μεταξύ των διαφόρων τρόπων είναι: η μέθοδος διακοπής του ρεύματος στο πρωτεύον και η μέθοδος δια-

νομής του σπινθήρα. Όσον αφορά στον τρόπο διακοπής του ρεύματος στο πρωτεύον, σήμερα γίνεται με τρανζίστορ, ενώ η διανομή του σπινθήρα στους κυλίνδρους γίνεται με ή χωρίς διανομέα ανάφλεξης. Πάντα είναι απαραίτητη η χρήση περιοριστή του ρεύματος του πρωτεύοντος για να αποφύγουμε την υπερθέρμανσή του.

Οι γνώσεις αυτές είναι αρκετές για να εξηγήσουμε την κυματομορφή του δευτερεύοντος πηνίου σε ηλεκτρονική ανάφλεξη (σχήμα 2.27).

1. **A: Γραμμή ανάφλεξης:** (κατακόρυφη): Η κορυφή της δείχνει την τάση, που απαιτείται για την αρχική υπερνίκηση της αντίστασης του δευτερεύοντος και του ιονισμού των διακένων ρότορα διανομέα και μπουζί. Ακόμα δείχνει τυχόν σπασμένα μπουζοκαλώδια ή κακό μείγμα. Κανονική τιμή :10 - 20 KV.
2. **AB: Γραμμή σπινθήρα:** Δείχνει την τάση για τη διατήρηση του ρεύματος του σπινθήρα. Ακόμα δείχνει την κατάσταση των μπουζί, του καλύμματος του διανομέα, του ρότορα και την επίδραση του φορτίου στα μπου-

ζί. Πρέπει να είναι οριζόντια στα 2 - 4 KV και να διαρκεί το πολύ 1.5 - 2 ms.

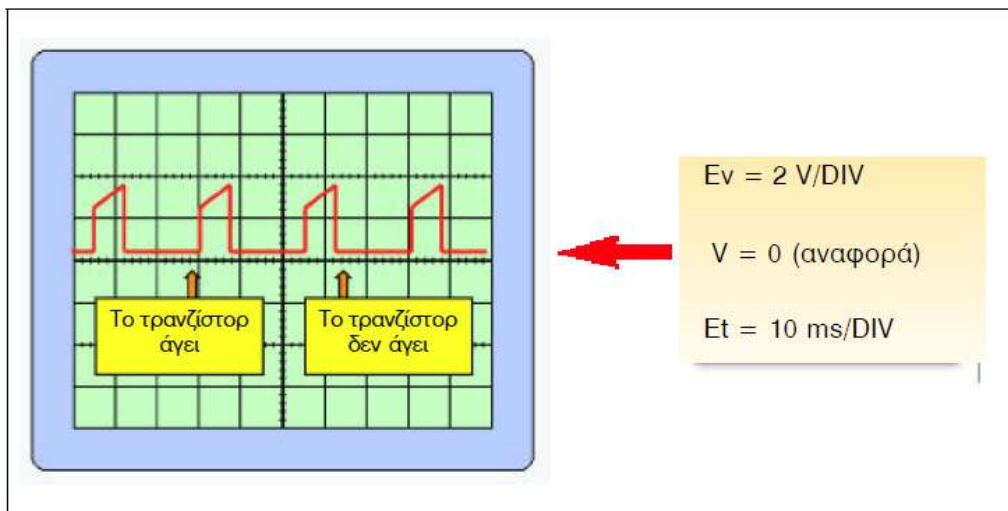
3. **Β: Τέλος ροής ρεύματος:** Σταματά η ροή ρεύματος προς στα μπουζί .
4. **ΒΓ: Ενδιάμεσες ταλαντώσεις:** Προκαλούνται από επαγωγικά και χωρητικά φαινόμενα, ενώ ξοδεύεται η ενέργεια που έχει απομείνει. Μεγάλη γραμμή ανάφλεξης σημαίνει λίγες (2 - 3) ταλαντώσεις (αρχή διατήρησης ενέργειας).
5. **ΓΔ: Νεκρό διάστημα τάσης:** Η διάρκειά του μειώνεται με την αύξηση των στροφών και του αριθμού των κυλίνδρων.
6. **Δ: Στιγμαία σύνδεση:** Το τρανζίστορ στο πρωτεύον άγει (ανοίγει).
7. **Ε: Περιορισμός ρεύματος:** Σταθεροποίηση του ρεύματος (στα 5 - 6 A).
8. **Ζ: Στιγμαία διακοπή:** Το τρανζίστορ στο πρωτεύον δεν άγει (κλείνει).
9. **ΔΖ: Ηλεκτρονική γωνία Dwell:** Χρόνος ροής ρεύματος στο πρωτεύον.

#### • Κυματομορφή ελέγχου του τρανζίστορ της μονάδας ανάφλεξης

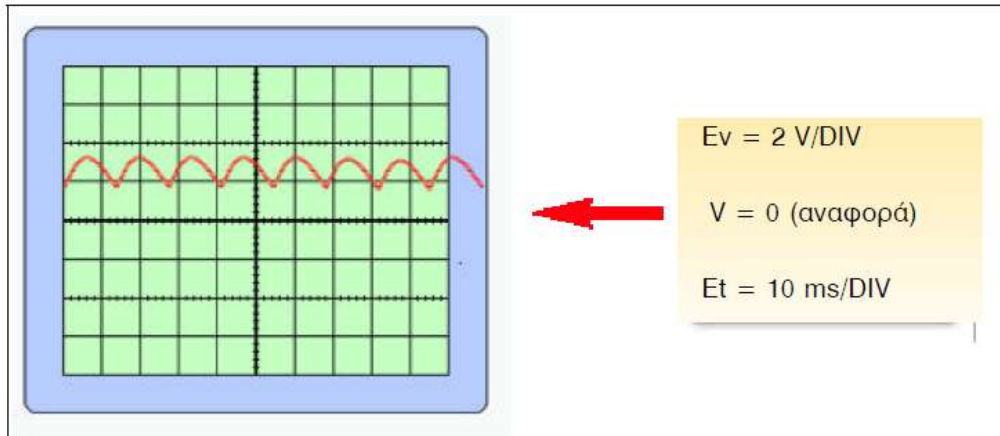
Μια σύγχρονη μονάδα ανάφλεξης χρησιμοποιεί για τη διακοπή και την αποκατάσταση του ρεύματος στο πρωτεύον ένα τρανζίστορ ισχύος. Αυτό το τρανζίστορ λειτουργεί περίπου όπως ένας μηχανικός διακόπτης, εκτός από το ότι δεν έχει κινούμενα τμήματα. Το άνοιγμα και το κλείσιμό του γίνεται με χρονομετρημένους παλμούς από το μικροϋπολογιστή. Οι παλμοί αυτοί ρυθμίζουν έτσι και το χρονισμό του σπινθήρα. Από το σχήμα των παλμών μπορούμε να ελέγξουμε τη λειτουργία των τρανζίστορ. Στο σχήμα 2.28 φαίνονται οι παλμοί αυτοί σε κινητήρα, που λειτουργεί στο ρελαντί.

#### • Κυματομορφή εναλλακτήρα φόρτισης της μπαταρίας

Για τη μετατροπή της AC τάσης που παράγεται από το στάτη σε DC τάση, που



Σχήμα 2.28: Κυματομορφή παλμών ελέγχου τρανζίστορ της μονάδας ανάφλεξης.

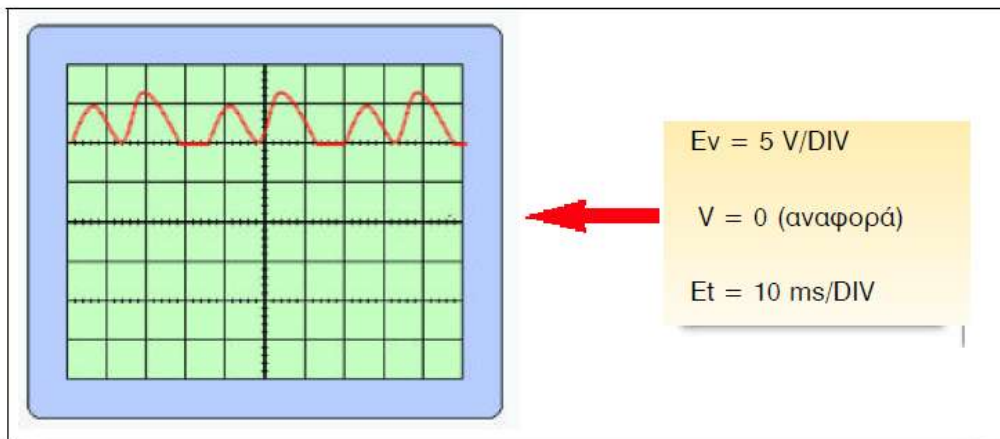


Σχήμα 2.29: Κυματομορφή του εναλλακτήρα φόρτισης (κανονική κυματομορφή).

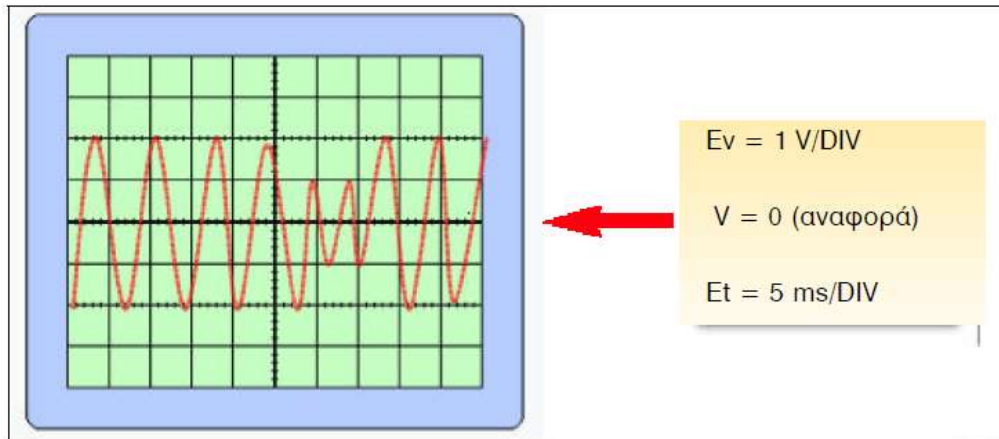
χρησιμοποιείται από το όχημα, χρησιμοποιούνται ημιαγωγικές διόδους ανόρθωσης, που είναι τοποθετημένες μέσα στον εναλλακτήρα. Η κανονική κυματομορφή εξόδου του εναλλακτήρα φαίνεται στο σχήμα 2.29. Ο παλμογράφος μπορεί να δείξει βλάβες στις διόδους και τα πηνία του στάτη, όταν φαίνεται ότι ορισμένοι DC παλμοί λείπουν ή η κυματομορφή φαίνεται παραμορφωμένη, όπως δείχνει το σχήμα 2.30.

• **Κυματομορφή αισθητήρα ABS με πρόβλημα οδόντωσης τροχού**

Ένας αισθητήρας ταχύτητας στροφών των τροχών σε σύστημα ABS παράγει ένα ημιτονοειδές εναλλασσόμενο σήμα, που έχει τόσες κορυφές όσα και τα δόντια του οδοντωτού δίσκου των τροχών, όπως εξηγείται στην ενότητα των αισθητήρων. Ο παλμογράφος μπορεί να ανιχνεύσει τυχόν σπασμένα δόντια, αφού οι κορυφές της επαγόμενης τάσης



Σχήμα 2.30: Κυματομορφή του εναλλακτήρα φόρτισης με βραχυκυκλωμένη diόδο.



Σχήμα 2.31: Κυματομορφή αισθητήρα ABS με δυο σπασμένα δόντια τροχού.

στα δόντια αυτά έχουν μικρότερο πλάτος  $V_0$  , όπως φαίνεται και από το διπλανό σχήμα 2.31.