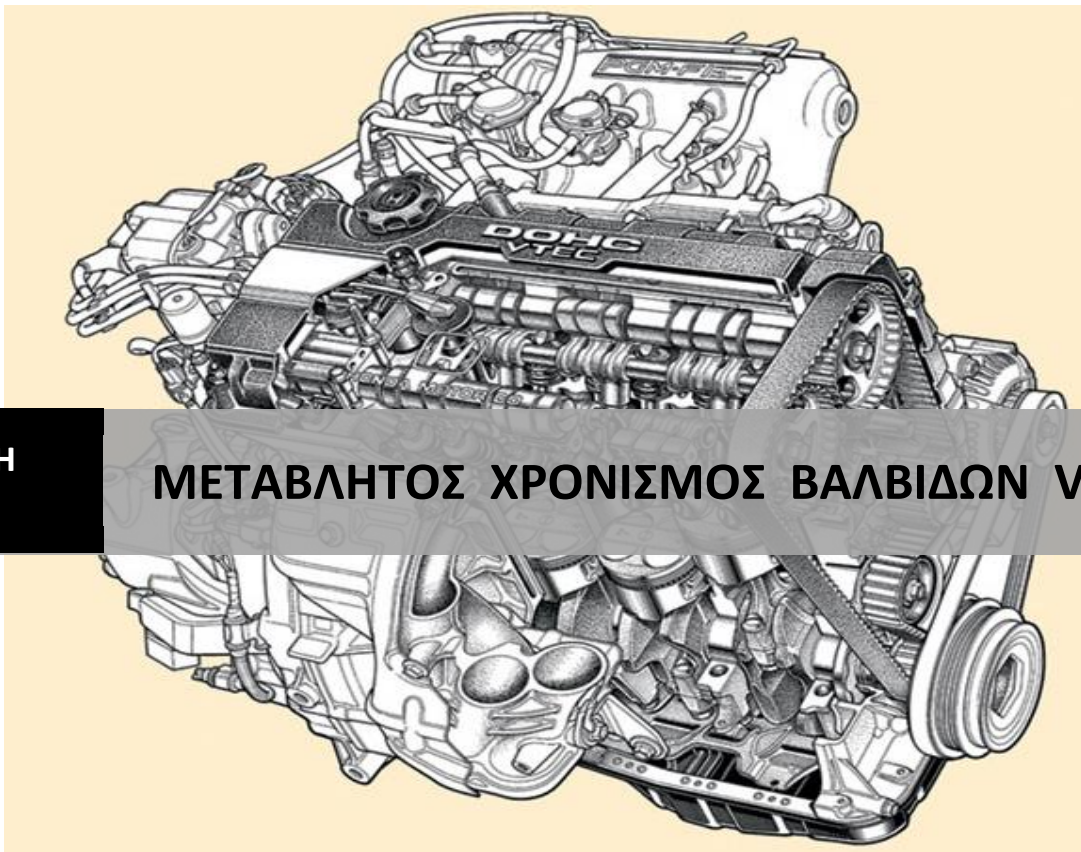




ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ  
ΕΡΓΑΣΙΑ

## ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΒΑΛΒΙΔΩΝ V – TEC

ΦΟΙΤΗΤΗΣ : ΚΙΚΗΣ ΜΑΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΜΙΧΟΣ ΦΩΤΙΟΣ

ΣΙΝΔΟΣ ΜΑΡΤΙΟΣ 2018



## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....</b>	<b>6</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>7</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ .....</b>	<b>9</b>
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ.....	9
1.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ .....	10
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ.....</b>	<b>16</b>
2.1 ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΒΑΛΒΙΔΩΝ - ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ.....	16
2.2 ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΝΥΨΩΣΗ - ΒΥΘΙΣΜΑ.....	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ .....</b>	<b>21</b>
3.1 BMW .....	21
3.2 GENERAL MOTORS.....	22
3.3 HONDA .....	22
3.4 NISSAN .....	24
3.5 TOYOTA .....	25
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ (VVT).....</b>	<b>27</b>
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	27
4.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	29
4.2.1 ΕΛΕΓΚΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ.....	29
4.2.2 ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΟΗΣ ΛΑΔΙΟΥ.....	30
4.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	31
4.3.1 ΠΡΟΠΟΡΕΙΑ.....	31
4.3.2 ΒΡΑΔΥΠΟΡΙΑ .....	32
4.3.3 ΣΤΑΘΕΡΟ .....	33
4.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ VVT.....	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ VTEC ΤΗΣ HONDA.....</b>	<b>36</b>
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	37
5.2 ΤΟ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟ VTEC.....	39
5.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	40
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VTEC.....</b>	<b>42</b>
6.1 ΔΟΗΣ VTEC.....	42

6.1.2 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΔΟΗΣ ΚΑΙ ΔΟΗΣ VTEC.....	43
6.2 ΣΟΗΣ VTEC .....	46
6.3 VTEC - E (Το σύμβολο E είναι για την οικονομία - ικανότητα).....	48
6.4 Τρία στάδια VTEC (3 stage VTEC) .....	50
6.4.1 ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ .....	51
6.4.2 ΔΕΥΤΕΡΟ – ΤΡΙΤΟ ΣΤΑΔΙΟ.....	52
6.4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	52
6.5 i – VTEC.....	54
6.5.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	54
6.5.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ i – VTEC .....	55
6.5.3 ΣΕΙΡΑ Κ.....	56
6.5.4 ΑΝΑΓΚΗ ΤΟΥ i – VTEC .....	56
6.6 ΙΣΤΟΡΙΚΑ.....	57
6.6.1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ i-VTEC.....	57
6.6.2 ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΣ VTC – ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	58
6.7 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ i-VTEC .....	61
6.7.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VTC.....	62
6.7.2 ΕΛΗΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VTC.....	64
6.7.3 ΗΛΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	65
6.7.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ VTC – ΠΡΟΠΟΡΙΑ .....	66
6.7.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ VTC – ΒΡΑΔΥΠΟΡΙΑ.....	67
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΔΟΗΣ VTEC ΜΕ ΟΝΟΜΑΣΙΑ B16A.....</b>	<b>69</b>
7.1 B16A.....	69
7.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	70
7.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ .....	70
7.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΑΛΒΙΔΩΝ - ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗΣ .....	73
7.4.1 ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗ.....	73
7.4.2 ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΑΥΣΗΣ.....	73
7.4.3 ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ.....	74
7.4.4 ΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	75
7.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΗΣ V – TEC B16A.....	77
7.6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ.....	78

7.6.1 ΣΤΙΣ ΧΑΜΗΛΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ.....	78
7.6.2 ΣΤΙΣ ΥΨΗΛΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ.....	79
7.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	80
7.8 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΝΑΛΛΑΓΗΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ.....	81
7.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ .....	83
7.9.1 ΡΟΗ ΛΑΔΙΟΥ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....	83
7.10 ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΛΑΔΙΟΥ.....	84
<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>85</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>86</b>

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Αρχικά , θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Κ. Μίχο Φώτιο , εργαστηριακό καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Οχημάτων του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης για το ενδιαφέρον και τις γνώσεις που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια διεκπεραίωσης της πτυχιακής αυτής εργασίας. Επίσης , ένα μεγάλο ευχαριστώ στους καθηγητές του τμήματος οι οποίοι με τις γνώσεις και την προθυμία τους , βοήθησαν όλους εμάς τους φοιτητές του τμήματος να κατανοήσουμε αρκετά πράγματα για την μηχανολογία οχημάτων. Τέλος , θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου και ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου , για την ηθική , υλική και ολόκληρη την στάση που είχαν απέναντι μου καθ όλη την διάρκεια της φοίτησης μου στο τμήμα Οχημάτων.

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων ( Valve Variable Timing ) είναι ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται για τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Ο μεταβλητός χρονισμός των βαλβίδων επιτρέπει την ανύψωση των βαλβίδων , την διάρκεια και τον χρονισμό των βαλβίδων εισαγωγής ή εξαγωγής (ή και των δύο) , να αλλάζει σε σχέση με την λειτουργία της μηχανής και σε κάποιες περιπτώσεις επιτρέπει και το βύθισμα των βαλβίδων. Οι δίχρονες μηχανές χρησιμοποιούν ένα σύστημα βαλβίδων για να έχουν τα ίδια αποτελέσματα με τον μεταβλητό χρονισμό.

Οι εμβολοφόροι κινητήρες συνήθως χρησιμοποιούν βαλβίδες για την εισαγωγή και εξαγωγή. Οι βαλβίδες κινούνται από τον εκκεντροφόρο άξονα ο οποίος παίρνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα. Ο εκκεντροφόρος ανοίγει τις βαλβίδες για κάποιο συγκεκριμένο χρόνο κατά την διάρκεια του κύκλου εισαγωγής - εξαγωγής. Ο χρόνος που θα ανοίξουν και θα κλείσουν οι βαλβίδες είναι επίσης σημαντικός.

Ο εκκεντροφόρος κινείται από τον στροφαλοφόρο μέσω μάντα χρονισμού , γρανάζια ή αλυσίδα. Το προφίλ , ή η θέση και το σχήμα των εκκέντρων στον εκκεντροφόρο άξονα , έχουν βελτιστοποιηθεί για έναν συγκεκριμένο αριθμό στροφών του κινητήρα και συνήθως αυτό περιορίζει την ροπή στις χαμηλές στροφές και την ισχύ στις υψηλές στροφές.

Ο μεταβλητός χρονισμός επιτρέπει την αλλαγή στο προφίλ του εκκέντρου η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης και της ισχύς του κινητήρα. Στις υψηλές στροφές του κινητήρα , μια μηχανή απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα αέρα. Όμως , οι βαλβίδες εισαγωγής μπορεί να κλείσουν πριν ο κύλινδρος προλάβει να γεμίσει με αέρα με αποτέλεσμα την μείωση των επιδόσεων του κινητήρα.

Από την άλλη άποψη , αν ο εκκεντροφόρος κρατήσει τις βαλβίδες ανοιχτές περισσότερο από τον χρόνο που απαιτείται , όπως συμβαίνει στους αγωνιστικούς κινητήρες , τότε θα έχουμε πρόβλημα στις χαμηλές ταχύτητες του κινητήρα. Αυτό θα προκαλέσει άκαυστο μίγμα να βγει από την βαλβίδα εξαγωγής εφόσον οι βαλβίδες παραμένουν ανοιχτές. Αυτό οδηγεί στην μείωση των επιδόσεων του κινητήρα και την αύξηση των εκπομπών ρύπων προς το περιβάλλον. Για αυτό το λόγο , οι αγωνιστικού τύπου κινητήρες έχουν ασταθές ρελαντί στις χαμηλές στροφές (800rpm) σε σχέση με ένα συμβατικό αυτοκίνητο και το ρελαντί τους κυμαίνεται στις 2000rpm.

Η πίεση για οικονομία καυσίμου και μειωμένους ρύπους έχει στρέψει τους κατασκευαστές οχημάτων στα συστήματα μεταβλητού χρονισμού σαν λύση. Τα ποιά απλά συστήματα μεταβλητού χρονισμού έχουν προπορία ή βραδυπορία στο χρονισμό των βαλβίδων εισαγωγής ή εξαγωγής. Άλλα συστήματα αλλάζουν μεταξύ δύο

διαφορετικών εκκέντρων σε συγκεκριμένες στροφές του κινητήρα. Οι περισσότεροι κινητήρες σήμερα , έχουν εκκεντροφόρους επικεφαλής. Αυτός αποτελείται από μια κυλινδρική ράβδο η οποία είναι στο μήκος του μπλοκ του κινητήρα με έναν αριθμό μορφής “οβάλ” εκκέντρων , ένα για κάθε βαλβίδα. Στα παλαιότερα συστήματα ο εκκεντροφόρος αναγκάζει τις βαλβίδες να ανοίξουν πιέζοντας επάνω σε αυτές μέσω κάποιου ενδιάμεσου μηχανισμού , καθώς περιστρέφονται. Υπάρχει τριβή ολίσθησης μεταξύ της επιφάνειας του εκκέντρου και του ωστήριου που έρχονται σε επαφή. Έχουν ύπαρξη προσπάθειες για την μείωση αυτού του φαινομένου όπως τα συστήματα με εκκεντροφόρο επικεφαλή όπου έχουν λιγότερες τριβές και περισσότερη οβαλότητα στα έκκεντρα. Εκτός από τη μηχανική τριβή , απαιτείται και κάποια δύναμη για να ξεπεράσει την αντίσταση του ελατηρίου που χρησιμοποιείται για να κλείσει τις βαλβίδες. Αυτή η δύναμη συνήθως είναι ελάχιστη εφόσον το συμπιεσμένο ελατήριο θα επιστρέψει την περισσότερη δύναμη που του ασκήθηκε όταν αποσυμπιεστή. Παρ’ όλα αυτά , αυτές οι απώλειες μειώνουν την συνολική αποδοτικότητα του κινητήρα.

Ένα άλλο πρόβλημα που παρουσιάζεται στα συστήματα μεταβλητού χρονισμού , είναι το βάρος του όλου συστήματος , και το όριο στροφών που υπάρχει σε αυτό. Όπως είναι φυσικό , έγιναν προσπάθειες για την λύση αυτών των προβλημάτων , με τα συστήματα που χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά ή μαγνητικά συστήματα μεταβλητού χρονισμού τα οποία ερευνήθηκαν από την BMW και την FIAT (συστήματα που αποδείχτηκαν δύσκολα να υλοποιηθούν) και φυσικά είχαν αναπτυχθεί και παλαιότερα από τον σχεδιαστή μηχανών εσωτερικής καύσης , Harry Ralph Ricardo στα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης τους. Το νέο FIAT Nuova 500 είχε έναν τέτοιο τύπο κινητήρα. Το αρχικό σύστημα είχε προταθεί από την αυτοκινητοβιομηχανία Tucker του Tucker Preston στο Σικάγο το 1948 , στο όχημα με την ονομασία Tucker Torpedo. Όμως , ο κινητήρας δεν παράχθηκε ποτέ λόγω ότι η αυτοκινητοβιομηχανία αντιμετώπιζε νομικά προβλήματα.



Εικόνα Ε.1 : Tucker 48 (Πηγή:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1948\\_Tucker\\_Torpedo\\_8511815871.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1948_Tucker_Torpedo_8511815871.jpg)).



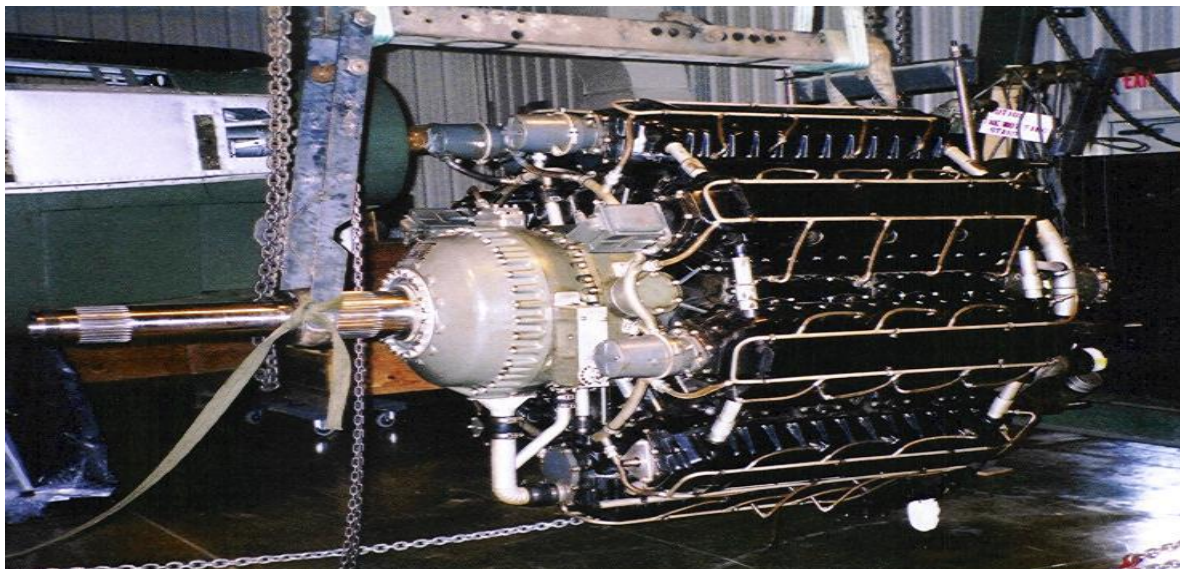
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ

## 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ

Τα πρώτα συστήματα μεταβλητού χρονισμού τέθηκαν σε λειτουργία τον 19 αιώνα στις ατμομηχανές. Ο μηχανισμός βαλβίδας με ονομασία Stephenson , ο οποίος χρησιμοποιήθηκε στις ατμομηχανές τρένων υποστήριζε μεταβλητή “αποκοπή” , όπου επέτρεπε αλλαγές στον χρόνο κατά τον οποίο διακόπτετε η είσοδος ατμού στους κυλίνδρους κατά τη διάρκεια του κύκλου λειτουργίας της ατμομηχανής. Ονομάστηκε Stephenson από το όνομα του σιδηροδρομικού και πολιτικού μηχανικού Robert Stephenson αν και η εφεύρεση αυτή προήλθε από τους υπαλλήλους του και όχι από τον ίδιο.

Έπειτα ακολούθησαν προσεγγίσεις και εφευρέσεις στο σύστημα μεταβλητής “αποκοπής” με σύνδεση της μεταβλητής “αποκοπής” στην διακοπή του ατμού και μεταβλητή “αποκοπή” κατά την εξαγωγή. Μετά , η “αποκοπή” και η “αποκοπή εξαγωγής” διαχωρίστηκαν με την εφεύρεση του μηχανισμού βαλβίδας Corliss. Η ατμομηχανή Corliss (ή ο κινητήρας Corliss) είναι εξοπλισμένη με περιστρεφόμενες βαλβίδες και με μεταβλητό χρονισμό βαλβίδων που κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1849 , εφευρέθηκε και ονομάστηκε από τον αμερικανικό μηχανικό George Henry Corliss.

Αυτές χρησιμοποιήθηκαν ευρέως σε κινητήρες σταθερής ταχύτητας με μεταβαλλόμενο φορτίο , με σύστημα “αποκοπής” και επομένως ροπής όπου ελέγχεται μηχανικά από έναν φυγοκεντρικό ρυθμιστή. Καθώς εξελίχτηκε το σύστημα , απλοποιήθηκε ο μηχανισμός των βαλβίδων και η εποχή της χρήσης των εκκεντροφόρων έφτασε. Με τέτοιους κινητήρες , η μεταβλητή αποκοπή μπορούσε να επιτευχθεί με την χρήση διαφορετικών προφίλ εκκέντρων οι οποίοι μετατοπίστηκαν κατά μήκος του εκκεντροφόρου από τον ρυθμιστή. Το πρωταρχικό σύστημα μεταβλητού χρονισμού που χρησιμοποιήθηκε στις μηχανές εσωτερικής καύσης ήταν στον κινητήρα αεροπλάνου με ονομασία Lycoming R - 7755.



Εικόνα 1.1.α : Μηχανή αεροπλάνου Lycoming R - 7755 (Πηγή: <http://www.people.virginia.edu/~rjr/engines/x7restored>).

Αυτός ο κινητήρας ήταν 7.755 κυβικά εκατοστά , είχε τους κυλίνδρους διατεταγμένους σε τέσσερις σειρές και εφοδιαζόταν με μεταβλητούς εκκεντροφόρους άξονες και κιβώτιο δυο ταχυτήτων. Επειδή ο κινητήρας λειτούργησε μόνο στις εγκαταστάσεις δοκιμών , η συνολική αποτελεσματικότητα και η αντοχή του πρωτότυπου R-7755 δεν θα είναι ποτέ γνωστή.

## **1.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ**

Η FIAT ήταν η πρώτη αυτοκινητοβιομηχανία που υλοποίησε τα συστήματα μεταβλητού χρονισμού βαλβίδων στο όχημα με μεταβλητή ανύψωση βαλβίδων. Αναπτύχθηκε από τον Γιοναππι Τορατσα το 1960 και το σύστημα χρησιμοποιούσε υδραυλική πίεση για να αλλάζει τα διαφορετικά προφίλ του εκκεντροφόρου. Η υδραυλική πίεση άλλαζε σύμφωνα με την ταχύτητα του οχήματος και την πίεση εισαγωγής. Η τυπική διακύμανση ανοίγματος ήταν 37% .

Το Σεπτέμβριο του 1975 , η General Motors υλοποίησε ένα σύστημα μεταβλητού χρονισμού. Η Εταιρία σκόπευε να μειώσει τους ρύπους , χρησιμοποιώντας μειωμένη ανύψωση στις βαλβίδες εισαγωγής. Αυτό υλοποιήθηκε περιορίζοντας την ανύψωση των βαλβίδων σε χαμηλό φορτίο , για να αυξήσει την ταχύτητα εισαγωγής και χρησιμοποιούσε ψεκασμό του καυσίμου. Η εταιρία αντιμετώπισε προβλήματα στην πολύ

χαμηλή ανύψωση και έτσι σταμάτησε το πρότζεκτ. Η ALFA ROMEO ήταν η πρώτη κατασκευαστική εταιρία όπου χρησιμοποίησε μεταβλητό χρονισμό σε αυτοκίνητα παραγωγής.



Εικόνα 1.2 α : Alfa Romeo Spider 2.0 (Πηγή: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alfa\\_Romeo\\_Spider\\_2000\\_Veloce.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alfa_Romeo_Spider_2000_Veloce.JPG)).

Το 1980 , η ALFA ROMEO πούλησε το μοντέλο Spider των 2.0 λίτρων στην Αμερική το οποίο είχε μηχανικό σύστημα μεταβλητού χρονισμού και σύστημα έγχυσης καυσίμου τύπου SPICA. Αργότερα χρησιμοποιήθηκε και στο μοντέλο Alfetta 2.0 Quadrifoglio ορο καθώς και σε άλλα αυτοκίνητα. Έπειτα ακολούθησε η HONDA , με ένα σύστημα που βασίζεται στο μεταβλητό χρονισμό V-TEC σε μοτοσυκλέτα η οποία πουλήθηκε μόνο στην Ιαπωνία

Το 1986 , η NISSAN ανέπτυξε την δική της τεχνολογία μεταβλητού χρονισμού με το μοντέλο Mid-4.





Εικόνα 1.2 β : Nissan MID 4. Μοντέλο του 1986 με μεταβλητό χρονισμό , τετρακίνητο με διανομή της ροπής 33% στον εμπρόσθιο άξονα και 67% στον οπίσθιο τύπου ATTESA (Advanced Total Traction Engineering System For All – Terrain) και τετραδιεύθυνση. (Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nissan\\_MID4](https://en.wikipedia.org/wiki/Nissan_MID4)).

Η NISSAN επέλεξε να εστιάσει στο δικό της σύστημα μεταβλητού χρονισμού το οποίο ενεργούσε κυρίως στις χαμηλές και μεσαίες ταχύτητες για την βελτίωση της ροπής επειδή εκείνη την εποχή , οι στροφές του κινητήρα δεν ήταν πολύ υψηλές. Το σύστημα NVCS μπορεί να παράγει στρωτό ρελαντί και υψηλή ροπή στις χαμηλές και μεσαίες στροφές. Παρόλο που μπορεί να συμβάλει ελαφρώς στην τελική του οχήματος , ο κύριος σκοπός του συστήματος είναι η παραγωγή ροπής στις χαμηλομεσαίες στροφές. Ο κινητήρας με κωδικό VG30DE χρησιμοποιήθηκε αρχικά το 1987 όπου ήταν η πρώτη παραγωγή οχήματος που χρησιμοποιούσε ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα μεταβλητού χρονισμού.

Το επόμενο βήμα έγινε απο την HONDA με το σύστημα μεταβλητού χρονισμού VTEC. Η HONDA είχε ξεκινήσει την παραγωγή ενός συστήματος το οποίο παρείχε στον κινητήρα την ικανότητα λειτουργίας δύο διαφορετικών προφίλ εκκέντρων , εξαλείφοντας έτσι ένα σημαντικό συμβιβασμό στο σχεδιασμό του κινητήρα. Το ένα προφίλ εκκέντρου , είχε σχεδιαστεί για να λειτουργεί τις βαλβίδες σε χαμηλές ταχύτητες παρέχοντας καλή

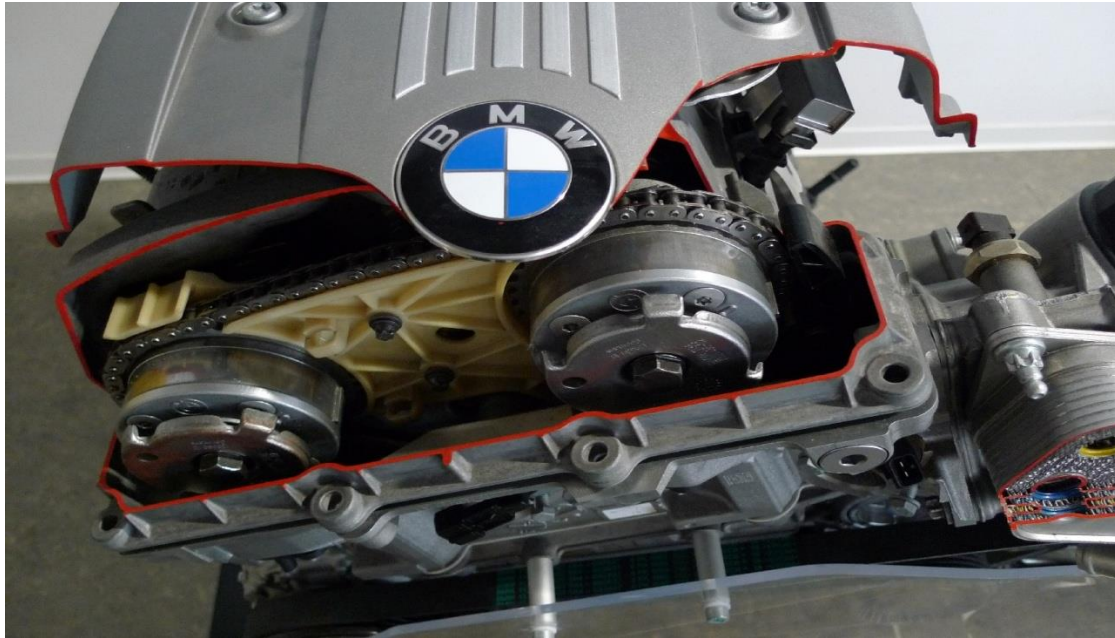
οδηγική συμπεριφορά , χαμηλή κατανάλωση και χαμηλές εκπομπές ρύπων. Το δεύτερο προφίλ εκκέντρου , είναι ποιά “οβάλ” , μεγαλύτερης βύθισης και μεγαλύτερης διάρκειας και λειτουργεί στις υψηλές στροφές για την παραγωγή της αύξησης της ισχύος του κινητήρα. Το σύστημα VTEC αναπτύχθηκε για να παρέχει και άλλες λειτουργίες στον κινητήρα άν και αρχικά σχεδιάστηκε για χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου. Ο πρώτος κινητήρας με το σύστημα αυτό , με την ονομασία B16A , χρησιμοποιήθηκε στα αυτοκίνητα Integra , CRX και Civic hatchback και ήταν διαθέσιμος στην Ιαπωνία και την Ευρώπη.



Εικόνα 1.2 γ : Honda Integra 1989. Ένα απο τα πρώτα οχήματα με σύστημα μεταβλητού χρονισμού V-TEC (Πηγή: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1992\\_Honda\\_Integra\\_\(DA9\)\\_LS\\_hatchback\\_\(24674052289\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1992_Honda_Integra_(DA9)_LS_hatchback_(24674052289).jpg)).

Το 1992 η BMW παρουσίασε το σύστημα μεταβλητού χρονισμού VANOS.





Εικόνα 1.2. δ : BMW N52 κινητήρας με μεταβλητό χρονισμό VANOS (Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/VANOS>).

Όπως η NISSAN με το σύστημα NVCS μπορούσε να παρέχει μεταβλητό χρονισμό με “βήματα” για τις βαλβίδες εισαγωγής , το σύστημα VANOS διέφερε με αυτό επειδή μπορούσε να παρέχει ένα επιπλέον “βήμα” για τα συνολικά τρία “βήματα”. Τότε , το 1998 παρουσιάστηκε το σύστημα Double VANOS , το οποίο ενίσχυε σημαντικά την διαχείριση εκπομπών ρύπων , την ισχύ και την ροπή , παρείχε καλύτερη ποιότητα στο ρελαντί του οχήματος και χαμηλότερη κατανάλωση. Το σύστημα Double VANOS ήταν το πρώτο σύστημα το οποίο παρείχε ηλεκτρονικά ελεγχόμενο συνεχώς μεταβλητό χρονισμό των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής.

Το 2001 , η BMW παρουσίασε το σύστημα Valvetronic. Αυτό το σύστημα , ήταν μοναδικό επειδή μπορούσε να μεταβάλλει συνεχόμενα την ανύψωση της βαλβίδας εισαγωγής και επιπλέον τον χρονισμό για την βαλβίδα εισαγωγής και εξαγωγής. Ο ακριβής έλεγχος που έχει το σύστημα στις βαλβίδες εισαγωγής επιτρέπει τη ρύθμιση του φορτίου εισαγωγής εξ ολοκλήρου από τις βαλβίδες εισαγωγής , εξαλείφοντας την ανάγκη για βαλβίδα πεταλούδας και μειώνοντας σημαντικά την απώλεια άντλησης. Η μείωση των απωλειών άντλησης ευθύνεται για περισσότερο απο 10% αύξηση στην ισχύ και στην οικονομία καυσίμου.



Εικόνα 1.2 ε: BMW 316ti μοντέλο 2001 με σύστημα Valvetronic (Πηγή: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BMW\\_316ti\\_Compact\\_M-Sportpaket\\_\(E46\)\\_Facelift\\_front-1\\_20100627.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BMW_316ti_Compact_M-Sportpaket_(E46)_Facelift_front-1_20100627.jpg)).

Η FORD άρχισε να χρησιμοποιεί μεταβλητό χρονισμό το 1998 στον κινητήρα Sigma. Η FORD έγινε η πρώτη κατασκευάστρια που χρησιμοποιούσε μεταβλητό χρονισμό σε όχημα τύπου Pick-up , (φορτηγάκι) και έκανε κορυφαίες πωλήσεις με τη σειρά Ford F το 2004 ως μοντέλο της χρονιάς. Ο κινητήρας που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένας 5.4 λίτρων. Το 2005 η General Motors πρόσφερε το πρώτο σύστημα μεταβλητού χρονισμού για κινητήρες V6 Pushrod , LZE και LZ4.



Εικόνα 1.2 ζ: Ford μοντέλο 2004 φορτηγάκι (Πηγή: [https://www.cars.com/research/ford-f\\_150-2004](https://www.cars.com/research/ford-f_150-2004)).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ**

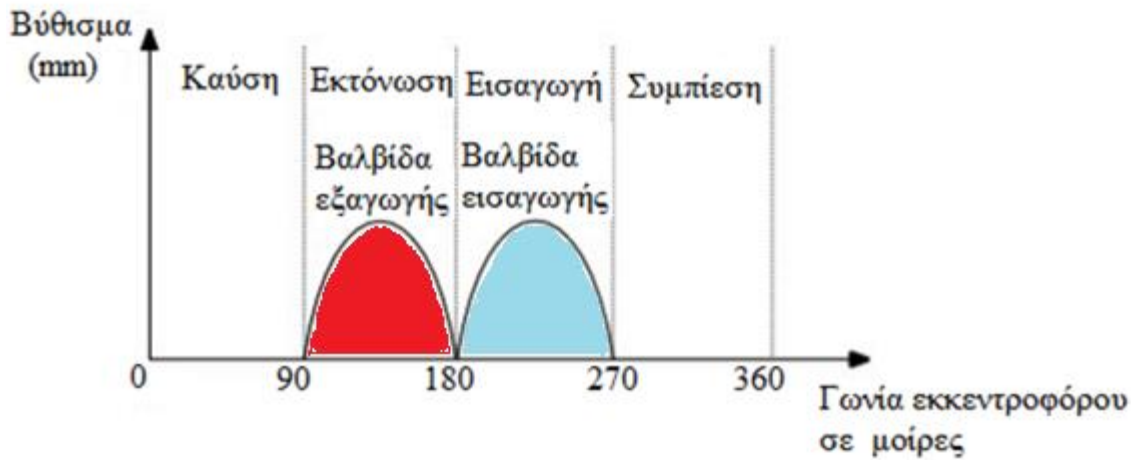
### **2.1 ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΒΑΛΒΙΔΩΝ - ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ**

Αφού η τεχνολογία πολυβάλβιδων κινητήρων έγινε ένα “στάνταρ” στους σύγχρονους κινητήρες , το επόμενο βήμα για την ανάπτυξη των επιδόσεων ήταν ο μεταβλητός χρονισμός των βαλβίδων. Όπως είναι γνωστό , η χρήση των βαλβίδων στους κινητήρες ενεργοποιούν την “αναπνοή” του κινητήρα. Ο χρονισμός της “ αναπνοής ” είναι ο χρόνος του εισαγόμενου αέρα στους κυλίνδρους και η εξαγωγή από αυτούς , και ρυθμίζεται από το σχήμα και την φάση γωνίας των λοβών που υπάρχουν στους εκκεντροφόρους. Για να βελτιστοποιηθεί η “ αναπνοή ” , ο κινητήρας απαιτεί μεταβαλλόμενο χρονισμό σε μεγαλύτερο φάσμα στροφών του κινητήρα. Όταν οι στροφές αυξάνονται , η διάρκεια της εισαγωγής και εξαγωγής μίγματος μειώνεται τόσο που ο φρέσκος αέρας κατά τον χρόνο της εισαγωγής δεν προλαβαίνει να εισέλθει στον κύλινδρο και το εξαγόμενο καυσαέριο κατά το χρόνο της εξαγωγής δεν προλαβαίνει να βγει από τον θάλαμο καύσης.

Έτσι , η καλύτερη λύση είναι το άνοιγμα των βαλβίδων εισαγωγής νωρίτερα και το κλείσιμο των βαλβίδων εξαγωγής αργότερα. Κατά συνέπεια , οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής παραμένουν ανοιχτές την ίδια χρονική στιγμή για κάποιο συγκεκριμένο χρόνο. Αυτή η λειτουργία είναι γνωστή σαν επικάλυψη των βαλβίδων. Λόγω λοιπόν των παραπάνω που αναφέραμε , συμπεραίνουμε πως η επικάλυψη των βαλβίδων μεταξύ της περιόδου εισαγωγής και εξαγωγής , πρέπει να αυξάνεται καθώς αυξάνονται οι στροφές του κινητήρα.



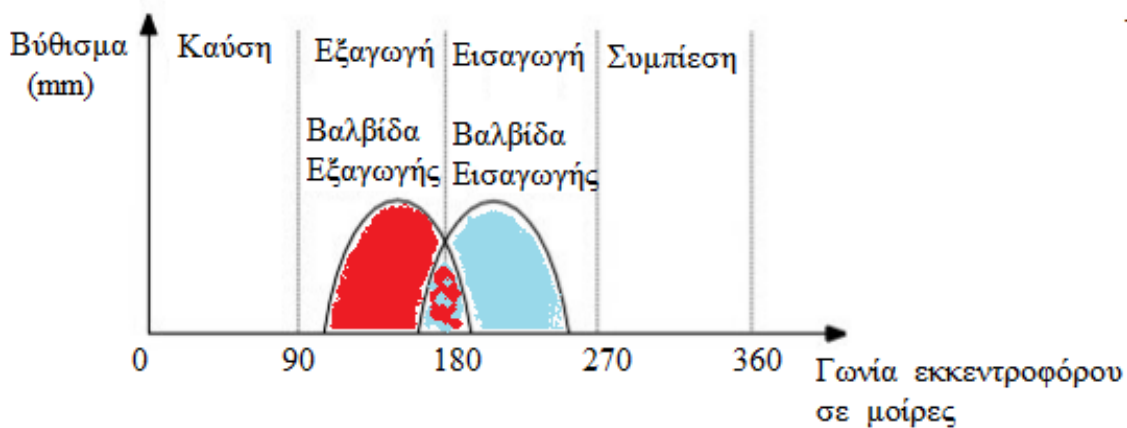
## ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ



Διάγραμμα 2.1 α : Βύθισμα των βαλβίδων σε μοίρες γωνίας εκκεντροφόρου σε χαμηλή ταχύτητα (Πηγή: <http://www.austincc.edu/wkibbe/vvt.htm>).

**Συμπέρασμα:** Εδώ παρατηρούμε πως η βαλβίδες εισαγωγής - εξαγωγής ανοίγουν και κλείνουν ακριβώς στο κανονικό σημείο κατά την ομαλή λειτουργία του κινητήρα και δεν έχουμε επικάλυψη των βαλβίδων. Λόγω της χαμηλής ταχύτητας, ο κύκλος της λειτουργίας του κινητήρα είναι ομαλός και ήπιος και δεν χρειάζεται κάποια αλλαγή στο χρονισμό των βαλβίδων.

## ΥΨΗΛΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ



Διάγραμμα 2.1 β : Βύθισμα των βαλβίδων σε μοίρες γωνίας εκκεντροφόρου σε υψηλή ταχύτητα (Πηγή: <http://www.austincc.edu/wkibbe/vvt.htm>).

**Συμπέρασμα:** Εδώ παρατηρούμε πως στις υψηλές ταχύτητες , για τους λόγους που εξηγήσαμε παραπάνω , οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής για κάποιο διάστημα παραμένουν ανοιχτές.

Χωρίς την τεχνολογία του μεταβλητού χρονισμού , οι μηχανικοί συνήθιζαν να επιλέγουν τον καλύτερο συνδυασμό χρονισμού. Για παράδειγμα , ένα όχημα τύπου “βαν” , χρειάζεται λιγότερη επικάλυψη για να εκμεταλλευτεί τα πλεονεκτήματα της απόδοσης του κινητήρα στις χαμηλές στροφές. Ένας αγωνιστικός κινητήρας από την άλλη , χρειάζεται μεγαλύτερη επικάλυψη για την αυξημένη απόδοση στις υψηλές ταχύτητες. Ένα συνηθισμένο τύπου “σεντάν” όχημα μπορεί να χρησιμοποιήσει χρονισμό βελτιωμένο για τις μεσαίες στροφές και έτσι η ικανότητα λειτουργίας του κινητήρα στις χαμηλές και υψηλές στροφές να μην μειωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό. Δεν έχει σημασία ποιά από τις παραπάνω θα χρησιμοποιηθεί , το επιθυμητό αποτέλεσμα θα υπάρξει για ένα συγκεκριμένο εύρος ταχύτητας του κινητήρα.

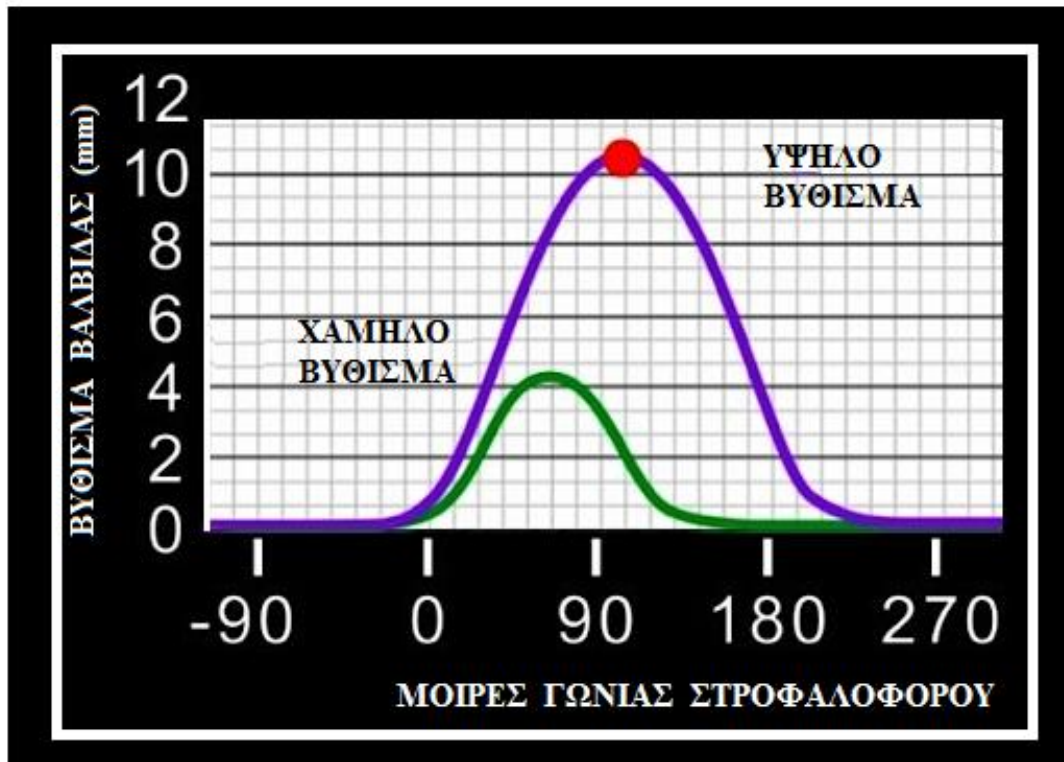
Με τον μεταβλητό χρονισμό , η ισχύς και η ροπή του κινητήρα βελτιώνεται για μεγαλύτερο εύρος στροφών του. Οι ποιά αξιοσημείωτες είναι οι παρακάτω :

- Ο κινητήρας μπορεί να στροφάρει υψηλότερα και έτσι αυξάνεται η ισχύς του. Για παράδειγμα , το NISSAN 2 λίτρων με μεταβλητό χρονισμό VVL , έχει μέγιστη ισχύ κατά 25 % από την έκδοση χωρίς τον μεταβλητό χρονισμό VVL.
- Έχουμε αύξηση της ροπής στις χαμηλές ταχύτητες και βελτιωμένη οδηγική ικανότητα. Για παράδειγμα , το FIAT Barchetta 1.8 λίτρων με VVT , παρέχει 90 % μέγιστη ροπή μεταξύ των 2000 και 6000 στροφών του κινητήρα.

Το ποιά σημαντικό αυτών είναι πως όλες αυτές οι βελτιωμένες επιδόσεις του οχήματος , λειτουργούν χωρίς κάποιο μειονέκτημα σε σχέση με αυτά που προσφέρουν.

## 2.2 ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΝΥΨΩΣΗ - ΒΥΘΙΣΜΑ

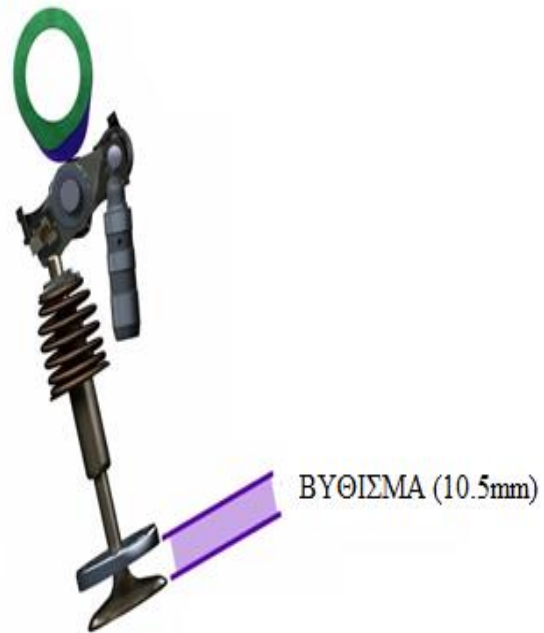
Σε μερικά συστήματα μεταβλητού χρονισμού , το μεταβλητό βύθισμα της βαλβίδας είναι εφικτό ανάλογα με την ταχύτητα του οχήματος. Στις υψηλές ταχύτητες , το μεγαλύτερο βύθισμα αυξάνει την ταχύτητα εισαγωγής και εξαγωγής του μίγματος και έτσι βελτιώνεται η αναπνοή του κινητήρα. Φυσικά , στις χαμηλές ταχύτητες τέτοιο βύθισμα θα έφερνε τα αντίθετα αποτελέσματα όπως να χειροτερεύει η διαδικασία ανάμιξης του καυσίμου - αέρα με αποτέλεσμα μειωμένη απόδοση , “μπούκωμα” ακόμα και λάθος ανάφλεξη του μίγματος λόγω λανθασμένης αναλογίας καυσίμου. Έτσι , συμπεραίνουμε πως το βύθισμα θα πρέπει να είναι μεταβλητό ανάλογα με την ταχύτητα του οχήματος.



Διάγραμμα 2.2 α : Βύθισμα βαλβίδας με διαφορετικό σχήμα εκκέντρου του εκκεντροφόρου.

(Πηγή: <http://www.enginelabs.com/news/gm-shows-off-variable-valve-lift-technology-for-2-5l-ecotec/>).

ΠΡΟΦΙΛ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΥ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ  
ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΡΟΗ ΑΕΡΑ  
ΟΤΑΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ



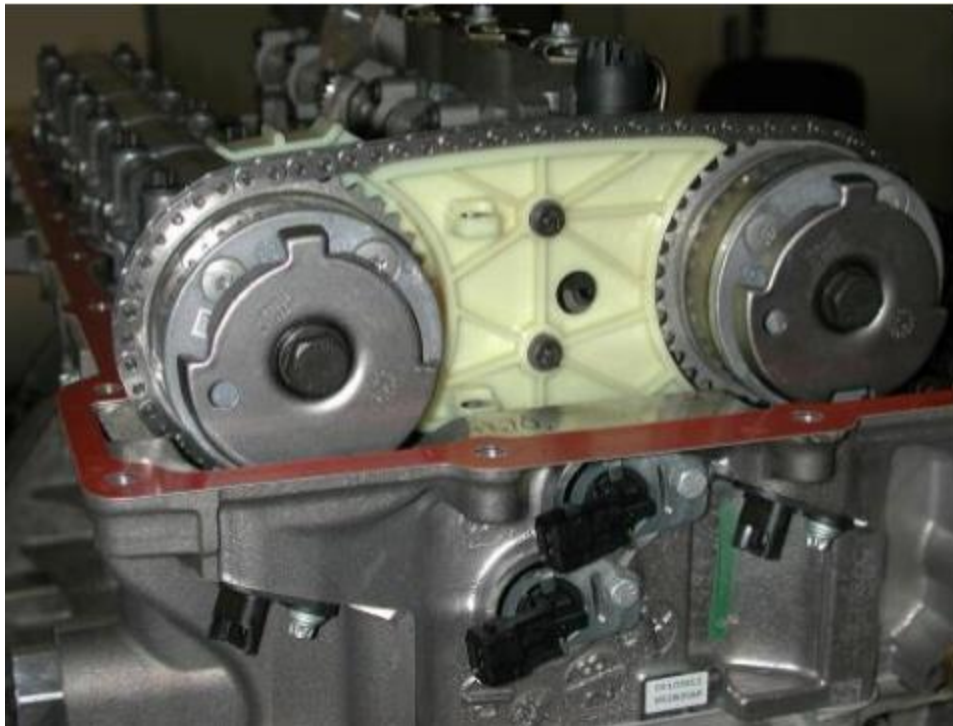
Εικόνα 2.2 α : Ελεγχόμενο βύθισμα βαλβίδας εισαγωγής παρέχοντας βελτιωμένη ροή αέρα όταν απαιτείται για την μέγιστη οικονομία καυσίμου. (Πηγή: <http://www.engine labs.com/news/gm-shows-off-variable-valve-lift-technology-for-2-5l-ecotec/>).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ

### 3.1 BMW

Η BMW με το σύστημα βαλβοτρόνικ (Valvetronic) παρέχει συνεχόμενο μεταβλητό βύθισμα για τις βαλβίδες εισαγωγής και συνδυάζεται με το σύστημα μεταβλητού χρονισμού Double Vanos (μεταβλητός χρονισμός εκκεντροφόρου).

Το Vanos είναι η τεχνολογία μεταβλητού χρονισμού που αναπτύχθηκε από την BMW σε συνεργασία με την Continental Teves. Το σύστημα μεταβλητού χρονισμού Vanos λειτουργεί μετακινώντας την θέση των εκκεντροφόρων σε σχέση με τον στροφαλοφόρο άξονα. Αυτή η μετακίνηση είναι μεταξύ 6° προπορίας με 6° βραδυπορίας του εκκεντροφόρου άξονα.



Εικόνα 3.1 α : Σύστημα Vanos (Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/VANOS>).

### 3.2 GENERAL MOTORS

Το σύστημα μεταβλητού χρονισμού της General Motors λειτουργεί συνεχόμενα σε όλο το φάσμα στροφών του κινητήρα στις βαλβίδες εισαγωγής αλλά και εξαγωγής για βελτιωμένη απόδοση του κινητήρα.



Εικόνα 3.2 α : Σύστημα μεταβλητού χρονισμού GM (Πηγή: <http://www.hotrod.com/articles/hrdp-1007-gms-variable-valve-timing-system-performance-test/>).

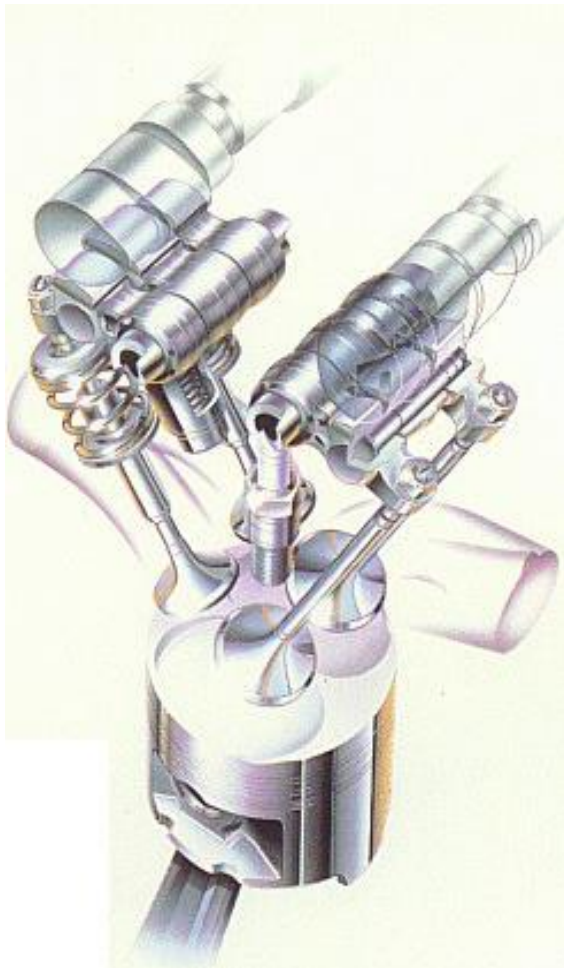
### 3.3 HONDA

Το σύστημα μεταβλητού χρονισμού της HONDA με την ονομασία V-TEC είναι μοναδικό διότι εκτός από την διάρκεια και το χρόνο μεταβολής ανοίγματος – κλεισίματος βαλβίδων μεταβάλλει και το βύθισμα της βαλβίδας. Αυτό επιτυγχάνεται με δυο διαφορετικά έκκεντρα στον εκκεντροφόρο άξονα.

Το σύστημα έχει μελετηθεί και αναπτυχθεί σε i-VTEC , V-TEC E. Το σύμβολο I , προέρχεται από την αγγλική λέξη intelligent και σημαίνει “έξυπνο” ενώ το σύμβολο E προέρχεται από την αγγλική λέξη Economy για να τονίσει την “οικονομία” του συστήματος μεταβλητού χρονισμού.

Με το i vtec σύστημα με διπλούς εκκεντροφόρους (Double Over Head Camshaft) στους τετρακύλινδρους κινητήρες έχουμε συνεχόμενο μεταβλητό χρονισμό στις βαλβίδες εισαγωγής σε σχέση με το παραδοσιακό Vtec. Όσον αφορά την οικονομία καυσίμου στους τετρακύλινδρους με διπλούς εκκεντροφόρους (DOHC) και με μονό εκκεντροφόρο (SOHC) κινητήρες, το σύστημα i-VTEC αυξάνει την αποτελεσματικότητα του κινητήρα καθυστερώντας το κλείσιμο των βαλβίδων εισαγωγής σε συγκεκριμένες καταστάσεις λειτουργίας και χρησιμοποιώντας μια ηλεκτρονικά ελεγχόμενη βαλβίδα γκαζιού για να μειώσει τις απώλειες άντλησης.

Στους κινητήρες με έναν εκκεντροφόρο (SOHC) διάταξης V με έξι κυλίνδρους (V6), το σύστημα χρησιμοποιείται για την διαχείριση του συστήματος μεταβλητού κυλίνδρου (Variable Cylinder Management) στο οποίο απενεργοποιεί τον θάλαμο καύσης στον έναν κύλινδρο κατά την διάρκεια χαμηλών απαιτήσεων.



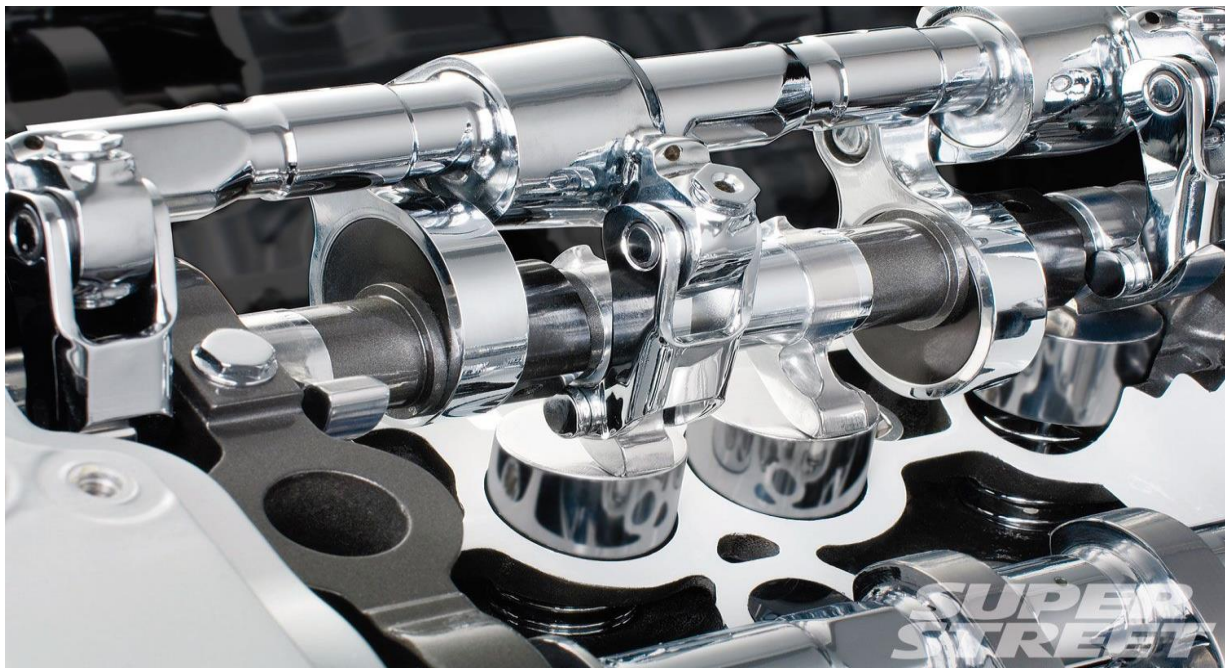
Εικόνα 3.3 α : Σύστημα μεταβλητού χρονισμού DOHC V – TEC (Πηγή: <https://www.aronline.co.uk/facts-and-figures/essays/essays-vtec-and-vvc-%E2%80%93-an-approximate-history/>).



Με το σύστημα VTEC – E , δεν έχουμε την λειτουργία αλλαγής εκκέντρων όπως στα περισσότερα συστήματα VTEC αλλά αντί αυτού , το σύστημα κλείνει μια βαλβίδα εισαγωγής υπό κάποιες συγκεκριμένες καταστάσεις.

### 3.4 NISSAN

Το σύστημα μεταβλητού χρονισμού της NISSAN ονομάζεται VVL και προέρχεται από τις αγγλικές λέξεις (Varies Valve Lift Timing). Εδώ έχουμε μεταβλητό χρονισμό , διάρκεια και βύθισμα στις βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής με την χρήση δυο διαφορετικών “λοβών - εκκέντρων” στον εκκεντροφόρο. Χρησιμοποιεί υδραυλική πίεση για να αλλάξει τα διαφορετικά εκκέντρα που υπάρχουν στον εκκεντροφόρο. Στην λειτουργία είναι παρόμοια με αυτή του συστήματος VTEC της HONDA.



Εικόνα 3.4 α : Σύστημα μεταβλητού χρονισμού της NISSAN με την ονομασία VVEL (Πηγή: <http://www.superstreetonline.com/how-to/engine/1405-nissan-variable-valve-timing/photo-gallery/#photo-01>).



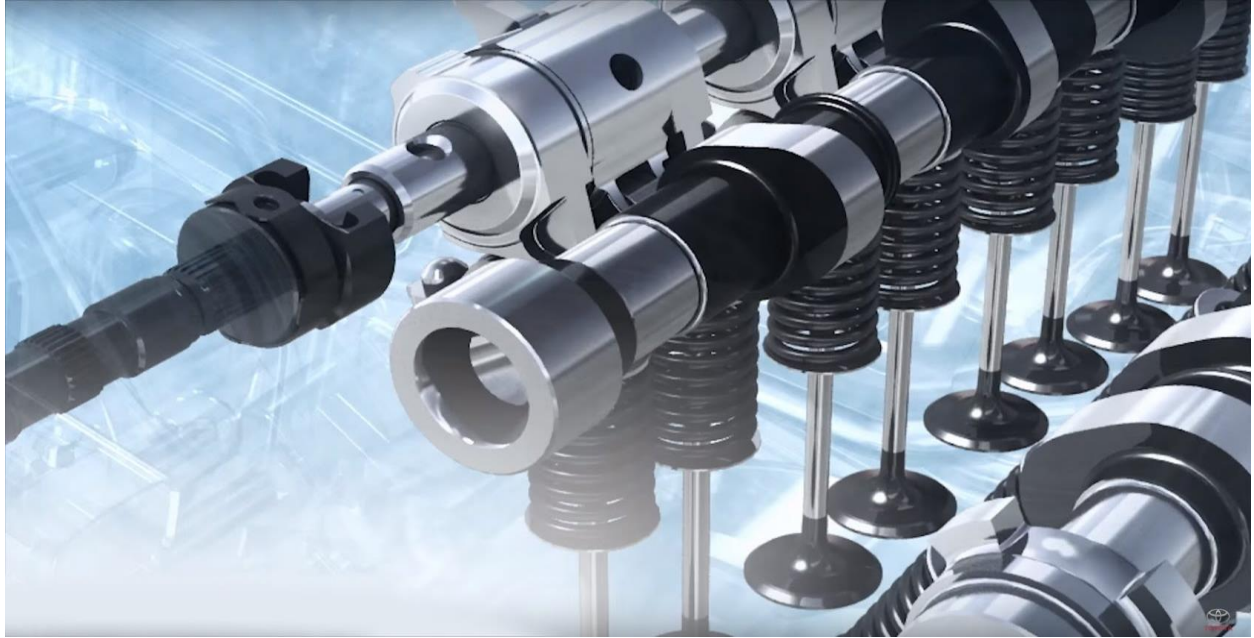
### 3.5 TOYOTA

Ο μεταβλητός χρονισμός της TOYOTA ονομάζεται VVT-i (Valve Variable Timing with intelligence) και είναι παρόμοιος με το i-VTEC της HONDA. Το σύστημα VVT-i αντικατέστησε το σύστημα μεταβλητού χρονισμού της TOYOTA που χρησιμοποιούταν στις αρχές του 1991 στους κινητήρες με 5 βαλβίδες ανά κύλινδρο στους κινητήρες με ονομασία 4A – GE.



Εικόνα 3.5 α : Σύστημα μεταβλητού χρονισμού VVT-i της TOYOTA (Πηγή: <https://www.autoevolution.com/news/how-to-remove-camshafts-on-toyota-vvti-engine-video-73349.html>).

Το σύστημα VVT είναι ένα σύστημα υδραυλικά ελεγχόμενης φάσης εκκεντροφόρων δύο σταδίων. Το σύστημα VVT-i παρουσιάστηκε στους κινητήρες με κωδική ονομασία 1JZ – GTE / 2JZ – GTE το 1996 το οποίο έχει μεταβλητό χρονισμό στις βαλβίδες εισαγωγής ρυθμίζοντας την σχέση μεταξύ της κίνησης του οδηγού του εκκεντροφόρου (είτε με ιμάντα είτε με αλυσίδα) και του εκκεντροφόρου εισαγωγής. Με την παροχή της υδραυλικής πίεσης σε έναν ενεργοποιητή για να ρυθμίσει την θέση του εκκεντροφόρου , επιτυγχάνουμε την επιθυμητή επικάλυψη των βαλβίδων στον κινητήρα. Το σύστημα αναπτύχθηκε από VVT - i σε Dual VVT - i , στην συνέχεια VVT - iE , VVT - i W και Valvematic.



Εικόνα 3.5 β : Σύστημα Valvematic της TOYOTA (Πηγή:  
<https://i.ytimg.com/vi/gyr6wIAqSDo/maxresdefault.jpg>).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ (VVT)

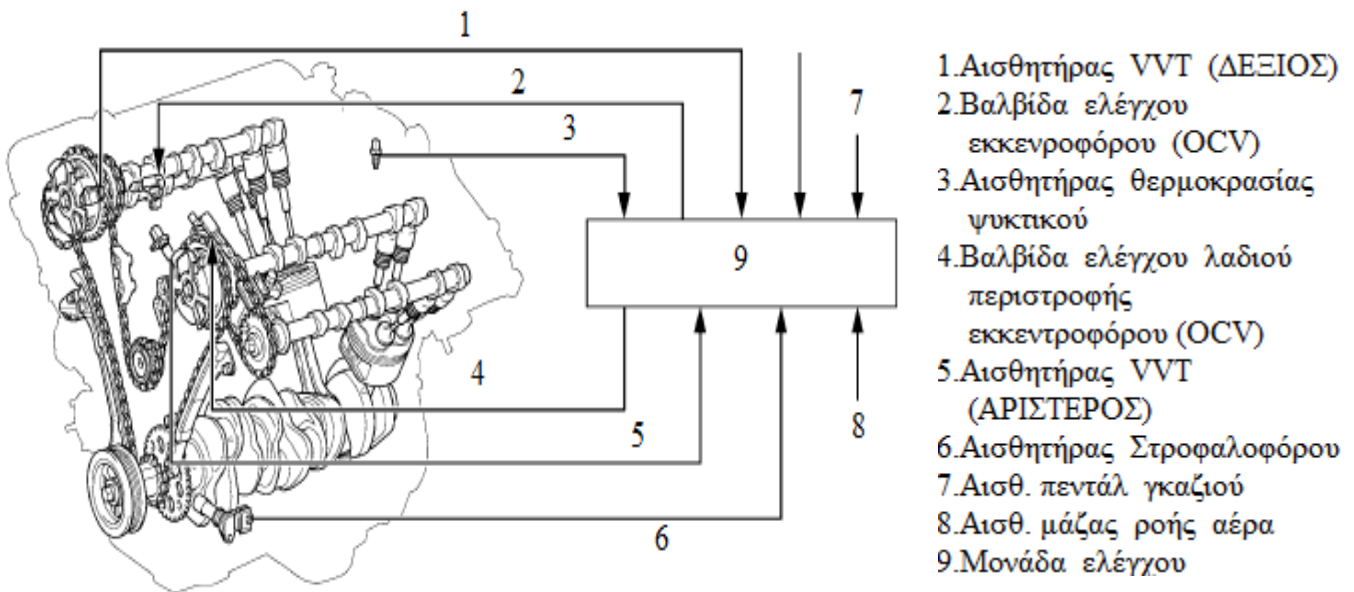
## 4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σε αντίθεση με το παλαιό σύστημα χρονισμού στα οχήματα , ο μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων είναι ένας μηχανισμός υπολογιστής ελέγχου ο οποίος μεταβάλλει συνεχόμενα τον χρονισμό για την στιγμή που θα ανοίξουν και θα κλείσουν οι βαλβίδες ανάλογα με την εκάστοτε κατάσταση λειτουργίας του κινητήρα. Το σύστημα αυτό , σχεδιάστηκε για να ελέγχει τον εκκεντροφόρο εισαγωγής σε ένα εύρος λειτουργίας περιστροφής 50° γωνίας του στροφαλοφόρου άξονα για να παρέχει τον βέλτιστο μεταβλητό χρονισμό σε μεγαλύτερο εύρος λειτουργίας του κινητήρα. Αυτό , βελτιώνει την ροπή σε ολόκληρο το φάσμα λειτουργίας καθώς και την οικονομία καυσίμου , και μειώνει τους ρύπους. Ελέγχοντας τον εκκεντροφόρο εισαγωγής για το κατάλληλο χρονισμό επιτυγχάνουμε μια ισορροπία μεταξύ της μέγιστης απόδοσης , της κατανάλωσης καυσίμου και τον καλύτερο έλεγχο των ρύπων που εκπέμπονται στο περιβάλλον. Η πραγματική στιγμή του απαιτούμενου χρονισμού δίνεται από τον αισθητήρα θέσης εκκεντροφόρου για τον συνεχή έλεγχο και την επίτευξη του στοχευμένου μεταβλητού χρονισμού.

Ο μεταβλητός χρονισμός περιλαμβάνει την μονάδα ελέγχου του κινητήρα , βαλβίδα ελέγχου λαδιού και τον ελεγκτή (controller) του συστήματος μεταβλητού χρονισμού. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου , στέλνει τον στοχευόμενο κύκλο λειτουργίας στην βαλβίδα ελέγχου λαδιού. Αυτό το σήμα ελέγχου που στέλνεται από την μονάδα ελέγχου , ρυθμίζει την πίεση λαδιού που παρέχεται στο μηχανισμό του μεταβλητού χρονισμού. Η ρύθμιση του χρονισμού του εκκεντροφόρου εκτελείται ανάλογα με την κατάσταση του κινητήρα , δηλαδή τον εισαγόμενο αέρα , την θέση πεταλούδας γκαζιού και την θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου. Η μονάδα ελέγχου ρυθμίζει την βαλβίδα λαδιού , βασισμένη στα σήματα που δέχεται από τους διάφορους αισθητήρες. Ο ελεγκτής του συστήματος μεταβλητού χρονισμού ρυθμίζει την γωνία του εκκεντροφόρου χρησιμοποιώντας την πίεση λαδιού διαμέσου της βαλβίδας ελέγχου λαδιού. Ως αποτέλεσμα την βέλτιστη σχετική θέση του εκκεντροφόρου και του στροφαλοφόρου , την ροπή του κινητήρα , την μείωση της κατανάλωσης και την μείωση των ρύπων κάτω από τις συνολικές οδηγικές καταστάσεις. Η μονάδα ελέγχου , εντοπίζει τον πραγματικό βέλτιστο χρονισμό χρησιμοποιώντας τα σήματα από τους αισθητήρες θέσης εκκεντροφόρου - στροφαλοφόρου και τα συγκρίνει με αυτά που υπάρχουν στην μνήμη

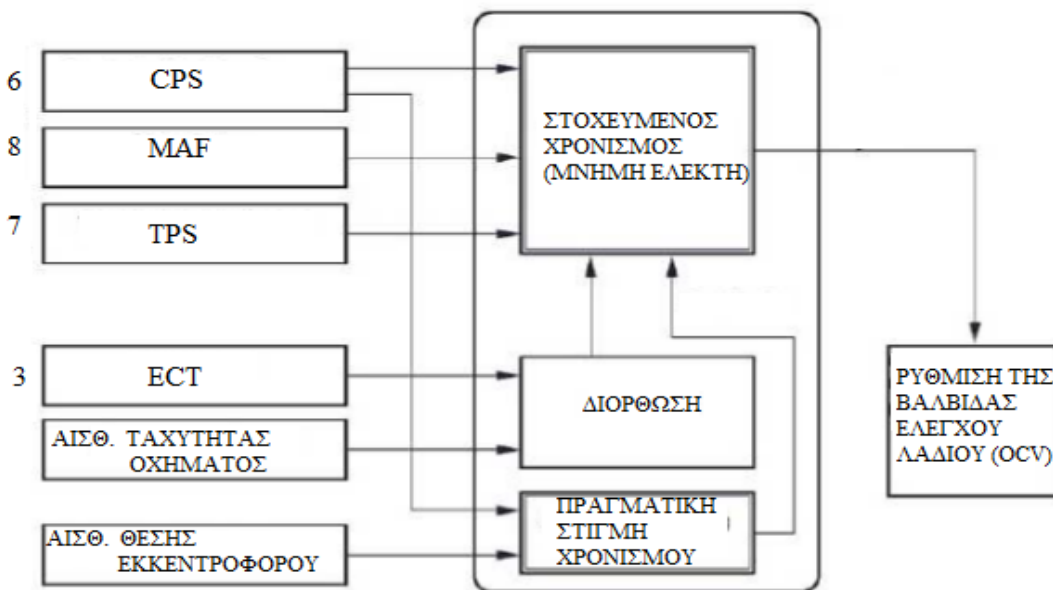
της. Με αυτόν τον τρόπο , η μονάδα ελέγχου επαληθεύει τον στοχευμένο βέλτιστο μεταβλητό χρονισμό.

Στα σχήματα που ακολουθούν , παρατηρούμε τα κύρια στοιχεία του συστήματος μεταβλητού χρονισμού και την ροή σημάτων κατά την λειτουργία του συστήματος.



Εικόνα 4.1 α : Κύρια στοιχεία συστήματος μεταβλητού χρονισμού (Πηγή: <https://www.scribd.com/document/195839501/49593856-Variable-Valve-Timing>).

(Μηχανική αυτοκινήτων Ν.Κ.Γiri).



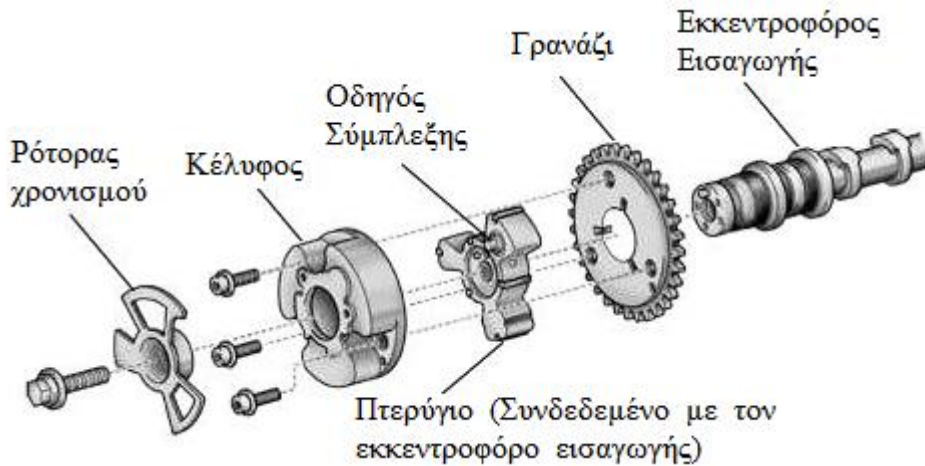
Εικόνα 4.1 β : Ροή σημάτων κατά την λειτουργία του μεταβλητού χρονισμού (Πηγή: <https://www.scribd.com/document/195839501/49593856-Variable-Valve-Timing>).

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου , βελτιστοποιεί τον χρονισμό των βαλβίδων χρησιμοποιώντας το σύστημα μεταβλητού χρονισμού ελέγχοντας τον εκκεντροφόρο εισαγωγής. Αποτελείται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου , την βαλβίδα ελέγχου λαδιού και τον ελεγκτή μεταβλητού χρονισμού. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου , στέλνει με σήμα τον επιθυμητό κύκλο λειτουργίας στην βαλβίδα ελέγχου λαδιού. Αυτό το σήμα ελέγχου , ρυθμίζει την πίεση του λαδιού που παρέχεται στον ελεγκτή του συστήματος. Ο ελεγκτής του συστήματος μπορεί να εκτελέσει προπορία ή βραδυπορία στο άνοιγμα των βαλβίδων εισαγωγής. Αφού η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου στείλει το επιθυμητό σήμα για την λειτουργία του χρονισμού στην βαλβίδα ελέγχου λαδιού , παρακολουθεί την βαλβίδα ελέγχου λαδιού για να καθορίσει τον πραγματικό κύκλο λειτουργίας του κινητήρα. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου , αντιλαμβάνεται την ύπαρξη δυσλειτουργίας στο σύστημα και καθορίζει τον ελεγκτή για τον απαιτούμενο χρονισμό των βαλβίδων.

## 4.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

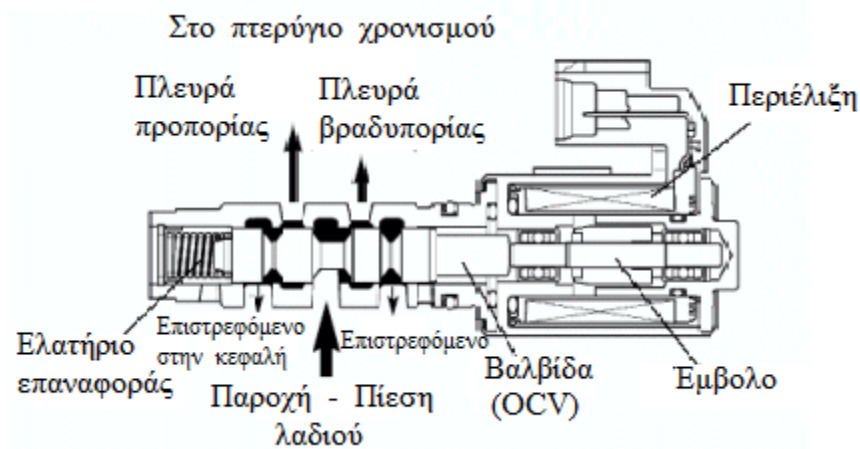
### 4.2.1 ΕΛΕΓΚΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ

Αποτελείται από το κέλυφος , το οποίο κινείται από την καδένα χρονισμού , και το πτερύγιο όπου συνδέεται με τον εκκεντροφόρο εισαγωγής. Η πίεση λαδιού διέρχεται από την διέλευση (μονοπάτι) προπορίας ή βραδυπορίας στον εκκεντροφόρο εισαγωγής και προκαλεί περιστροφή στον μεταβλητό χρονισμό βαλβίδων , το περιστρεφόμενο πτερύγιο ελεγκτή μεταβάλλει συνεχώς τον χρονισμό στις βαλβίδες εισαγωγής.



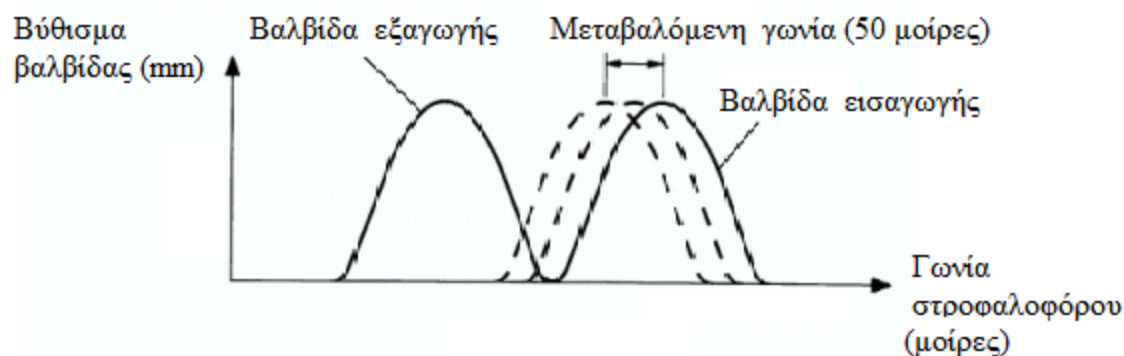
Εικόνα 4.2.1 α : Ελεγκτής μεταβλητού χρονισμού (Πηγή: <https://www.scribd.com/document/195839501/49593856-Variable-Valve-Timing>).

#### 4.2.2 ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΟΗΣ ΛΑΔΙΟΥ



Εικόνα 4.2.2 α : Βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού (Πηγή: <https://www.clubexus.com/forums/ls-3rd-gen-2001-2006/771022-what-happend-that-fail-ocv-valve.html>).





Διάγραμμα 4.2.2 α : Μεταβλητή γωνία χρονισμού εισαγωγής (Πηγή: <https://www.clublexus.com/forums/ls-3rd-gen-2001-2006/771022-what-happend-that-fail-ocv-valve.html>).

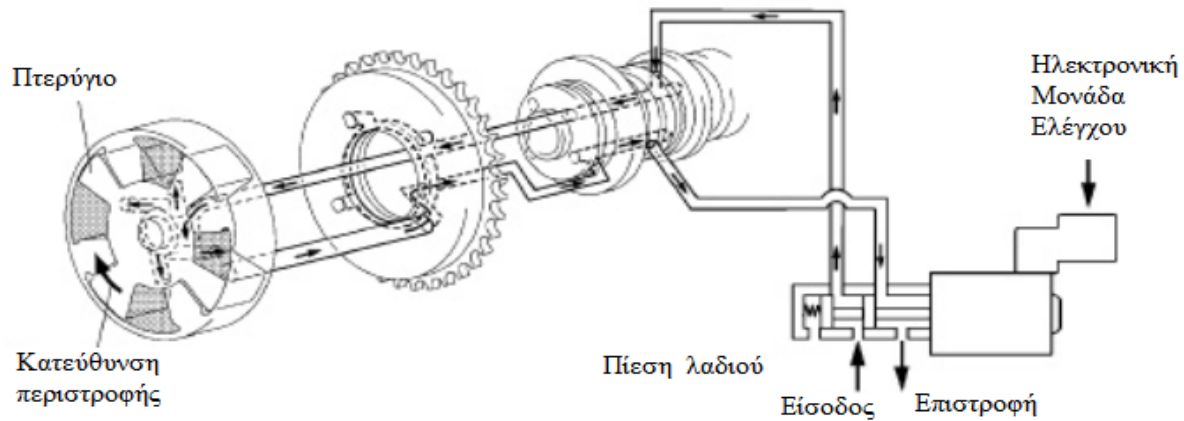
Όταν ο κινητήρας σταματήσει, ο εκκεντροφόρος εισαγωγής θα είναι στην θέση μεγαλύτερης βραδυπορίας για να εξασφαλίσει την ικανότητα εκκίνησης. Όταν δεν παρέχετε υδραυλική πίεση στον ελεγκτή άμεσα μόλις ξεκινήσει ο κινητήρας, ο οδηγός σύμπλεξης συμπλέκει την κίνηση του ελεγκτή μεταβλητού χρονισμού για να εμποδίσει τον θόρυβο. Η βαλβίδα ελέγχου λαδιού του εκκεντροφόρου εισαγωγής, ελέγχει την θέση της βαλβίδας σε σχέση με τον κύκλο λειτουργίας του κινητήρα ο οποίος ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Αυτό επιτρέπει στην υδραυλική πίεση να μεταβάλλεται και να ρυθμίζει την προπορία ή βραδυπορία όταν απαιτείται.

## 4.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Η βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού ελέγχεται από τον ηλεκτρονικό εγκέφαλο και έτσι επιλέγει το μονοπάτι που θα ακολουθήσει το λάδι στον εκκεντροφόρο άξονα. Ο ελεγκτής του μεταβλητού χρονισμού περιστρέφει τον εκκεντροφόρο εισαγωγής στην θέση προπορίας ή βραδυπορίας ή τον κρατάει σταθερό ανάλογα με τη θέση όπου παρέχεται η πίεση του λαδιού.

### 4.3.1 ΠΡΟΠΟΡΙΑ

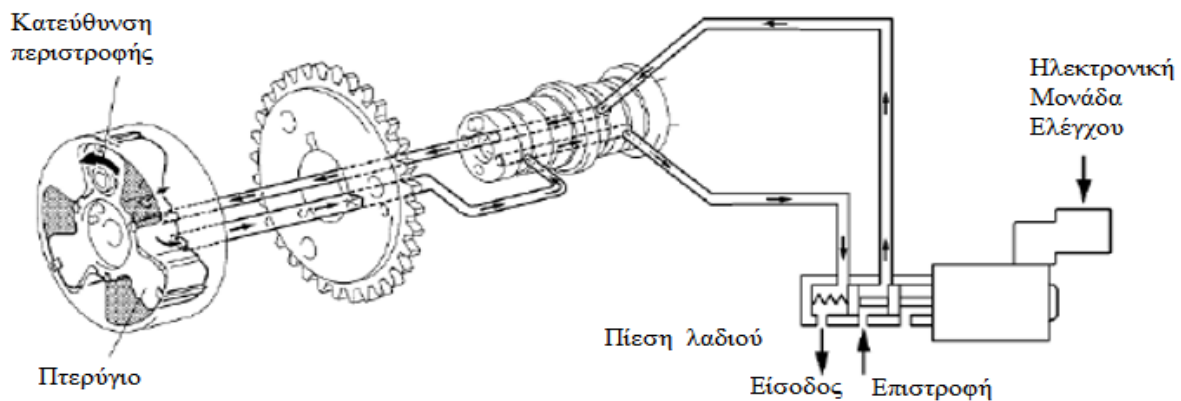
Όταν η βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού (οcv) είναι στην θέση όπως φαίνεται παρακάτω στο σχήμα από το σήμα που δέχθηκε από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου , η πίεση του λαδιού πηγαίνει στο θάλαμο προπορίας του περυγίου του εκκεντροφόρου για να περιστρέψει τον εκκεντροφόρο στην κατεύθυνση προπορίας.



Εικόνα 4.3.1 α : Ροή λαδιού στο σύστημα κατά την προπορία (Πηγή: <https://www.scribd.com/document/195839501/49593856-Variable-Valve-Timing>).

#### 4.3.2 ΒΡΑΔΥΠΟΡΙΑ

Όταν η βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού είναι στην θέση που φαίνεται παρακάτω από το σήμα που δέχθηκε από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου , το λάδι εισέρχεται στον θάλαμο βραδυπορίας για να περιστρέψει τον εκκεντροφόρο στην κατεύθυνση βραδυπορίας που θέλουμε.



Εικόνα 4.3.2 α : Ροή λαδιού στο σύστημα κατά την βραδυπορία (Πηγή: <https://www.scribd.com/document/195839501/49593856-Variable-Valve-Timing>).



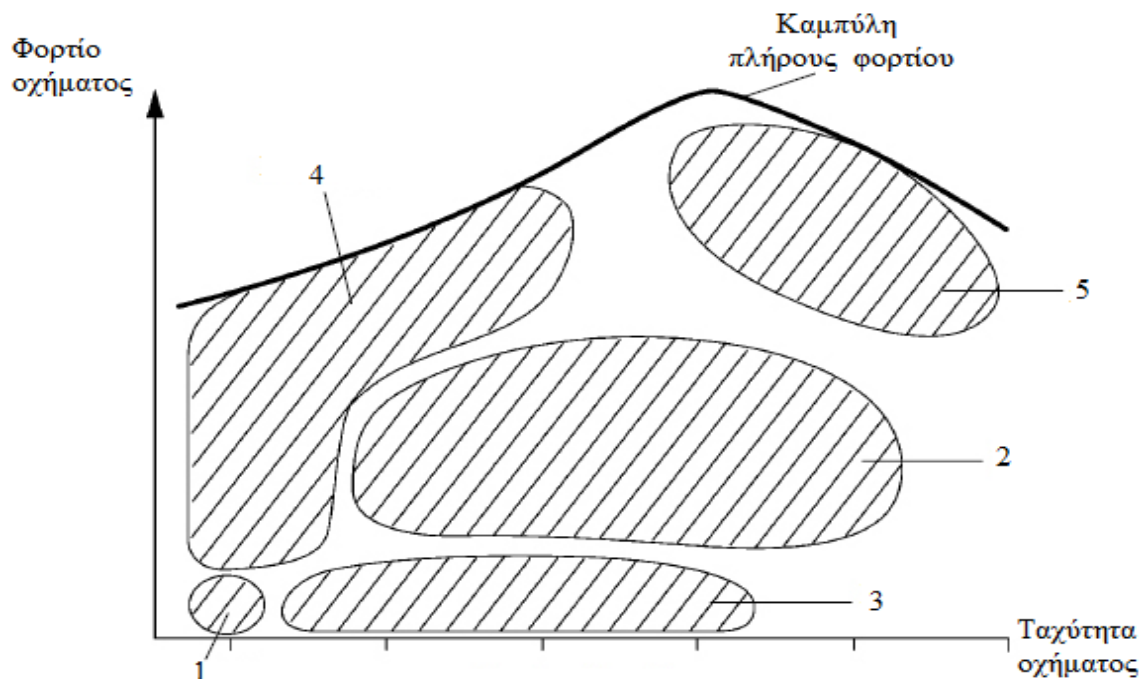
### 4.3.3 ΣΤΑΘΕΡΟ

Αφού έχουμε τον επιθυμητό χρονισμό, ο χρονισμός αυτός συνεχίζει και παραμένει σταθερός κρατώντας την βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού σε ουδέτερη θέση (νεκρά) εκτός και αν αλλάξουν οι συνθήκες οδήγησης. Έτσι ρυθμίζουμε τον μεταβλητό χρονισμό όπως τον θέλουμε και εμποδίζουμε το λάδι του κινητήρα να βγει από την βαλβίδα για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αμέσως μόλις χρειαστεί.

Βίντεο με την λειτουργία της βαλβίδας OCV.

[https://www.youtube.com/watch?v=eNvD\\_rRXsww](https://www.youtube.com/watch?v=eNvD_rRXsww)

### ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ



Διάγραμμα 4.3.3 α : Λειτουργία κινητήρα σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας (Πηγή: <http://www.lexusv8engines.co.za/1uz-fe-vvt-i-4l-v8/>).

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Εύρος	Κατάσταση	Λειτουργία
①	Ρελαντί	Ο μεταβλητός χρονισμός είναι σε θέση 0 μοίρες και λόγω έλλειψης επικάλυψης το ρελαντί σταθεροποιείται.
②	Μέσο φορτίο οχήματος	Ο μεταβλητός χρονισμός είναι σε αύξηση του ποσού επικάλυψης. Τα εισαγόμενα ανακυκλώσιμα καυσαέρια (EGR) αυξάνονται και οι απώλειες άντλησης μειώνονται με αποτέλεσμα οικονομία καυσίμου.
③	Χαμηλό φορτίο	Ο μεταβλητός χρονισμός είναι σε βραδυπορία για να μειώσει την επικάλυψη και να εξασφαλίσει σταθερότητα του κινητήρα.
④	Υψηλό φορτίο , χαμηλό - μεσαίες ταχύτητες	Εδώ προωθεί το χρόνο κλεισίματος των βαλβίδων εισαγωγής. Έτσι , βελτιώνεται ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης και αυξάνεται η ροπή στις χαμηλό - μεσαίες στροφές.
⑤	Υψηλό φορτίο Υψηλές ταχύτητες	Ο χρονισμός είναι σε βραδυπορία προς μεγαλύτερη βραδυπορία κλεισίματος των βαλβίδων εισαγωγής και έτσι αυξάνεται ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης στις υψηλές ταχύτητες.
—	Εκκίνηση Στάση	Κατα την φάση της εκκίνησης - στάσης , ο μεταβλητός χρονισμός είναι στη μέγιστη θέση βραδυπορίας.
—	Υψηλό φορτίο σε χαμηλές ταχύτητες	Ο χρονισμός είναι σταθερός στην πλευρά προώθησης για να επιταχύνει το χρόνο κλεισίματος της βαλβίδας εισαγωγής και έτσι επιτυγχάνει μεγαλύτερο Ογκ.Βαθμ.Απόδοσης και μεγαλύτερη ροπή.

Πίνακας 4.3.3 α : Λειτουργία σε διάφορες συνθήκες (Πηγή: <http://www.lexus8engines.co.za/1uz-fe-vvt-i-4l-v8/>).

## 4.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ VVT

### ΣΤΡΩΤΟ - ΜΑΛΑΚΟ ΡΕΛΑΝΤΙ

- Η επικάλυψη των βαλβίδων επιβραδύνεται στο μηδέν
- Επίτευξη σωστής αναλογίας με καθαρό μίγμα και σταθερή σωστή καύση
- Χαμηλή κατανάλωση βενζίνης

### ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΟΠΗ

- Η ροπή στις χαμηλές - μεσαίες στροφές αυξήθηκε με αύξηση της επικάλυψης
- Κατά την εξαγωγή χανόταν μίγμα λόγω των επικαλύψεων αλλά με το πρόωρο κλείσιμο των βαλβίδων πλέον το φορτίο δεν χάνεται
- Βελτιωμένη απόκριση σε απότομες αλλαγές φορτίου

### ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΥΜΕΝΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ EGR

- Η βαλβίδα EGR η οποία χρησιμοποιούταν στα συμβατικά αυτοκίνητα δεν απαιτείται πλέον
- Τα εξαγόμενα καυσαέρια αναμειγνύονται με το καινούργιο - καθαρό μίγμα που εισέρχεται στον κύλινδρο και διαλύονται
- Χαμηλές θερμοκρασίες καύσης και χαμηλή παραγωγή οξειδίων του αζώτου NOx
- Επίσης το άκαυστο μίγμα της εξαγωγής θα καεί πλήρως

#### ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

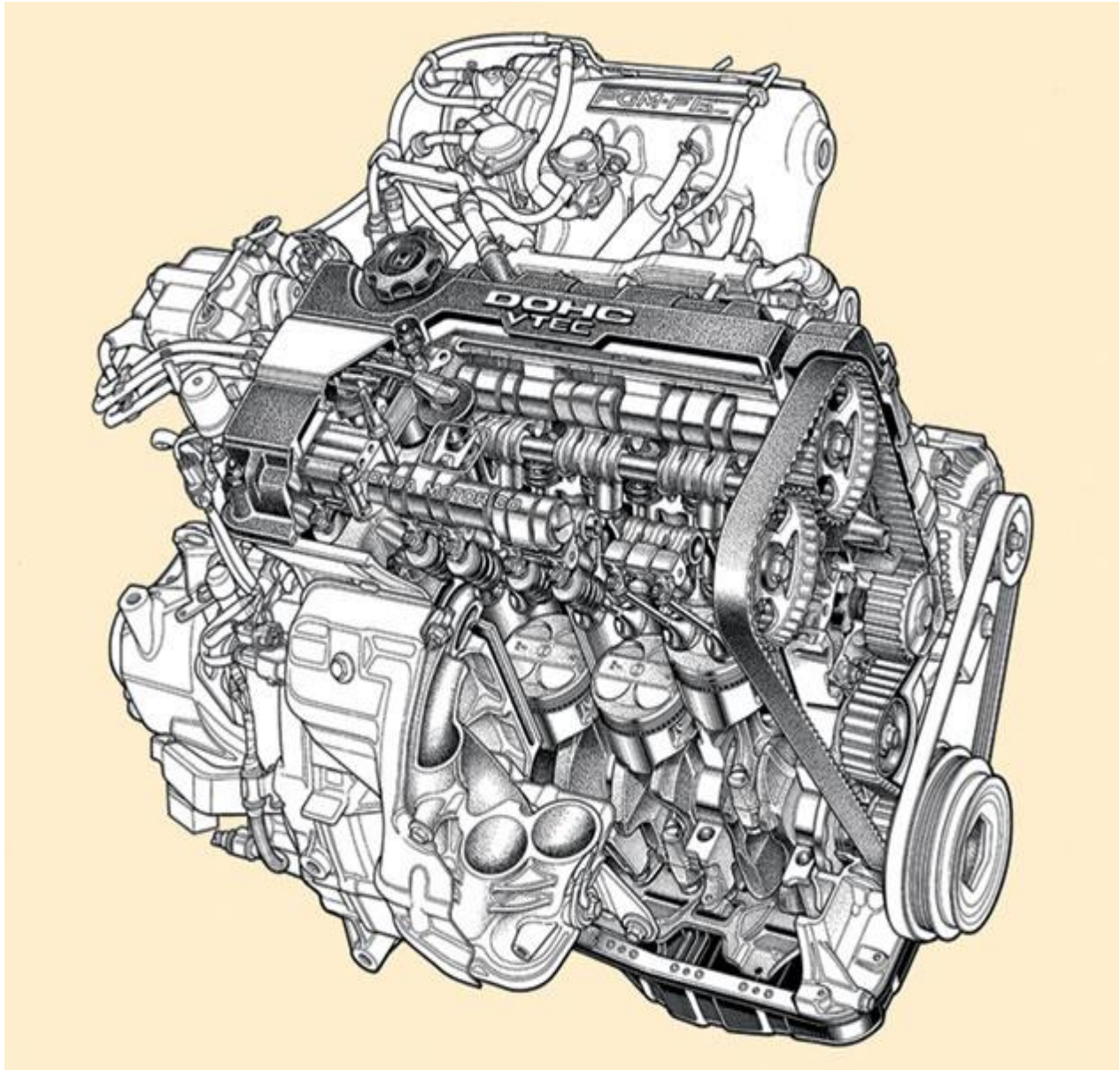
- Παρατηρείται σε ποσοστό αύξησης 20 % για το λόγο πως μικρότεροι κινητήρες με σύστημα μεταβλητού χρονισμού παράγουν ίδια ισχύ με τους μεγαλύτερους κινητήρες που δεν έχουν σύστημα μεταβλητού χρονισμού

#### ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΥΠΩΝ

- Μικρότερη παραγωγή οξειδίων του αζώτου Nox από την χρήση του EGR
- Λόγω της χαμηλότερης κατανάλωσης καυσίμου έχουμε χαμηλότερη παραγωγή ρύπων διοξειδίου του άνθρακα Co2

Πηγή: (Μηχανική αυτοκινήτων N.K.Giri).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ VTEC ΤΗΣ HONDA



Εικόνα 5 α : Κινητήρας HONDA VTEC DOHC

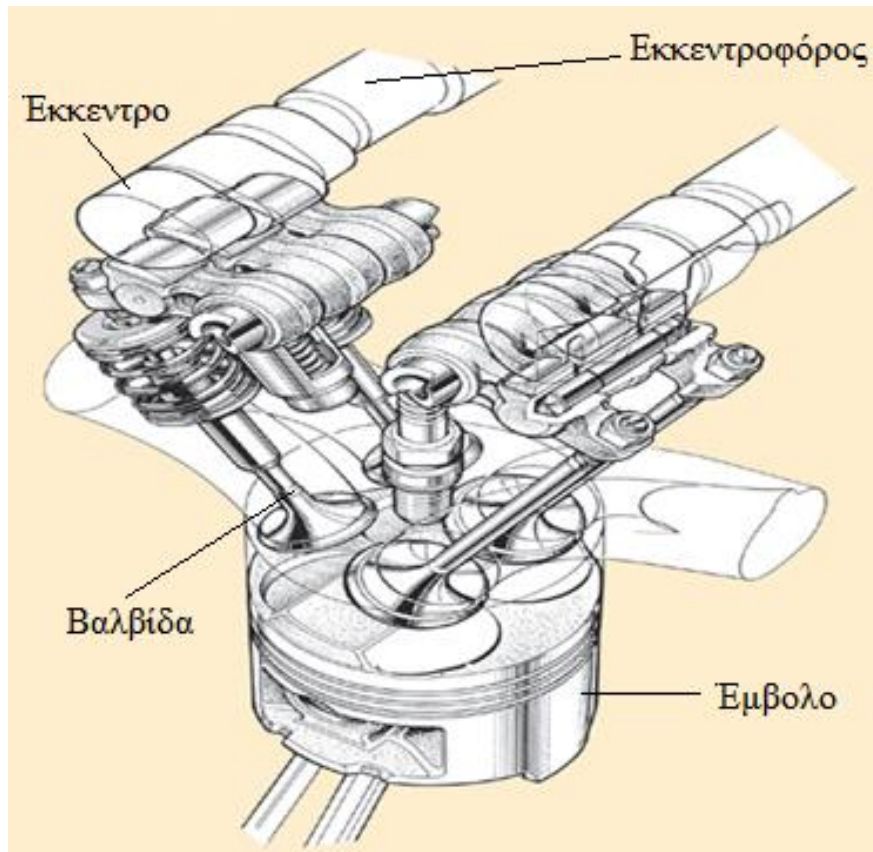
(Πηγή:<https://www.pinterest.com/pin/34691859599678663/>).

## 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια μηχανή εσωτερικής καύσης είναι μια μεγάλη αντλία αέρα. Καθώς το έμβολο κινείται προς τα κάτω στον κύλινδρο , οι βαλβίδες εισαγωγής ανοίγουν και επιτρέπουν καθαρό αέρα και καύσιμο να εισέλθει στον κύλινδρο. Έπειτα , καθώς το έμβολο ανεβαίνει , το μίγμα συμπιέζεται με μεγάλη πίεση. Αυτή η τεράστια πίεση σε συνδυασμό με την σπίθα από το σπινθηριστή δημιουργεί την ανάφλεξη του μίγματος σε μια διεργασία γνωστή ως καύση. Η καύση προκαλεί το έμβολο να κινηθεί προς τα κάτω και είναι ο χρόνος παραγωγής έργου του κινητήρα. Στον επόμενο χρόνο , ανοίγουν οι βαλβίδες εξαγωγής , εξαγουν τα επιβλαβή καυσαέρια και τις αναθυμιάσεις έξω από τον κύλινδρο στην πολλαπλή εξαγωγής και από εκεί στον καταλύτη - εξάτμιση. Αυτή η συνεχόμενη διεργασία λειτουργεί τον κινητήρα. Ο έλεγχος για το πότε και πόσος αέρας έχει εισαχθεί και εξαχθεί κατά την διάρκεια του κύκλου λειτουργίας της ΜΕΚ , είναι η λειτουργία του συστήματος βαλβίδων. Αποτελείται από βαλβίδες , ελατήρια βαλβίδων , ανυψωτές , εκκεντροφόρους , και ο ρόλος του συστήματος για τις επιδόσεις , αποτελεσματικότητα και αξιοπιστία είναι κρίσιμος.

Πριν το VTEC υλοποιηθεί στο σχεδιασμό κινητήρα , ο έλεγχος των βαλβίδων ελεγχόταν από εκκεντροφόρο (- ους) , με ένα προφίλ εκκέντρου. Εδώ , κάθε βαλβίδα λειτουργούσε από το δικό της έκκεντρο έμμεσα δια μέσου ενός βραχίονα ανύψωσης. Το σχήμα του έκκεντρου καθορίζει την απόσταση που θα ανοίξει η βαλβίδα (βύθισμα) και για πόσο χρόνο θα παραμείνει ανοιχτή (διάρκεια). Όσο μεγαλύτερο είναι το βύθισμα και η διάρκεια ανοίγματος των βαλβίδων , τόσο περισσότερο αέρα θα εισάγει - αποβάλλει ο κινητήρας. Περισσότερη ροή αέρα έχει ως αποτέλεσμα περισσότερη ροπή και ισχύ στον κινητήρα. Δυστυχώς , αυτό έχει και το μειονέκτημα της αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου και την δυσλειτουργία στις χαμηλές στροφές. Για το λόγο αυτό , τα "αγρια" έκκεντρα χρησιμοποιούταν μόνο στους αγωνιστικούς κινητήρες. Οι μηχανικοί της HONDA , σχεδίασαν ένα σύστημα με σκοπό την παραγωγή μεγαλύτερης ροπής και ισχύς στις υψηλές στροφές , και ικανό να λειτουργεί και στις χαμηλές στροφές σωστά για την καθημερινή μετακίνηση. Συμπέραναν πως ο μεταβλητός χρονισμός μπορούσε να ολοκληρώσει τον σκοπό τους.





Εικόνα 5.1 α : Στοιχεία κινητήρα (Πηγή: <https://www.pinterest.com/pin/423971752399174772/>).

Το σύστημα VTEC είναι μια από τις μεγαλύτερες εφευρέσεις της HONDA. Για πολλά χρόνια η υπερπλήρωση των κινητήρων κυριαρχούσε με μεγάλη επιτυχία στους αγώνες της Formula – 1. Η HONDA συναγωνιζόταν στο αγωνιστικό αυτό άθλημα αλλά οι μηχανικοί της γνώριζαν και αισθανόταν πως η υπερπλήρωση έχει μειονεκτήματα κυρίως στην κατανάλωση καυσίμου η οποία και ήταν σημαντικός παράγοντας για τα οχήματα καθημερινής χρήσης. Την ίδια στιγμή , τα πλεονεκτήματα της χρήσης μικρότερου κυβισμού κινητήρων με μικρότερη χωρητικότητα και μεγαλύτερη πιθανή ισχύ είναι επιθυμητά για κινητήρες συμβατικής χρήσης.

Έτσι , η HONDA δημιούργησε το σύστημα μεταβλητού χρονισμού με μεταβλητό βύθισμα VTEC , το οποίο μας δίνει μεγάλη ισχύ και ροπή στον κινητήρα χωρίς της απώλειες της υπερπλήρωσης (φυσικά το σύστημα έχει μειονεκτήματα από μόνο του).

## 5.2 ΤΟ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟ VTEC

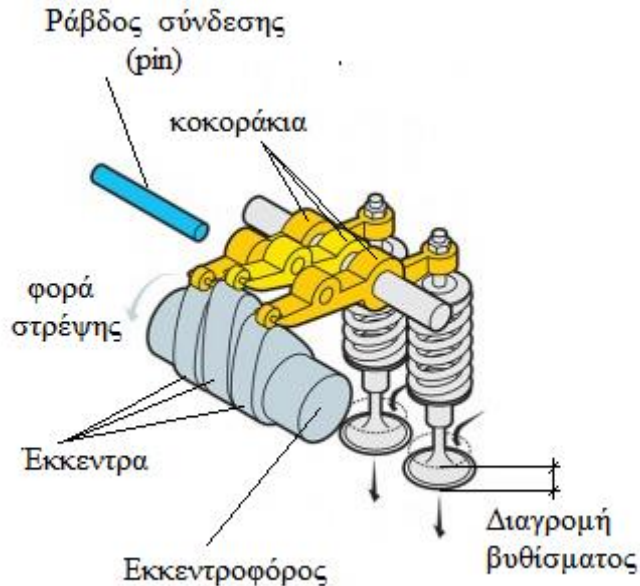
Σε έναν κινητήρα εφοδιασμένο με σύστημα VTEC υπάρχουν ειδικά σχεδιασμένοι εκκεντροφόροι. Αυτό που κάνει τον εκκεντροφόρο να ξεχωρίζει από τους συμβατικούς , είναι πως έχει δύο διαφορετικά και ευδιάκριτα προφίλ εκκέντρου. Το ένα σύστημα προφίλ εκκέντρων ονομάζεται “ήπιο” ενώ το άλλο προφίλ εκκέντρων “άγριο”. Το ήπιο προφίλ λειτουργεί τις βαλβίδες κατά την διάρκεια λιγότερων απαιτήσεων όπως για παράδειγμα , κατά την λειτουργία του κινητήρα σε κίνηση στον αυτοκινητόδρομο ή στο ρελαντί. Το χαμηλό βύθισμα και η μικρή διάρκεια που προσφέρουν αυτά τα ήπια έκκεντρα , κάνουν τον κινητήρα να λειτουργεί ήσυχα , ομαλά και οικονομικά. Σε κάποια προκαθορισμένη ταχύτητα και φορτίο , η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου με την χρήση πίεσης λαδιού , υδραυλικά , μετακινεί μια ειδικά διαμορφωμένη μικρή ράβδο (pin) οριζόντια για να συνδέσει τα ωστήρια μεταξύ τους. Αυτή η ενέργεια , αλλάζει την λειτουργία των βαλβίδων από το ήπιο προφίλ εκκέντρων στο άγριο. Το άγριο έκκεντρο , δημιουργεί μεγαλύτερο βύθισμα και περισσότερη διάρκεια από ότι το ήπιο , δημιουργώντας μια εκπληκτική αύξηση της ισχύς έως και ολόκληρο το φάσμα στροφών του κινητήρα. Αυτό το σημείο της εναλλαγής των εκκέντρων και της ενεργοποίησης της μικρής ράβδου , είναι γνωστό ως μεταβατικό VTEC (ή crossover VTEC).

Το σύστημα VTEC είναι διαθέσιμο σε δυο εκδόσεις , η έκδοση ενός εκκεντροφόρου επικεφαλή με ονομασία SOHC VTEC (Single Over Head Camshaft) και το σύστημα δύο εκκεντροφόρων επικεφαλής με ονομασία DOHC VTEC (Double Over Head Camshaft). Οι κινητήρες με δυο εκκεντροφόρους άξονες έχουν τον έναν εκκεντροφόρο για την ρύθμιση της εισαγωγής και τον άλλον για την εξαγωγή. Στον κινητήρα DOHC της HONDA , και οι δύο εκκεντροφόροι έχουν ήπια και άγρια προφίλ εκκέντρων στους εκκεντροφόρους. Στους κινητήρες SOHC της HONDA , ο ένας εκκεντροφόρος ρυθμίζει όλες τις βαλβίδες αλλά μόνο κατά την εισαγωγή φέρει άγριο προφίλ το έκκεντρο.

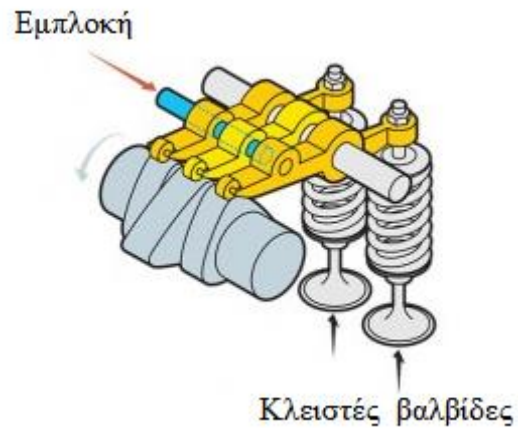
Έχοντας μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου και μεγαλύτερη ισχύ και ροπή από τον ίδιο κινητήρα , ο κινητήρας VTEC της HONDA έγινε γνωστός. Συνδυάζει δυο διαφορετικούς κινητήρες σε έναν , έναν “ήσυχο” για την καθημερινή χρήση και έναν “άγριο” για επιθετική οδήγηση. Παρόλο τις επιδόσεις του κινητήρα παραμένει αξιόπιστος για πάνω από 100.000 μίλια. Οι κινητήρες με σύστημα VTEC είναι διαθέσιμοι μόνο για τις υψηλότερες εκδόσεις μοντέλων της HONDA όπως το : Civic , Prelude και το Accord , και έχουν λιγότερη αυτονομία από ότι τα κατώτερα μοντέλα της εταιρίας , τα αντίστοιχα non – VTEC οχήματα.

## 5.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

### ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΧΩΡΙΣ ΕΝΕΡΓΟ VTEC



### ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΑΣΗΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ VTEC

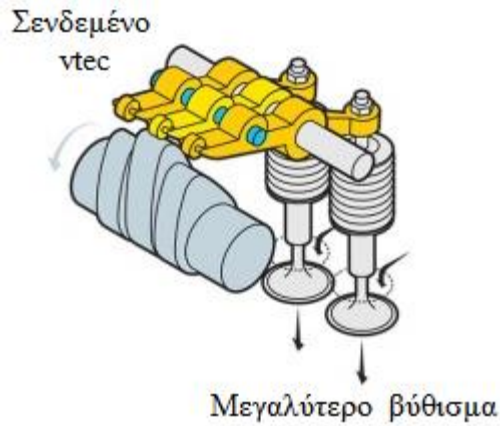


Εικόνα 5.3 α : Λειτουργία συστήματος VTEC (Πηγή: <https://blog.caranddriver.com/timing-changes-how-hondas-vtec-variable-timing-system-works/>).

Εδώ παρατηρούμε την λειτουργία του συστήματος VTEC όταν δεν είναι ενεργοποιημένο το σύστημα και λειτουργεί με τα ήπια έκκεντρα. Καθώς περιστρέφεται ο εκκεντροφόρος, τα έκκεντρα του εκκεντροφόρου, πιέζουν τα ωστήρια - κοκοράκια και αυτά με την σειρά τους πιέζουν τις βαλβίδες για να ανοίξουν. Φυσικά, τα ελατήρια που υπάρχουν στις βαλβίδες λειτουργούν για την επαναφέρουν τις βαλβίδες στην αρχική τους θέση και να τις κλείσουν. Το άγριο προφίλ του εκκέντρου, περιστρέφεται και αυτό φυσικά όπως και τα υπόλοιπα αλλά δεν λειτουργεί διότι δεν μεταφέρει την κίνηση στις βαλβίδες. Αυτό συμβαίνει όπως παρατηρούμε παραπάνω στο σχήμα διότι το ενδιάμεσο κοκοράκι παλινδρομεί τρελά χωρίς να μεταφέρει την κίνηση του στις βαλβίδες. Κατά την σύνδεση των ωστηρίων από την ράβδο συνδέσεις (pin), ήμαστε στην μεταβατική περίοδο (crossover) κατά την οποία εμπλέκονται τα ωστήρια μεταξύ τους και πλέον κινούνται από το ενδιάμεσο άγριο έκκεντρο.



## ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΜΕΝΟ VTEC



Εικόνα 5.3 β : Ενεργοποιημένο VTEC (Πηγή: <https://blog.caranddriver.com/timing-changes-how-hondas-vtec-variable-timing-system-works/>).

Αφού ολοκληρωθεί το μεταβατικό στάδιο , το σύστημα μεταβλητού χρονισμού και βυθίσματος των βαλβίδων VTEC έχει ενεργοποιηθεί και τώρα η κίνηση μεταφέρεται από το άγριο προφίλ εκκέντρου στις βαλβίδες. Τώρα , οι βαλβίδες ανοιγοκλείνουν διαφορετικά και με μεταβλητό βύθισμα. Αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση της ισχύς και ροπής του κινητήρα και συμβαίνει αυτό γιατί απλά βελτιώνεται η ογκομετρική απόδοση του κινητήρα (αναπνέει καλύτερα).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟ VTEC

## 6.1 DOHC VTEC

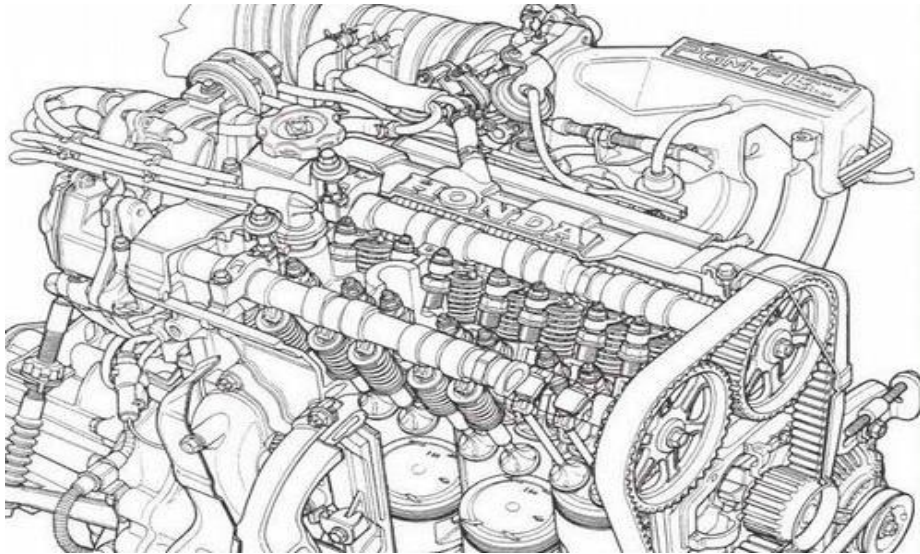
Το αποκορύφωμα της εφαρμογής του συστήματος VTEC είναι οι κινητήρες με δύο εκκεντροφόρους επικεφαλής DOHC VTEC. Ο πρώτος κινητήρας που επωφελήθηκε από το σύστημα αυτό , είναι ο θρυλικός κινητήρας B16A. Ένας κινητήρας με 1595cc κυβικά εκατοστά σε σειρά , τετρακύλινδρος με δεκαέξι βαλβίδες με δύο εκκεντροφόρους επικεφαλής και με το σύστημα VTEC όπου ήταν ικανός να παράγει 160 (hp) άλογα και η πρώτη του εμφάνιση ήταν το έτος 1989 στην ιαπωνική αγορά (JDM) της HONDA στα μοντέλα XSi και SiR.



Εικόνα 6.1 α : HONDA CR- X SiR (EF8) 1989 – 91 (Πηγή: <http://autoc-one.jp/catalog/honda/cr-x/photo/>).

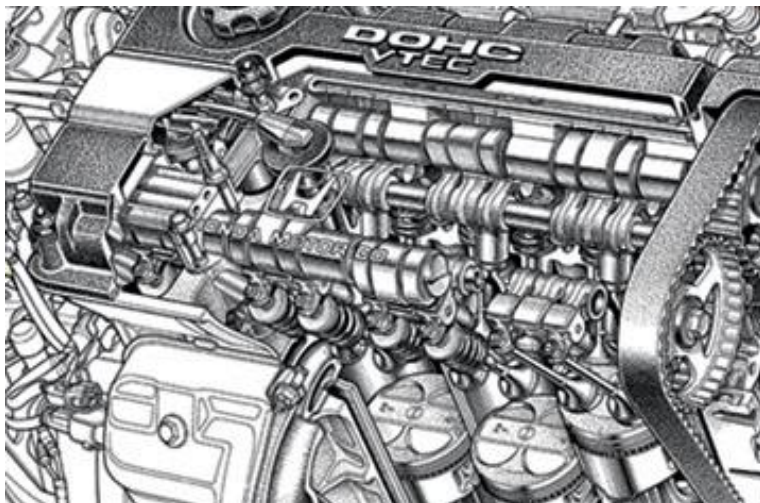
## 6.1.2 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DOHC ΚΑΙ DOHC VTEC

Εξετάζοντας την εικόνα ενός τυπικού κινητήρα HONDA DOHC PGM – FI χωρίς σύστημα VTEC , με κυβικά εκατοστά 1590cc ZC DOHC. Παρατηρούμε πως κάθε ζευγάρι έκκεντρων των εκκεντροφόρων και τα αντίστοιχα κοκοράκια , είναι σε απόσταση μεταξύ τους.



Εικόνα 6.1.2 α : Κινητήρας VTEC ZC HONDA DOHC PGM – FI χωρίς VTEC (Πηγή: <http://asia.vtec.net/spfeature/vtecimpl/vtec1.html>).

Στον κινητήρα με εφαρμογή του συστήματος VTEC DOHC , η εταιρία πρόσθεσε ένα επιπλέον ωστήριο ανάμεσα από το κάθε ζεύγος ωστηρίων και εκκέντρων εισαγωγής και εξαγωγής. Τα τρία τώρα είναι δίπλα δίπλα το ένα στο άλλο. Το καινούργιο ενδιάμεσο έκκεντρο είναι το άγριο προφίλ εκκέντρου με αγωνιστικές προδιαγραφές. Χρησιμοποιώντας το VTEC για να ενωθούν όλα τα τρία ωστήρια μαζί , η HONDA ήταν ικανή να χρησιμοποιήσει είτε το άγριο έκκεντρο είτε το ήπιο , αναλόγως με την δική της θέληση.



Εικόνα 6.1.2 β : Κινητήρας με σύστημα VTEC B16A (Πηγή: <http://asia.vtec.net/spfeature/vtecimpl/vtec1.html>).

Εξετάζοντας αυτές τις δυο παραπάνω εικόνες , είναι αρκετά εύκολο να παρατηρήσουμε τις διαφορές μεταξύ των δυο αυτών κινητήρων ZC DOHC και DOHC VTEC B16A. Ο κινητήρας με την ονομασία B16A δεν προέρχεται από τον πρωταρχικό κινητήρα ZC. Στην πραγματικότητα , ο ZC και ο B16A έχουν διαφορές στην διάμετρο και την διαδρομή εμβόλου. Το ίδιο συμβαίνει και με τους κινητήρες B18A και B18C που χρησιμοποιούνται στα μοντέλα της σειράς Integra στην ιαπωνική αγορά. Οι κινητήρες με δυο εκκεντροφόρους επικεφαλής και εφαρμογή VTEC είναι ικανοί να παράγουν πολύ υψηλά επίπεδα ισχύς. Ο κινητήρας B16A με έκδοση για την καθημερινή χρήση παράγει 157,7 (hp) άλογα και πλέον 167,6 (hp) άλογα. Στον υπέρ - αναβαθμισμένο κινητήρα με ονομασία B16B όπου έχει εφαρμογή στην ιαπωνική αγορά σειράς EK της HONDA με το μοντέλο Civic Type – R , από τον ίδιο κυβισμό κινητήρα παράγουμε 182,3 (hp) άλογα έναντι τον 157-167 (hp) αλόγων. Επίσης , ο κινητήρας VTEC μπορεί εύκολα να προσφέρει ανταγωνιστικές επιδόσεις ισχύς σε σχέση με τους υπερτροφοδοτούμενους κινητήρες για καθημερινή χρήση. Για παράδειγμα , ο κινητήρας E – DC2 στο μοντέλο Integra Si – VTEC , παράγει 177,4 (hp) άλογα από τον κυβισμό των 1797 (cc) κυβικών εκατοστών με την ονομασία B18C DOHC VTEC.

(Πηγή: <http://asia.vtec.net>).





Εικόνα 6.1.2 γ : HONDA INTEGRA JDM TYPE R DC2 (Πηγή: <https://www.pinterest.com/pin/529102656191976094/>).

Με αυτές τις επιδόσεις , συγκρίνεται ευνοϊκά με το μοντέλο της NISSAN 180SX RPS-13 των 1800cc με υπερτροφοδότηση , το οποίο παράγει 172,5 hp.



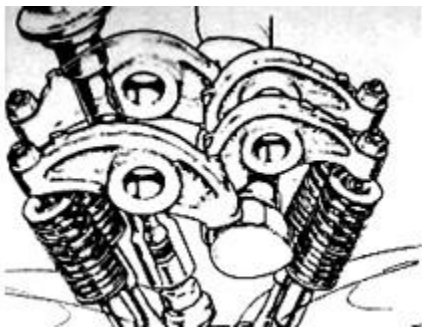
Εικόνα 6.1.2 δ : NISSAN 180 SX 1800CC (Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nissan\\_180SX](https://en.wikipedia.org/wiki/Nissan_180SX)).



## 6.2 SOHC VTEC

Μια εναλλακτική εφαρμογή του VTEC για υψηλές επιδόσεις εναντίων τις πολύ υψηλές επιδόσεις , χρησιμοποιείται στους κινητήρες με έναν εκκεντροφόρο επικεφαλή με ονομασία SOHC. Αυτοί οι κινητήρες συχνά αλλά λανθασμένα , έχουν ονομαστεί δεύτερης ποιότητας έναντι των DOHC VTEC κινητήρων όμως αυτή δεν είναι η πραγματικότητα. Ένας SOHC κινητήρας έχει τα πλεονεκτήματα έναντι της κεφαλής του DOHC κινητήρα , κυρίως σε θέματα μεγέθους και βάρους αφού ο SOHC κινητήρας είναι ποιο στενός λόγω ότι χρησιμοποιεί έναν εκκεντροφόρο επικεφαλή και όχι δυο. Για ποιο ικανοποιητικές απαιτήσεις , ένας τέτοιος κινητήρας είναι ποιο επιθυμητός. Είναι μια εφαρμογή του VTEC με έναν εκκεντροφόρο με ρητή πρόθεση να παράγει υψηλές επιδόσεις.

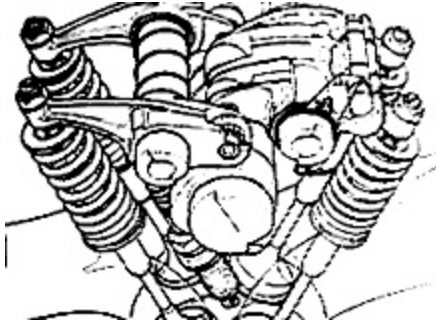
Παρατηρούμε την εικόνα ενός κινητήρα με μονό εκκεντροφόρο και διακρίνουμε πως το ζευγάρι ωστηρίων εισαγωγής είναι χωρισμένο με το άλλο ζευγάρι ωστηρίων εξαγωγής αλλά είναι γειτονικά και λειτουργούν και τα δύο ζεύγη από τον μονό εκκεντροφόρο του συστήματος.



Εικόνα 6.2 α : SOHC Σύστημα με έναν εκκεντροφόρο (Πηγή: <http://asia.vtec.net/spfeature/vtecimpl/vtec1.html>).

Στον κινητήρα SOHC με εφαρμογή VTEC , η εταιρία πρόσθεσε ένα άγριο έκκεντρο στον εκκεντροφόρο για τις βαλβίδες εισαγωγής και το σχεδίασε στο κενό που υπάρχει μεταξύ των δύο ωστηρίων.

(Πηγή: <http://asia.vtec.net>).



Εικόνα 6.2 β : SOHC Σύστημα με έναν εκκεντροφόρο και εφαρμογή VTEC (Πηγή: <http://asia.vtec.net/spfeature/vtecimpl/vtec1.html>).

Βλέποντας τις δύο παραπάνω εικόνες , παρατηρούμε πως τα δύο ωστήρια της εξαγωγής δεν έχουν το σύστημα αλλά μόνο τα ωστήρια εισαγωγής το έχουν. Επίσης φαίνεται και ο σπινθηριστής πως περνάει από αυτό το κενό που υπάρχει στα ωστήρια εξαγωγής. Αυτός είναι και ο λόγος που η εταιρία εφάρμοσε το VTEC μόνο στις βαλβίδες εισαγωγής , για κατασκευαστικούς λόγους. Οι κινητήρες με έναν εκκεντροφόρο τύπου SOHC και σύστημα VTEC , παράγουν υψηλές επιδόσεις σε σχέση με τους απλούς κινητήρες SOHC. Ο κινητήρας με την ονομασία D15B χρησιμοποιείται στα μοντέλα σειράς EG , Civic / Civic Ferio VTi απο το 1991 έως το 1995 , προσφέρει 130 (hp) ίππους από την χωρητικότητα των 1493cc κυβικών εκατοστών. Τέτοιες επιδόσεις συνήθως προερχόταν από κινητήρες 1600cc κυβικών με δύο εκκεντροφόρους ή ακόμα από 1800 κυβικών με δυο εκκεντροφόρους , με ψεκαστό σύστημα τροφοδοσίας (Injection) και ποιο άγριους εκκεντροφόρους.



Εικόνα 6.2 γ : HONDA CIVIC VTEC 1.6 130 HP 1992 (Πηγή: <http://consumerguide.com>).



Εικόνα 6.2 δ : HONDA Civic JDM. Γνωστό σαν Civic Ferio Si Doch D15B με τρία στάδια VTEC και 130 ίππους (Πηγή: <http://asia.vtec.net/article/EK3Vi/>).

### **6.3 VTEC - E (Το σύμβολο E είναι για την οικονομία - ικανότητα)**

Με την επιτυχία που δέχθηκε το σύστημα VTEC , οι μηχανικοί της HONDA επινόησαν ένα σύστημα για να διατηρήσουν την λειτουργικότητα του συστήματος VTEC , αλλά έκαναν αλλαγές για να αυξήσουν την οικονομία καυσίμου και να βελτιώσουν τις εκπομπές ρύπων προς το περιβάλλον ακόμα περισσότερο. Η συνεχόμενη διακύμανση των τιμών τις βενζίνης σε όλο τον κόσμο επιβεβαίωσε πως η αγορά αποδοτικών οχημάτων οικονομίας καυσίμου ήταν πλέον το επερχόμενο μέλλον. Αυτή η πραγματικότητα λοιπόν , έκανε την εφεύρεση του συστήματος VTEC –E από τους μηχανικούς της HONDA. Το μυστικό της υπεροχής αυτού του συστήματος και για την αποδοτικότητα και για τους ρύπους προέρχεται από τις αλλαγές που έγιναν στην λειτουργία των βαλβίδων και την συμπεριφορά τους.

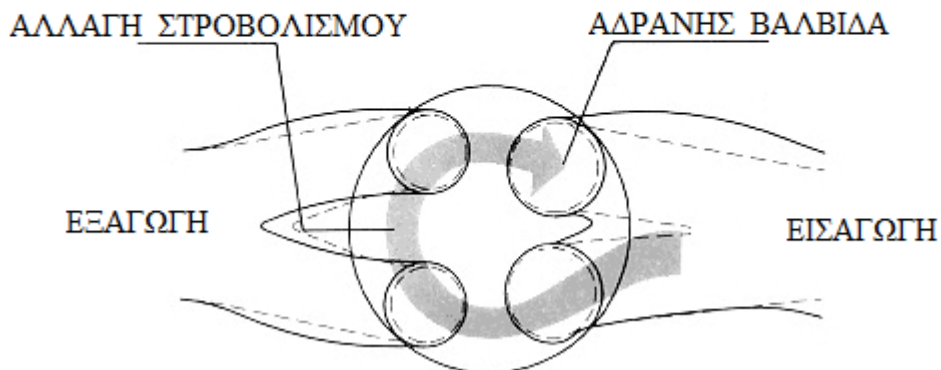


Εικόνα 6.3.α : Κινητήρας D15B HONDA SOHC με σύστημα VTEC – E παραγωγής 1992-1995 (Πηγή: <http://www.jdmquality.com/honda-acura/d15b-sohc-vtec-e-engine-automatic-transmission-92-95.html>).

Όλοι οι κινητήρες με σύστημα VTEC έχουν τέσσερις βαλβίδες ανά κύλινδρο , δύο εισαγωγής και δύο εξαγωγής. Στο απλό καθιερωμένο VTEC όλες οι βαλβίδες ενεργούν συνεχόμενα. Στο σύστημα VTEC-E όμως , το ήπιο προφίλ εκκέντρου επιτρέπει μια βαλβίδα εισαγωγής να παραμείνει κλειστή κατά την διάρκεια χαμηλού φορτίου , απαιτήσεων και κατάστασης. Με το κλείσιμο αυτής της βαλβίδας , αυξάνεται η τάση στροβιλισμού του μίγματος καυσίμου αέρα καθώς εισέρχεται μέσα στον κύλινδρο. Αυτός ο στροβιλισμός αυξάνει τον χρόνο εισαγωγής του μίγματος που εισάγεται μέσα στον κύλινδρο (εισάγεται πιο γρήγορα) , βελτιώνοντας πιο ολοκληρωμένη και αποδοτική καύση του μίγματος. Με αυτό το σύστημα επιτυγχάνουμε ραγδαία επιτάχυνση στο “crossover” (μεταβατική περίοδος για την ενεργοποίηση του συστήματος vtec) στον κινητήρα του VTEC και το άγριο προφίλ εκκέντρου παίρνει τον έλεγχο και ενεργοποιεί όλες τις βαλβίδες.



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΧΑΜΗΛΩΝ ΣΤΡΟΦΩΝ



Εικόνα 6.3 β : VTEC – E Χαρακτηριστικά καύσης ροής αέρα εντός του κυλίνδρου (Πηγή: <http://www.b18c5eg.com/VTEC/sohcvtcece.html>).

Οι κινητήρες VTEC – E , πέτυχαν τον σκοπό τους. Με το σύστημα αυτό , οι κινητήρες μεγιστοποιούν την κατανάλωση καυσίμου και έχουν εκπληκτική καθαρότητα ενώ εξακολουθούν να αποδίδουν γρήγορα. Αυτό , ικανοποιεί τους περιβαλλοντολογικούς κανόνες και αυτούς που ανησυχούν για την κατανάλωση καυσίμου. Φυσικά , όλα αυτά έχουν και κάποια μειονεκτήματα. Οι κινητήρες αυτοί θυσιάζουν την μέγιστη ροπή και ισχύ που είναι διαθέσιμοι στα συστήματα με απλό VTEC για να διατηρήσουν την οικονομία καυσίμου.

### 6.4 Τρία στάδια VTEC (3 stage VTEC)

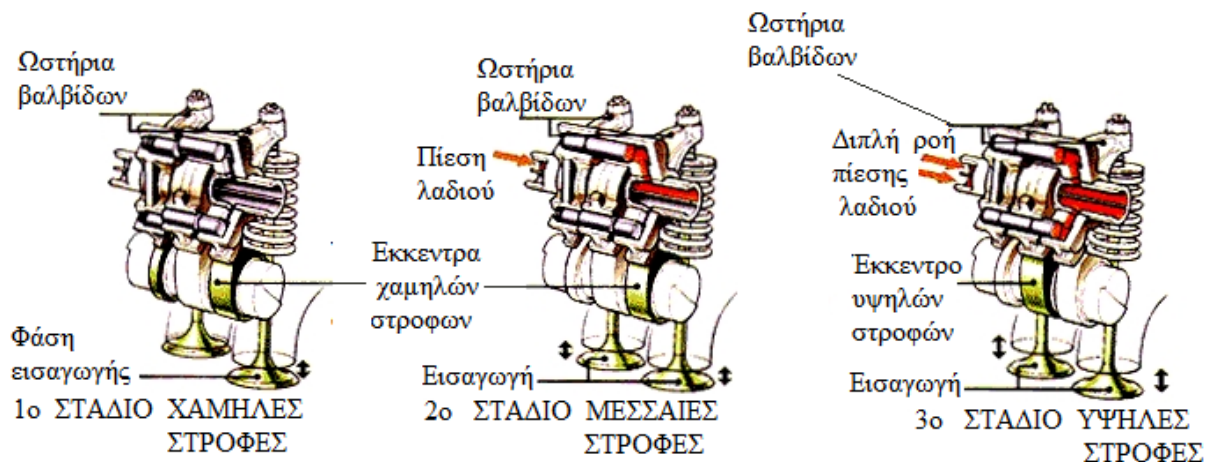
Οι μηχανικοί της HONDA είδαν πως ένα λογικό βήμα ήταν να συγχωνεύσουν τις δύο εφευρέσεις τους (μεταβλητός χρονισμός με βύθισμα - ανάπτυξη συστήματος E για οικονομία) σε έναν. Αυτή είναι στην ουσία η εφαρμογή των τριών σταδίων VTEC. Το σύστημα 3 stage VTEC , εφαρμόστηκε στους κινητήρες D15B 1.5 SOHC στους οποίους το σύστημα VTEC – E συνδυάζεται με το σύστημα του μεταβλητού χρονισμού VTEC.

Πολλοί άνθρωποι ίσως χλεύαζαν αυτούς που είπαν “ θέλω ισχύ και οικονομία από το HONDA ” αμάξι μου. Όλοι γνώριζαν πως αυτά τα δύο δεν πάνε μαζί (ισχύ και οικονομία). Η HONDA αποφάσισε να μην υποταχθεί σε αυτόν τον κανόνα και σχεδίασε το σύστημα αυτό με τρία στάδια VTEC για να κάνει εφικτή την ισχύ και την οικονομία



από τον ίδιο κινητήρα.

Οι εικόνες παρακάτω μας δείχνουν τα τρία στάδια της εφαρμογής του συστήματος. Τα ωστήρια εισαγωγής έχουν δύο ράβδους σύμπλεξης (pin) για την εφαρμογή του VTEC. Ο μηχανισμός ενεργοποίησης VTEC – E τοποθετείται πάνω από τον εκκεντροφόρο ενώ στο σύστημα VTEC (για την εμπλοκή των άγριων εκκεντροφόρων και παραγωγή της ισχύς) , ο ενεργοποιητής (pin) είναι στη συνηθισμένη θέση των ωστηρίων.



Εικόνα 6.4 α : Λειτουργία τριών σταδίων SOHC VTEC E (Πηγή: <http://asia.vtec.net/spfeature/vtecimpl/vtec1.html>).

### 6.4.1 ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ

Παρατηρώντας το 1<sup>ο</sup> στάδιο , συμπεραίνουμε πως και τα δύο ωστήρια των βαλβίδων εισαγωγής λειτουργούν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Σε αυτό το σημείο των χαμηλών στροφών , μόνο η μια βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει και κλείνει μιας και η άλλη βαλβίδα λειτουργεί από ένα σχεδόν στρογγυλό προφίλ εκκέντρου. Αυτό το σχεδιασμένο σχεδόν στρογγυλό προφίλ στον μοναδικό εκκεντροφόρο του συστήματος , είναι σχεδιασμένο να ανοίγει την βαλβίδα τόσο όσο χρειάζεται χωρίς όμως να εισάγει καύσιμο δια μέσου αυτής της βαλβίδας. Κάτω από τι 2500 στροφές ανά λεπτό , και με ήπια επιτάχυνση , καμία από τις ράβδους σύμπλεξης “pin” δεν ενεργοποιείται. Ο κινητήρας λειτουργεί με 12 βαλβίδες με πολύ καλή οικονομία καυσίμου (όπως 12 βάλβιδος κινητήρας). Όταν ξεπεραστούν οι 2500 στροφές ανά λεπτό , η επάνω ράβδος

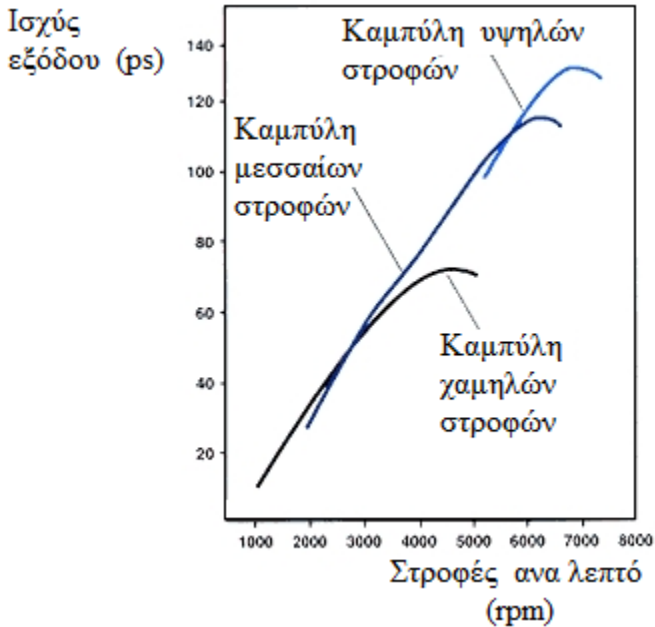
σύμπλεξης “pin” ενεργοποιείται με υδραυλική πίεση και με τους διάφορους αισθητήρες του οχήματος. Αυτός είναι ο μηχανισμός VTEC – E , σε λειτουργία και ο κινητήρας αποτελεσματικά εισέρχεται στο 2<sup>ο</sup> στάδιο λειτουργίας του. Τώρα , ο D15B 3 Stage λειτουργεί με 16 βαλβίδες και οι δύο βαλβίδες εισαγωγής λειτουργούν και οι δύο (ανά κύλινδρο) από το ίδιο ήπιο έκκεντρο.

#### **6.4.2 ΔΕΥΤΕΡΟ - ΤΡΙΤΟ ΣΤΑΔΙΟ**

Στο σχήμα παρατηρούμε το μεσαίο έκκεντρο λειτουργίας του συστήματος. Ξεκινάει περίπου στις 2500 στροφές ανά λεπτό (rpm) , η πρώτη πίεση λαδιού τροφοδοτείται στο σύστημα , πιέζοντας την ράβδο σύμπλεξης (pin) να συμπλέξει τα δυο ωστήρια εισαγωγής μαζί. Τώρα , και οι δυο βαλβίδες εισαγωγής λειτουργούν από το ίδιο έκκεντρο χαμηλών στροφών. Έτσι , η λειτουργία πλέον είναι ενός τυπικού μηχανισμού VTEC – E . Στη συνέχεια , η δεύτερη πίεση λαδιού παρέχεται στο σύστημα VTEC στις περίπου 4500 στροφές ανά λεπτό (rpm). Η δεύτερη αυτή πίεση , πιέζει μια άλλη ράβδο σύμπλεξης (pin) , δια μέσω των ωστηρίων και ενός προφίλ εκκέντρου που βρίσκεται ανάμεσα από τα δύο ωστήρια βαλβίδων. Το έκκεντρο λειτουργεί από το υψηλών στροφών πλέον προφίλ και έτσι πλέον , και οι δυο βαλβίδες εισαγωγής λειτουργούν από το “άγριο” έκκεντρο υψηλών στροφών. Τώρα , ο κινητήρας παράγει το μέγιστο των δυνατοτήτων του.

#### **6.4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Το τρίτο στάδιο με τον κινητήρα VTEC D15B χρησιμοποιείται στην ιαπωνική αγορά με τα μοντέλα EK Civic / Civic Ferio VTi / Vi μαζί με το σύστημα αυτόματου κιβωτίου συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης (multimatic CVT). Το πρώτο στάδιο λειτουργίας 12 βαλβίδων και οικονομίας καυσίμου , είναι εύκολα διακριτό στον οδηγό από την ενδεικτική λυχνία LED στο καντράν του οχήματος. Το δεύτερο στάδιο από τις 2500 στροφές ανά λεπτό (rpm) και η μετάβαση στην φυσική κατάσταση των 16 βαλβίδων στην πραγματικότητα ποικίλει σύμφωνα με το φορτίο και τις απαιτήσεις του οδηγού. Με χαλαρή οδήγηση , το στάδιο της οικονομίας καυσίμου μπορεί να λειτουργεί έως και πάνω από 3000 στροφές ανά λεπτό. Το τρίτο στάδιο , είναι πιθανό να μην ενεργοποιείται πάντα.



Διάγραμμα 6.4.3 α : Χαρακτηριστικά του συστήματος τριών σταδίων VTEC (Πηγή: <http://eprints.ums.ac.id/32288/21/publication%20paper.pdf>).

Όπως βλέπουμε από την γραφική παράσταση υποδύναμης , κάθε ένα από τα τρία στάδια μας δίνει από μια διαφορετική καμπύλη. Επιλέγοντας την εναλλαγή μεταξύ των σημείων των καμπυλών , η βέλτιστη λειτουργία μπορεί να επιτευχθεί σε μια καμπύλη. Αυτό το επίπεδο βελτιστοποίησης χαμηλών και υψηλών στροφών δεν είναι διαθέσιμο από κανέναν άλλο εμπορικό κινητήρα στον κόσμο που παράγεται μαζικά.

Το σύστημα multimatic , έχει επιλογές για την οικονομία , καθημερινή οδήγηση και спор οδήγηση. Στην επιλογή οικονομίας για παράδειγμα , η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου λειτουργεί με μέγιστες στροφές περίπου 4800rpm ακόμα και στην θέση εντελώς ανοιχτής πεταλούδας γκαζιού. Η αίσθηση των τριών σταδίων VTEC , είναι ισχύς και οικονομία που εφαρμόστηκε στον 1.5 λίτρων SOHC PGM – Fi κινητήρα της HONDA. Πολλοί μπερδεύουν τα τρία στάδια του VTEC σαν “ανώτερη” εξέλιξη του συστήματος DOHC VTEC , και περιγράφουν το DOHC VTEC σαν το παλιό σύστημα δύο σταδίων της HONDA. Αυτό είναι εντελώς λάθος διότι οι κινητήρες με DOHC VTEC είναι φτιαγμένοι για υψηλές επιδόσεις με αγωνιστικά χαρακτηριστικά. Το σύστημα τριών σταδίων VTEC , είναι στην πραγματικότητα μια εξέλιξη του SOHC VTEC και του VTEC – E , συνδυάζοντας αυτές τις δύο εφαρμογές σε μια.



Εικόνα 6.4.3 α : Κινητήρας D15B με εφαρμογή 3 σταδίων VTEC (Πηγή: <http://asia.vtec.net/article/d15b/>).

Είναι γνωστό πως ο συνδυασμός του συστήματος VTEC είναι το μέλλον της HONDA. Ήδη το βλέπουμε σε μαζική παραγωγή στην Αμερική με κωδικό ονομασίας J30A1 V6 που χρησιμοποιείται στο μοντέλο Accord V6 και έχει ένα υβριδικό VTEC – E και ένα SOHC VTEC σύστημα , αν και δεν είναι ένα σύστημα τριών σταδίων όπως το παραπάνω. Σε αυτό το σύστημα το 2<sup>ο</sup> στάδιο δεν εφαρμόζεται. Χρησιμοποιείται μόνο το 1<sup>ο</sup> στάδιο και το 3<sup>ο</sup> στάδιο. Οι βαλβίδες εισαγωγής ανοίγουν ανά μία στις χαμηλές στροφές και στις υψηλές στροφές , οι βαλβίδες εισαγωγής ανοίγουν όλες , περισσότερο και για περισσότερη διάρκεια.

## 6.5 i – VTEC

### 6.5.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πιο σημαντική πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές οχημάτων σήμερα , είναι η παραγωγή οχημάτων με επιδόσεις εξαιρετικής οικονομίας καυσίμου , υπεροχή στις επιδόσεις και το σημαντικότερο , όλα τα παραπάνω με χαμηλούς ρύπους και οδηγική άνεση. Το σύστημα iVTEC , με τα αρχικά του να προέρχονται από τις λέξεις : Intelligent - Variable Valve Timing and Lift Electronic Control , είναι η νέα τάση της HONDA στις τετρακύλινδρες μεγάλης χωρητικότητας πετρελαιομηχανές. Το όνομα

προέρχεται από την λέξη “intelligent” (έξυπνο) , και αναφέρεται στον έλεγχο της καύσης του κινητήρα και έχει ως αποτέλεσμα , την εκπληκτική οικονομία καυσίμου , καθαρότερο κινητήρα για το περιβάλλον και μειωμένο βάρος με υψηλές επιδόσεις και μεγαλύτερη αύξηση της ροπής σε όλο το φάσμα στροφών του κινητήρα.

Ο σχεδιασμός του συστήματος i-VTEC , συνδυάζει το περίφημο VTEC το οποίο μεταβάλλει τον χρονισμό , την διάρκεια και το βύθισμα των βαλβίδων , με το συνεχώς μεταβαλλόμενο χρονισμό VTC. Το σύστημα VTC (Variable Timing Control) είναι ικανό να πετυχαίνει προπορία ή βραδυπορία στο άνοιγμα των βαλβίδων εισαγωγής μεταβάλλοντας την θέση του εκκεντροφόρου εισαγωγής για να ταιριάζει καλύτερα στο φορτίο του κινητήρα σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή. Τα δύο συστήματα , συνεργάζονται για τον καλύτερο δυνατό έλεγχο της διαχείρισης τροφοδοσίας του κινητήρα και πετυχαίνουν βελτιωμένη πλήρωση του κυλίνδρου , αποδοτικότητα καύσης , μειωμένες εσωτερικές τριβές και βελτιωμένη ανακύκλωση των καυσαερίων. Η τεχνολογία του i-VTEC , προσφέρει τεράστια ευελιξία καθώς είναι σε θέση να μεγιστοποιήσει πλήρως την δυναμική του κινητήρα σε όλο το εύρος λειτουργίας του. Με λίγα λόγια , η τεχνολογία του συστήματος i-VTEC μας προσφέρει το μέγιστο στις επιδόσεις του οχήματος.

## 6.5.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ i - VTEC

Το σύστημα i-VTEC της HONDA έχει συνεχώς μεταβαλλόμενο χρονισμό (VTC) στην θέση του εκκεντροφόρου εισαγωγής στους κινητήρες DOHC VTEC. Η τεχνολογία εμφανίστηκε αρχικά στην σειρά K των τετρακύλινδρων κινητήρων της HONDA το 2001 στην Ευρώπη ενώ στην Αμερική το 2002 με το μοντέλο CR-V. Οι έλεγχοι του συστήματος συνεχούς μεταβαλλόμενου χρονισμού VTC , για το άνοιγμα των βαλβίδων και την διάρκεια ανοίγματος εξακολουθούν να περιορίζονται από τα προφίλ εκκέντρων του εκκεντροφόρου για τις χαμηλές - υψηλές στροφές , αλλά ο εκκεντροφόρος εισαγωγής είναι πλέον ικανός να έχει προπορία από 25 έως 50 μοίρες , και εξαρτάται από την διαμόρφωση του κινητήρα. Η εναλλαγή φάσης του εκκεντροφόρου γίνεται με την εντολή ηλεκτρονικού εγκεφάλου , μέσω υδραυλικού ρυθμιστή. Το φορτίο του κινητήρα και οι στροφές του , επηρεάζουν το σύστημα μεταβαλλόμενου εκκεντροφόρου VTC. Η φάση εισαγωγής του εκκεντροφόρου ποικίλει από πλήρως βραδυπορία στο ρελαντί σε εν μέρη προπορία στο πλήρως πάτημα του γκαζιού και σε χαμηλές στροφές. Το αποτέλεσμα είναι η περαιτέρω βελτιστοποίηση της ροπής εξόδου , ειδικά στις χαμηλομεσαίες στροφές του κινητήρα. Υπάρχουν δύο τύποι του i-VTEC της σειράς κινητήρων K όπου θα εξηγήσουμε παρακάτω.



### 6.5.3 ΣΕΙΡΑ Κ

Η σειρά κινητήρων Κ έχει δύο διαφορετικές εφαρμογές του συστήματος i-VTEC. Η πρώτη είναι για τους κινητήρες επιδόσεων όπως των μοντέλων RSX TYPE S ή Civic Si και η άλλη εφαρμογή είναι για τους κινητήρες με χαμηλή κατανάλωση όπου έχουν εφαρμογή στα μοντέλα CR-V ή Accord. Το σύστημα i-VTEC σχεδιασμένο για μεγάλες επιδόσεις είναι βασικά το ίδιο όπως το σύστημα DOHC VTEC του κινητήρα B16A. Σε αυτό, και οι δυο βαλβίδες εισαγωγής αλλά και εξαγωγής φέρουν από τρία έγκεντρα ανά κύλινδρο. Όμως, το σύστημα των βαλβίδων έχει το πλεονέκτημα των παλινδρομικών ωστηρίων και του συνεχούς μεταβαλλόμενου χρονισμού μέσω του εκκεντροφόρου εισαγωγής. Το σύστημα αυτό, είναι ένας συνδυασμός του συμβατικού με δύο εκκεντροφόρους επικεφαλής DOHC VTEC με συνεχώς μεταβαλλόμενο χρονισμό VTC.

Το σύστημα i-VTEC είναι σχεδιασμένο για οικονομία και είναι παρόμοιο με το σύστημα ενός εκκεντροφόρου επικεφαλή τύπου SOHC VTEC-E στο οποίο, ο εκκεντροφόρος εισαγωγής έχει μόνο δύο έγκεντρα, ένα πολύ μικρό και ένα μεγαλύτερο και δεν φέρει το σύστημα VTEC στο έγκεντρο εξαγωγής. Τα δύο αυτά συστήματα με εφαρμογή στους κινητήρες, είναι ευδιάκριτα από την εργοστασιακή ροπή εξόδου η οποία στους κινητήρες με σκοπό τις επιδόσεις είναι περίπου 200 hp (150 kw) ή και περισσότερο, ενώ οι εργοστασιακοί κινητήρες σχεδιασμένοι για περισσότερη οικονομία, δεν παράγουν πάνω από 160 hp (120 kw).

### 6.5.4 ΑΝΑΓΚΗ ΤΟΥ i - VTEC

Το σύστημα αυτό, χρησιμοποιείται για την μεγάλη αυτονομία και ισχύ που παρέχει. Η σωστή κατανάλωση – χρησιμοποίηση του καυσίμου είναι πολύ σημαντική και για την κατάσταση του περιβάλλοντος και του ανθρώπου αλλά και για την κατάσταση του κινητήρα. Με την τεχνολογία αυτή λοιπόν, είναι πιθανό να έχουμε τον συνδυασμό οικονομίας – ισχύς από το ίδιο όχημα, πράγμα που παλαιότερα ήταν αδύνατο.

## 6.6 ΙΣΤΟΡΙΚΑ

Το σύστημα VTEC , το αυθεντικό σύστημα ελέγχου μεταβλητού χρονισμού της HONDA , έγινε γνωστό από το επαναστατικό σύστημα μεταβλητού ελέγχου (REV) που παρουσιάστηκε στη μοτοσυκλέτα CBR 400 το 1983 και είναι γνωστό σαν HYPER VTEC. Στο συμβατικό τετρακύλινδρο κινητήρα , οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής ενεργοποιούνται από τα έκκεντρα του εκκεντροφόρου άξονα. Το σχήμα των λοβών – εκκέντρων , καθορίζει το χρονισμό , το βύθισμα και τη διάρκεια της κάθε βαλβίδας. Ο χρονισμός αναφέρεται σε μια μέτρηση της γωνίας όταν μια βαλβίδα ανοίγει ή κλείνει σε σχέση με τη θέση του εμβόλου (ΑΝΣ – ΚΝΣ). Το βύθισμα αναφέρεται στο πόσο η βαλβίδα ανοίγει. Εξαιτίας της συμπεριφοράς του εργαζόμενου υγρού (μίξη αέρα και καυσίμου) πριν και μετά την καύση , η οποία έχει φυσικούς περιορισμούς στην ροή της , καθώς και η αλληλεπίδραση με την σπίθα του σπινθηριστή , ο βέλτιστος χρονισμός το βύθισμα και η διάρκεια είναι πολύ διαφορετικά στις χαμηλές στροφές λειτουργίας του κινητήρα έναντι στις υψηλές στροφές. Η ρύθμιση του βέλτιστου χρονισμού στις χαμηλές στροφές λειτουργίας , το βύθισμα και η διάρκεια , έχουν ανεπαρκές πλήρωση του κυλίνδρου με καύσιμο μίγμα στις υψηλές στροφές και έτσι έχουμε μεγάλους περιορισμούς στην ισχύ εξόδου του κινητήρα. Αντιστρόφως , ο βέλτιστος χρονισμός για τις υψηλές ταχύτητες , το βύθισμα και η διάρκεια θα έχουν πολύ “άγρια” αποτελέσματα κατά τις χαμηλές στροφές του κινητήρα και ασταθές ρελαντί. Ο ιδανικός κινητήρας , θα ήταν αυτός που θα έχει πλήρως μεταβαλλόμενο χρονισμό , βύθισμα και διάρκεια , στον οποίο οι βαλβίδες θα ανοίγουν πάντα τον ακριβώς σωστό σημείο , θα βυθίζονται αρκετά και θα παραμένουν ανοιχτές τον ακριβές χρόνο για ολόκληρο το φάσμα στροφών του κινητήρα.

### 6.6.1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ i-VTEC

Το ποιο πρόσφατο και ποιο εκλεπτυσμένο σύστημα της ανάπτυξης του VTEC είναι το i-VTEC , το οποίο συνδυάζει εφαρμογές από όλα τα προηγούμενα συστήματα VTEC με σκοπό το ακόμη μεγαλύτερο εύρος ισχύος του κινητήρα και με λιγότερους ρύπους. Με τη ρύθμιση του συστήματος αυτού , στις χαμηλές ταχύτητες ο χρονισμός των βαλβίδων εισαγωγής είναι πλέον μεταβαλλόμενος συνεχώς εξίσου και το βύθισμα , το οποίο δημιουργεί ένα φαινόμενο στροβιλισμού μέσα στο θάλαμο καύσης. Στις υψηλές στροφές , το σύστημα μετατρέπεται όπως τα προηγούμενα σε μεγαλύτερο βύθισμα και μεγαλύτερη διάρκεια.

Το σύστημα i-VTEC χρησιμοποιεί το ιδιόκτητο σύστημα της εταιρίας VTEC και

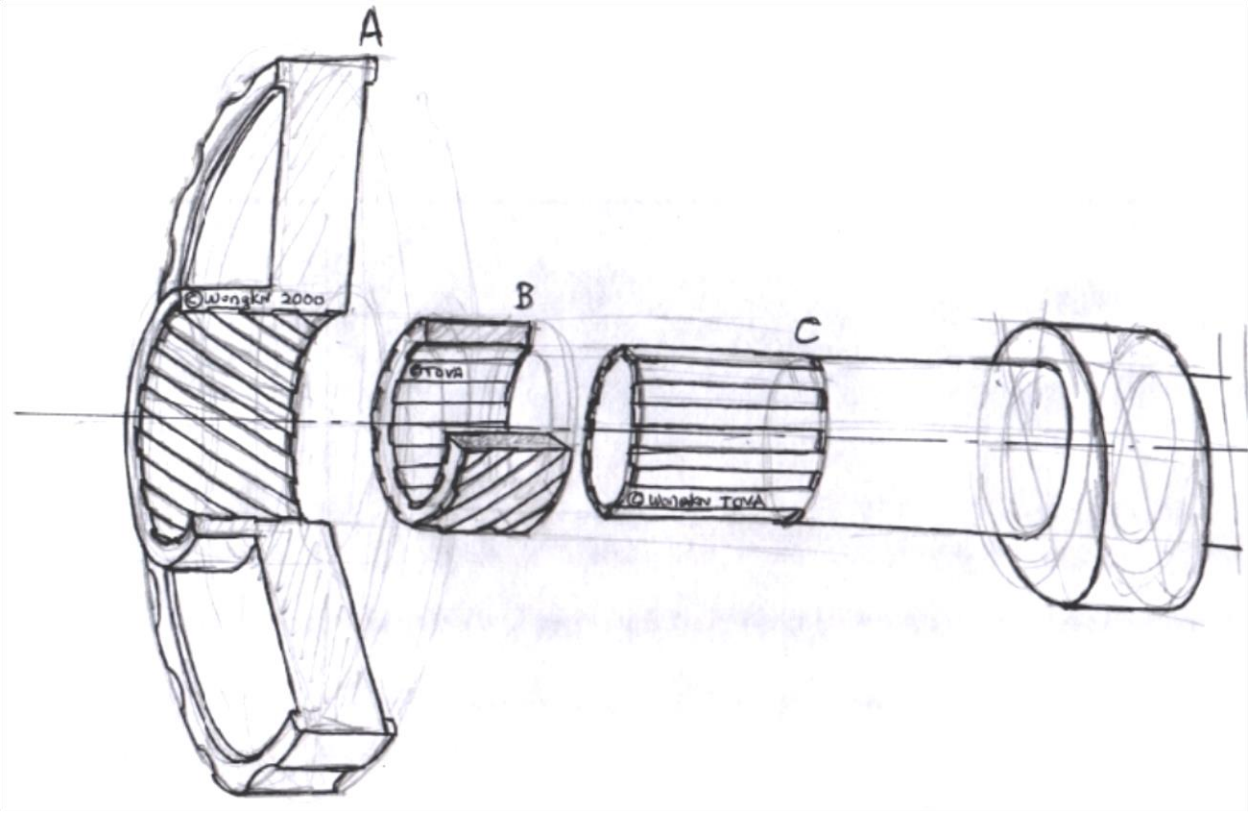
προσθέτει το σύστημα με ονομασία VTC (Variable Timing Control) που είναι ένα σύστημα συνεχούς μεταβαλλόμενου χρονισμού το οποίο επιτρέπει τον συνεχή ρυθμιζόμενο χρονισμό εισαγωγής και της επικάλυψης.

Τα απαιτητικά κριτήρια για οικονομία καυσίμου , επαρκή ροπή και χαμηλούς ρύπους , μπορούν να επιτευχθούν σε ακόμα υψηλότερο επίπεδο με το συνδυασμό του συστήματος VTEC (χρονισμός των βαλβίδων εισαγωγής και ρύθμιση του βυθίσματος) και VTC (ρύθμιση των επικαλύψεων).

Η HONDA παρουσίασε πολλές καινοτομίες στο σύστημα i-VTEC , αλλά η ποιό σημαντική από όλες ήταν η πρόσθεση του μηχανισμού μεταβλητού ανοίγματος επικάλυψης των βαλβίδων εισαγωγής στο σύστημα VTEC. Η αρχική εφαρμογή είναι στον εκκεντροφόρο εισαγωγής και επιτρέπει την επικάλυψη των βαλβίδων ανάμεσα στις βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής να είναι συνεχώς μεταβαλλόμενο κατά την διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα. Έτσι , επιτρέπει τελειότητα της ανάπτυξης μεγαλύτερης ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας στις μεσαίες στροφές λειτουργίας του.

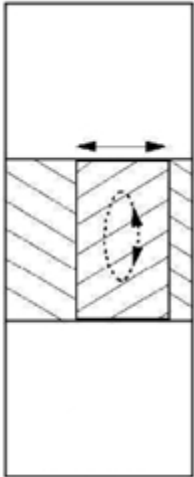
#### **6.6.2 ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΣ VTC – ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

Η αρχή λειτουργίας του συστήματος VTC είναι βασικά αυτή της γενικής εφαρμογής του μεταβλητού χρονισμού η οποία χρησιμοποιείται επίσης από την TOYOTA στο σύστημα μεταβλητού χρονισμού VVT-i , και της BMW με το σύστημα VANOS. Η γενική εφαρμογή του μεταβλητού χρονισμού χρησιμοποιεί έναν μηχανισμό συνδεδεμένο μεταξύ του εκκεντροφόρου άξονα και του γραναζιού του εκκεντροφόρου. Αυτός ο μηχανισμός έχει ένα δαχτυλίδι με ελικοειδή οδόντωση και συνδέεται με το γρανάζι του εκκεντροφόρου. Μπορεί να μετακινηθεί σε σχέση με το γρανάζι του εκκεντροφόρου μέσω υδραυλικών μέσων. Όταν μετακινηθεί , το ελικοειδές γρανάζι περιστρέφει αποτελεσματικά το γρανάζι σε σχέση με τον οδοντωτό τροχό και επομένως και τον εκκεντροφόρο άξονα.



Εικόνα 6.6.2 α : Σχηματική διάταξη αρχής λειτουργίας περιστροφής εκκεντροφόρου VTC σε τομή (Πηγή: <http://asia.vtec.net/Engines/ivtec/index.html>).

Κοιτάζοντας το σχήμα παρατηρούμε το γρανάζι του εκκεντροφόρου άξονα A όπου κινείται από τον ιμάντα χρονισμού και φέρει ελικοειδή οδόντωση στο εσωτερικό του , το “δαχτυλίδι” σύνδεσης B μεταξύ του εκκεντροφόρου άξονα και του γραναζιού το οποίο έχει διαφορετική οδόντωση στο εξωτερικό και διαφορετική στο εσωτερικό και τέλος , τον εκκεντροφόρο άξονα C. Κανονικά , ο εκκεντροφόρος είναι συνδεδεμένος απευθείας στο γρανάζι όμως , στο σύστημα συνεχούς μεταβαλλόμενου χρονισμού VTC , ένα είδος “δαχτυλίδι” χρησιμοποιείται για να συνδέσει το γρανάζι με τον εκκεντροφόρο.



Εικόνα 6.6.2 β: Πλάγια όψη του συστήματος βασικής αρχής VTC σε τομή (Πηγή: <http://asia.vtec.net/Engines/ivtec/index.html>).

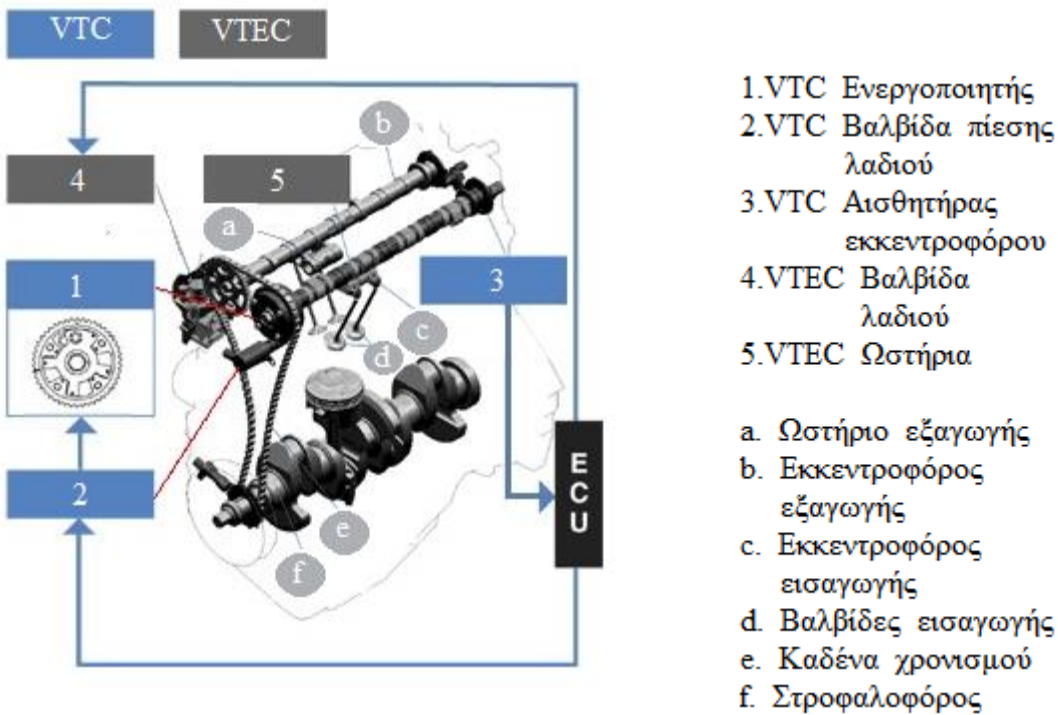
Το σχήμα αυτό μας δείχνει τι συμβαίνει όταν μετακινήσουμε το ενδιάμεσο δαχτυλίδι κατά μήκος της εσωτερικής οδόντωσης του οδοντωτού τροχού. Λόγω του σπειρώματος του ενδιάμεσου δαχτυλιδιού, το ενδιάμεσο δαχτυλίδι θα περιστραφεί δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα ανάλογα με την μετακίνηση που θα κάνει στο εσωτερικό σπείρωμα του κυρίως γρاناζιού. Τώρα, εφόσον ο εκκεντροφόρος είναι συνδεδεμένος στο ενδιάμεσο δαχτυλίδι (λόγω του διαφορετικού σπειρώματος), ο εκκεντροφόρος θα περιστραφεί εξίσου και αυτός. Αυτό που επιτεύχθηκε με αυτό το σχεδιασμό του συστήματος είναι πώς το κυρίως γρανάζι έχει διαφορετικές περιστροφές σε σχέση με αυτό που μεταδίδει το εσωτερικό δαχτυλίδι και έτσι έχουμε αλλάξει τον χρονισμό του εκκεντροφόρου άξονα.

Το σύστημα VTC και άλλες γενικές εφαρμογές του για τον μεταβλητό χρονισμό μπορεί μόνο να αλλάξει την σχετική ευθυγράμμιση μεταξύ του εκκεντροφόρου και του κυρίως γρاناζιού κίνησης (κινούμενο από τον ιμάντα χρονισμού). Αυτό που κάνει αποτελεσματικά είναι να αλλάξει τον χρονισμό στα έγκεντρα εισαγωγής – εξαγωγής και έτσι τον κύκλο ανοίγματος των βαλβίδων ή τις επικαλύψεις των βαλβίδων. Κανένας άλλος παράγοντας όπως το πόσο θα ανοίξει η βαλβίδα ή η διάρκεια ανοίγματος δεν μεταβάλλεται από το σύστημα VTC. Το μοναδικό πράγμα που επιτυγχάνεται με αυτό το σύστημα είναι η μεταβαλλόμενες επικαλύψεις των βαλβίδων. Το σύστημα VTEC είναι ικανό να μεταβάλλει όλες τις παραμέτρους χρονισμού αλλά οι τρέχουσες εφαρμογές του τις μεταβάλλουν σε δύο ή τρία περιορισμένα στάδια (προφίλ εκκέντρων). Προσθέτοντας το σύστημα συνεχούς μεταβαλλόμενου χρονισμού VTC επιτυγχάνουμε τις συνεχείς μεταβαλλόμενες επικαλύψεις και έτσι βελτιώνουμε την ακόμα μεγαλύτερη απόδοση του



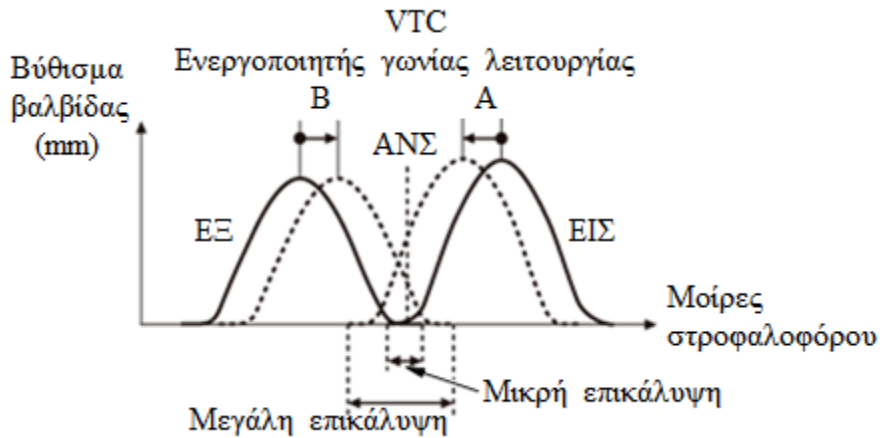
κινητήρα VTEC. Η μεγαλύτερη επίδραση αυτού του συστήματος είναι στις χαμηλομεσαίες στροφές του κινητήρα. Με άλλα λόγια , το σύστημα VTC και γενικά τα συστήματα μεταβλητού χρονισμού δεν θα αντικαταστήσουν το σύστημα VTEC αλλά θα ενισχύσουν την αποτελεσματικότητά του.

## 6.7 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ i-VTEC



Εικόνα 6.7 α : Διάταξη VTEC και VTC (Πηγή: <http://asia.vtec.net/article/k20a/>).

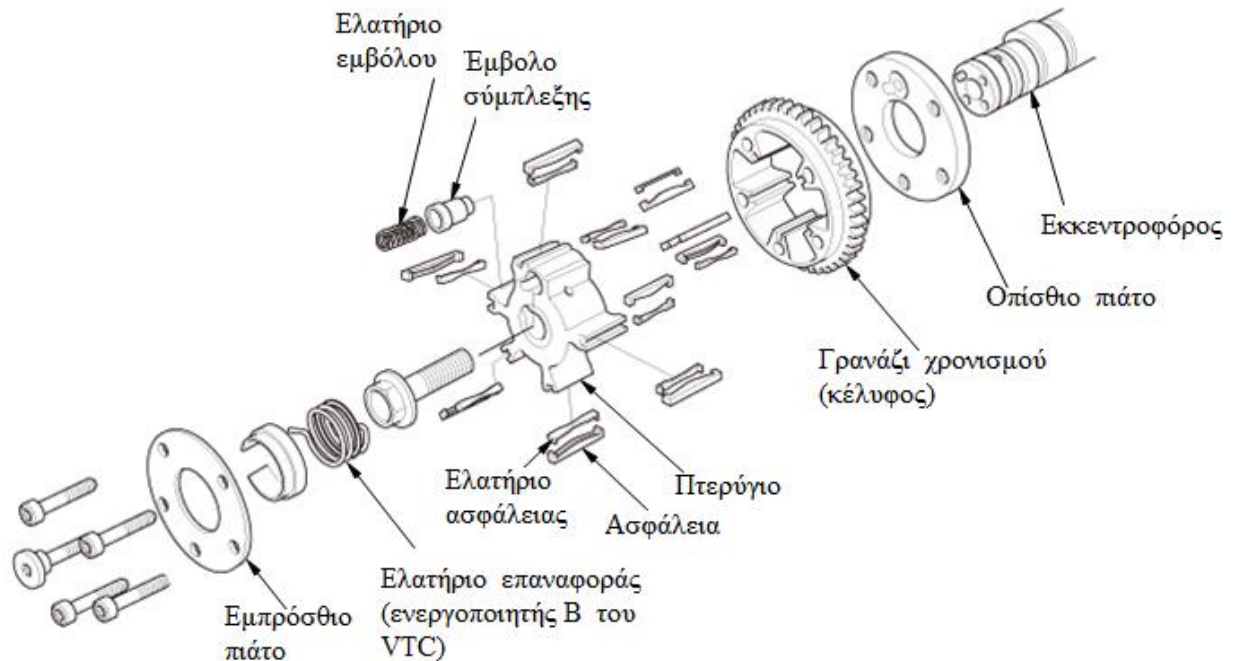
Το σύστημα VTC καθιστά το χρονισμό της συνεχούς εισαγωγής και της βαλβίδας εξαγωγής ανάλογα με την ταχύτητα του κινητήρα , το φορτίο του κινητήρα και την ταχύτητα του οχήματος.



Διάγραμμα 6.7 α : Ενδεικτικό διάγραμμα μεταβλητού χρονισμού συστήματος (Πηγή: [http://techinfo.honda.com/rjanisis/pubs/sm/1/2/Contents/enu/61TBAD/CFN/SCT/SC/SYS/C004108\\_enu/web/html/C004108\\_enu\\_Print.html](http://techinfo.honda.com/rjanisis/pubs/sm/1/2/Contents/enu/61TBAD/CFN/SCT/SC/SYS/C004108_enu/web/html/C004108_enu_Print.html)).

### 6.7.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VTC

Ο ενεργοποιητής VTC αποτελείται από το πτερύγιο , τον πείρο ασφάλισης , το ελατήριο του πείρου και το περίβλημα (κέλυφος) με το γρανάζι χρονισμού. Τοποθετείται στο άκρο του εκκεντροφόρου άξονα. Όταν το πτερύγιο του ενεργοποιητή VTC περιστρέφεται για να προχωρήσει ή να καθυστερήσει τη θέση του , ο χρονισμός του εκκεντροφόρου εισαγωγής αλλάζει. Όταν ο κινητήρας σταματήσει , το πτερύγιο είναι κλειδωμένο στην αρχική θέση από τον πείρο ασφάλισης , έτσι ώστε ο κινητήρας να ξεκινήσει ομαλά. Μετά την εκκίνηση του κινητήρα , το πτερύγιο στρέφεται ελεύθερα επειδή ο πείρος ασφάλισης πιέζεται προς τα πίσω ενάντια στην τάση του ελατηρίου με πίεση λαδιού.

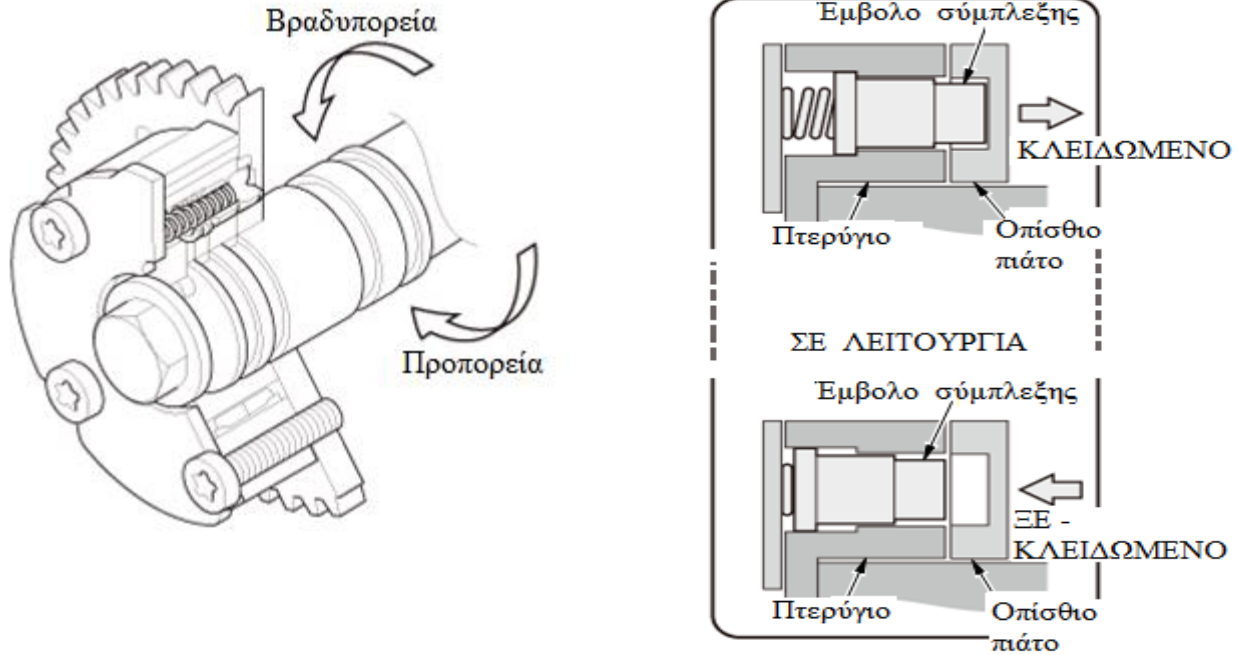


Εικόνα 6.7.1 α : Κατασκευαστικά στοιχεία VTC. Το σχήμα είναι ενδεικτικό του ενεργοποιητή Β VTC της HONDA. Η εμφάνιση και τα κατασκευαστικά στοιχεία μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το μοντέλο (Πηγή: <http://techinfo.honda.com>).



Εικόνα 6.7.1 β : Πραγματικές όψεις του ενεργοποιητή VTC του συστήματος (Πηγή: [https://www.google.gr/search?q=vte+actuator+i+vtec&biw=1302&bih=653&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=VKnra0OUlqnf\\_M%253A%252Cy10jd8qDL-6MSM%252C\\_&usg=\\_\\_RieD0Hil5RiQ7SL8712hZ6AL1R4%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiSqPw9qfZAhVIJ1AKHZv4CzUQ9QEIODAD#imgrc=VKnra0OUlqnf\\_M.](https://www.google.gr/search?q=vte+actuator+i+vtec&biw=1302&bih=653&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=VKnra0OUlqnf_M%253A%252Cy10jd8qDL-6MSM%252C_&usg=__RieD0Hil5RiQ7SL8712hZ6AL1R4%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiSqPw9qfZAhVIJ1AKHZv4CzUQ9QEIODAD#imgrc=VKnra0OUlqnf_M.)

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΑΜΑΤΗΜΕΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ



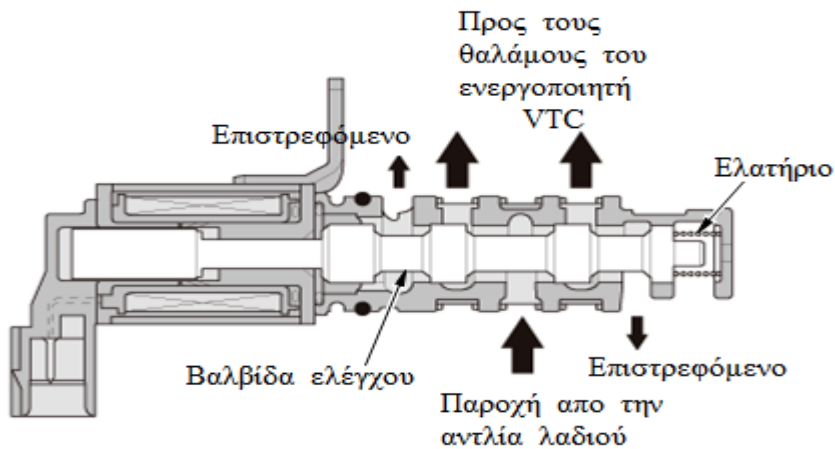
Εικόνα 6.7.1 γ : Πλάγια όψη σε Τομή του ενεργοποιητή VTC (Πηγή: <http://techinfo.honda.com>).

## 6.7.2 ΕΛΗΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VTC



Εικόνα 6.7.2 α : Ενδεικτική βαλβίδα ελέγχου λαδιού συστήματος HONDA Civic (Πηγή: <http://www.replacementauto-parts.com/sale-9561064-oem-vvt-oil-control-valve-15830-rbb-003-honda-civic-crv-acura-rsx-rdx-ilx-tsx.html>).

Για να ελέγχεται συνεχώς η γωνία εκκεντροφόρου , η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου λαδιού VTC ελέγχει την πίεση λαδιού στο θάλαμο προπορείας / θάλαμο βραδυπορείας του ενεργοποιητή VTC σύμφωνα με ένα σήμα από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος PCM. Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα έχει ένα φίλτρο για να αποφευχθεί η αλλοίωση των υλικών.

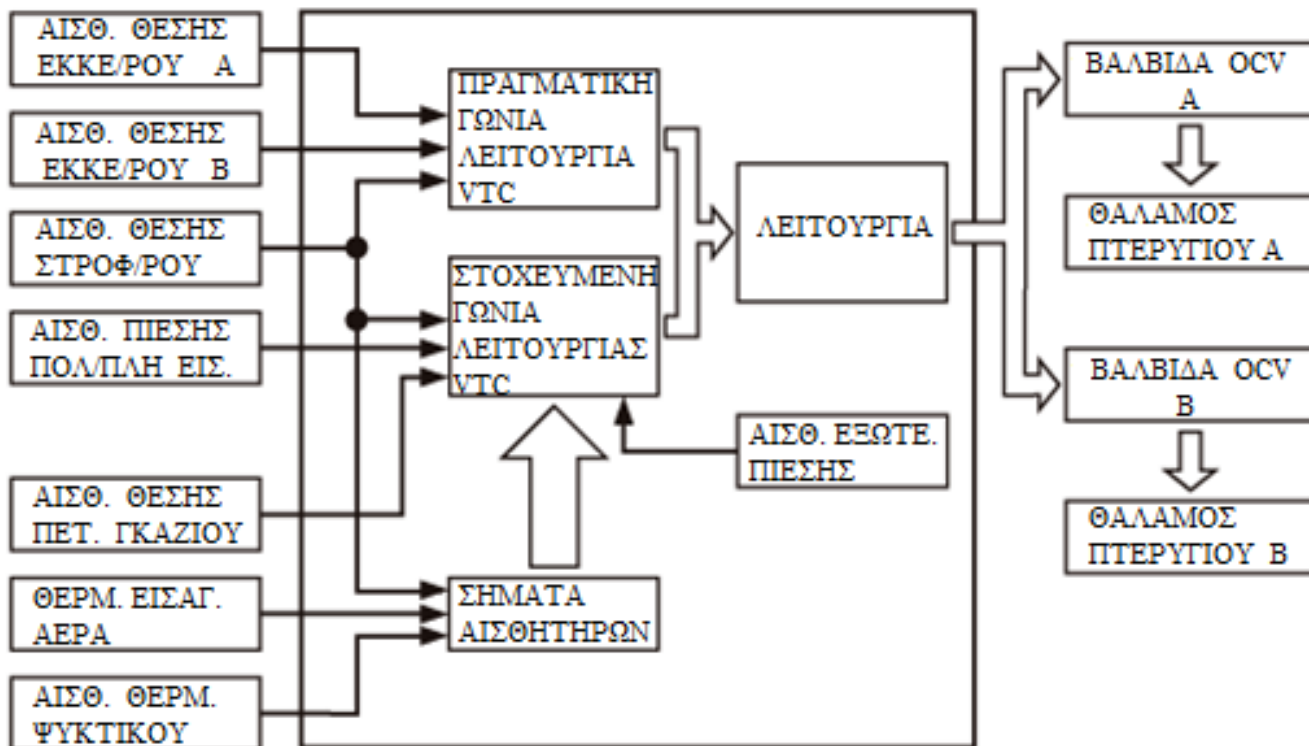


Εικόνα 6.7.2 β : Βαλβίδα ελέγχου λαδιού σε τομή (Πηγή: <http://techinfo.honda.com>).

### 6.7.3 ΗΛΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το διάγραμμα συστήματος VTC έχει ως εξής. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου PCM προωθεί ή επιβραδύνει το χρονισμό της βαλβίδας με βάση τα δεδομένα από διάφορους αισθητήρες και εκτελεί έλεγχο της λειτουργίας βαλβίδας ελέγχου λαδιού VTC για το αν έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα.





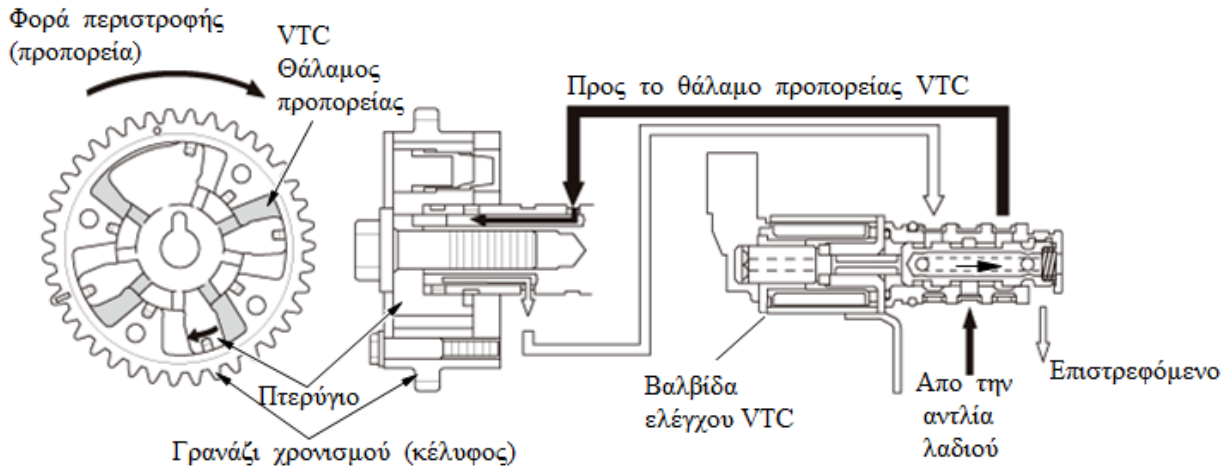
Διάγραμμα 6.7.3 α : Λειτουργία μονάδας ελέγχου VTC (Πηγή: <http://techinfo.honda.com>).

#### 6.7.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ VTC - ΠΡΟΠΟΡΕΙΑ

Όταν ο θάλαμος προπορείας γεμίσει με λάδι με πίεση από την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου λαδιού VTC , ο εκκεντροφόρος περιστρέφεται σε θέση προπορείας. Στην περίπτωση όπου το λάδι δεν είναι σε στάδιο πίεσης (αυτό συμβαίνει όταν ο κινητήρας σταματήσει) , ο ενεργοποιητής VTC του συστήματος είναι κλειδωμένος στην μεγαλύτερη θέση προπορείας από το ελατήριο επαναφοράς και το έμβολο σύμπλεξης.

(Πηγή:

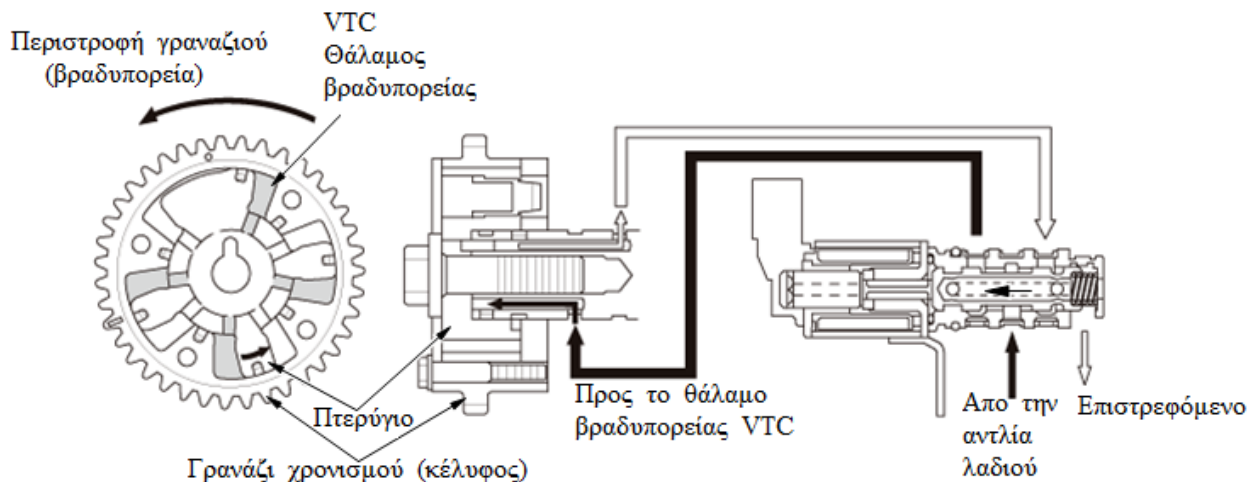
[http://techinfo.honda.com/rjanisis/pubs/sm/1/2/Contents/enu/61TBAD/CFN/SCT/SC/SYS/C004108\\_enu/web/html/C004108\\_enu\\_Print.html](http://techinfo.honda.com/rjanisis/pubs/sm/1/2/Contents/enu/61TBAD/CFN/SCT/SC/SYS/C004108_enu/web/html/C004108_enu_Print.html)).



Εικόνα 6.7.4 α : Ενεργοποιητής VTC σε τομή κατά την φάση εισαγωγής προπορείας (Πηγή: <http://techinfo.honda.com>).

### 6.7.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ VTC - ΒΡΑΔΥΠΟΡΙΑ

Όταν ο θάλαμος βραδυπορίας φορτίζεται με λάδι υπό πίεση από την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου λαδιού VTC , ο εκκεντροφόρος περιστρέφεται στην πλευρά βραδυπορίας. Σε περίπτωση μη πεπεισμένης κατάστασης λαδιού (ο κινητήρας σταματά) , ο ενεργοποιητής VTC ασφαρίζεται στην πιο καθυστερημένη θέση από το έμβολο σύμπλεξης.



Εικόνα 6.7.5 α : Λειτουργία περιστροφής ενεργοποιητή κατά την βραδυπορία (Πηγή: <http://techinfo.honda.com>).

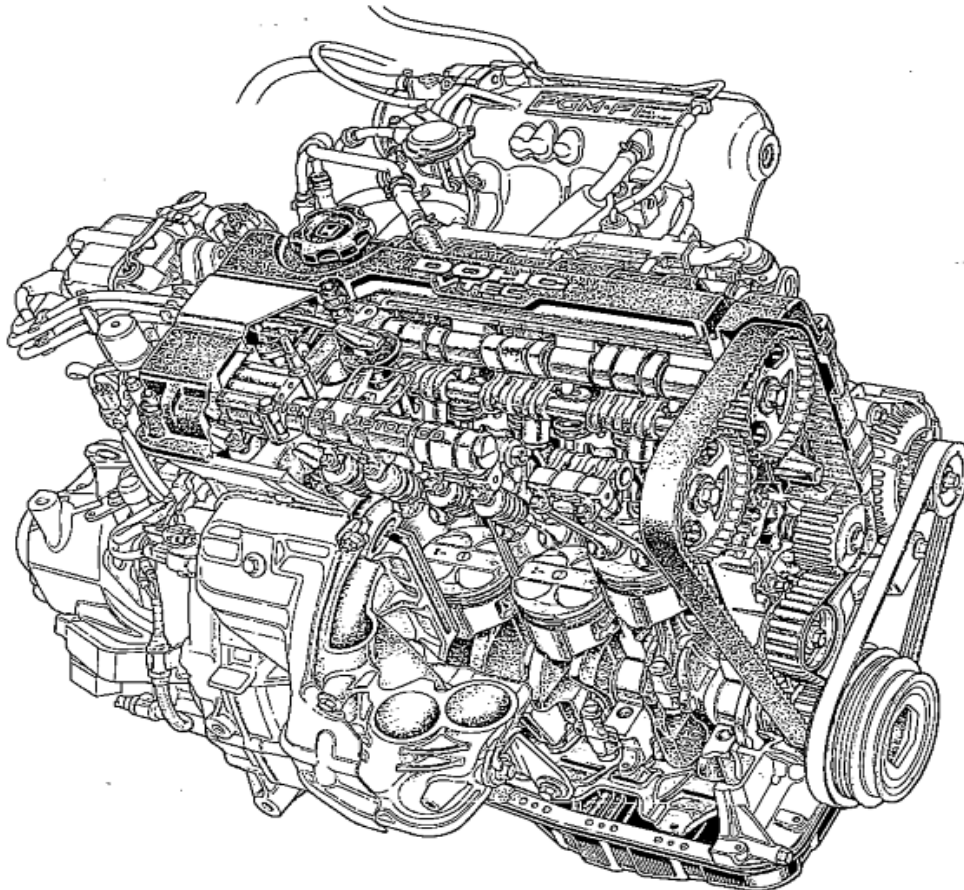
Με την βοήθεια των σχημάτων , παρατηρούμε το ροή στο σύστημα του συνεχώς μεταβαλλόμενου χρονισμού VTC , και το πώς περιστρέφεται το γρανάζι χρονισμού σε σχέση με τον εκκεντροφόρο άξονα με τη βοήθεια υδραυλικής πίεσης. Το βίντεο που ακολουθεί μας δείχνει την λειτουργία του συστήματος.

Βίντεο στο σύνδεσμο : <https://www.youtube.com/watch?v=OtRIQrAc5IY>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ DOHC VTEC ΜΕ ΟΝΟΜΑΣΙΑ B16A

## 7.1 B16A

Ο κινητήρας με ονομασία B16A είναι 1595cc κυβικών με σύστημα έγχυσης ψεκασμού πολλαπλών σημείων , υδρόψυκτος , τετρακύλινδρος σε σειρά με δύο εκκεντροφόρους επικεφαλής DOHC και 16 βαλβίδες και κεντρικό σπινθηριστή. Ο κινητήρας αυτός ήταν ο θρυλικός με σύστημα VTEC μεταβλητού βυθίσματος ο οποίος ήταν ο πρώτος παγκόσμιος μηχανισμός που επέτρεπε μεταβλητό χρονισμό και μεταβλητό βύθισμα των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής.



Εικόνα 7.1 α : Κινητήρας HONDA VTEC B16A (Πηγή:  
[http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

## 7.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο στροφαλοφόρος είναι σφυρήλατος και το κύριο μέρος του στηρίζεται σε πέντε σημεία. Η κυλινδροκεφαλή του κινητήρα είναι φτιαγμένη από κράμα αλουμινίου , με κεντρικό σπινθηριστή και χρησιμοποιεί τέσσερις βαλβίδες ανά κύλινδρο , δύο εισαγωγής και δύο εξαγωγής. Το σύστημα είναι τύπου DOHC (δύο εκκεντροφόρων) , χρησιμοποιεί ωστήρια και η κίνηση μεταφέρεται μέσω ιμάντα χρονισμού. Η τάση του ιμάντα είναι ρυθμιζόμενη. Ο κινητήρας τύπου VTEC έχει τρία ωστήρια ανά εισαγωγή – εξαγωγή σε κάθε κύλινδρο. Το μπλοκ (κορμός) του κινητήρα είναι κατασκευασμένο από κράμα αλουμινίου και χιτώνια από χυτοσίδηρο. Το σύστημα ηλεκτρονικού ψεκασμού είναι το επακόλουθο τύπου “injection” και έχει έγχυση σε όλους τους τέσσερις κυλίνδρους και το σώμα της πεταλούδας είναι τύπου “one – barrel draft” (πλευρικού βυθίσματος). Το σύστημα ανάφλεξης είναι τύπου τρανζίστορ και η συσκευή προώθησης σπινθηριστή είναι ηλεκτρονικού τύπου. Το φίλτρο αέρα είναι τοποθετημένο στην εμπρόσθιο δεξιό τμήμα του κινητήρα και εξοπλισμένο με αυλό εισαγωγής (φιλτροκούτι και σωληνώσεις). Το ψυγείο είναι τύπου κυματοειδής και ο ανεμιστήρας ψύξης είναι ηλεκτροκίνητος.

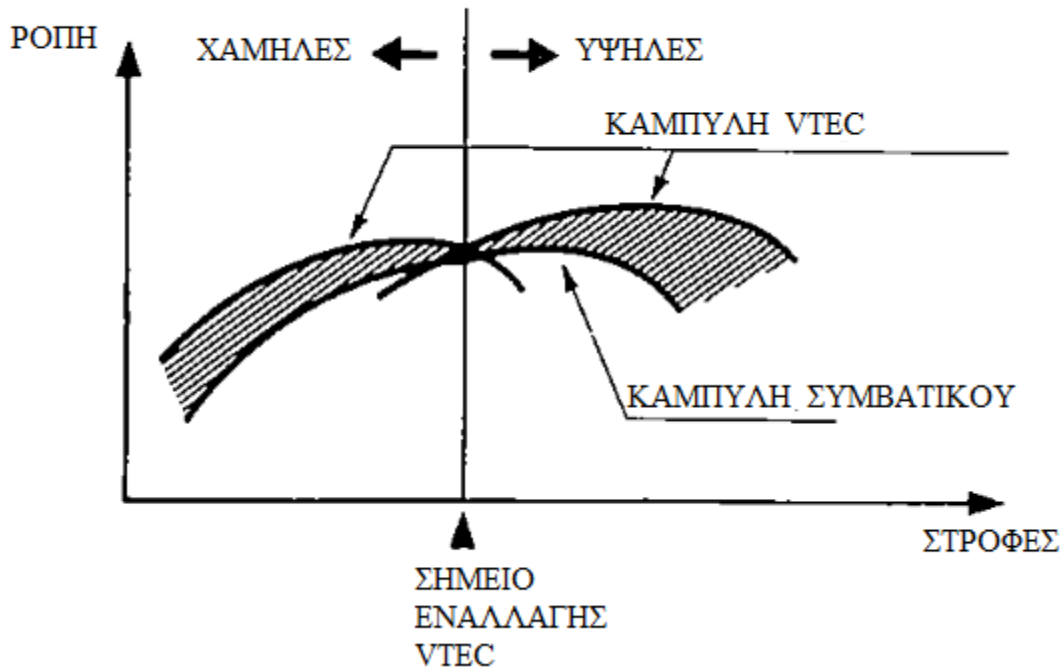
## 7.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ

Σε γενικές γραμμές , θα ήταν ιδανικό αν οι επιδόσεις υψηλών στροφών ενός αγωνιστικού οχήματος και οι χαμηλές στροφές ενός επιβατικού οχήματος μπορούσαν να συνδυαστούν σε έναν κινητήρα. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα μια μεγάλη ισχύ και ροπή σε μεγαλύτερο εύρος στροφών του κινητήρα. Δυο από τις μεγάλες διαφορές μεταξύ αγωνιστικού και επιβατικού είναι ο χρονισμός των βαλβίδων εισαγωγής – εξαγωγής και ο βαθμός βύθισης των βαλβίδων. Οι αγωνιστικοί κινητήρες έχουν μεγαλύτερο χρονισμό (σε διάρκεια) και μεγαλύτερο βύθισμα από ότι οι συμβατικοί. Η HONDA με το σύστημα VTEC συνδυάζει τους δυο κινητήρες σε έναν και είναι η πρώτη παγκοσμίως εταιρία που μεταβάλλει το χρονισμό αλλά και το βύθισμα με ένα σύστημα.

Ο κινητήρας B16A είναι εξοπλισμένος με δύο μεταβλητούς χρονισμούς και βυθίσματα τα οποία αλλάζουν σύμφωνα με την οδηγική συμπεριφορά. Το σχήμα που ακολουθεί μας δείχνει ενδεικτικά την λειτουργία του κινητήρα και τον συγκρίνει με την λειτουργία ενός συμβατικού οχήματος.



## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ B16A ΡΟΠΗΣ - ΣΤΡΟΦΩΝ



Διάγραμμα 7.3 α : Ενδεικτικό διάγραμμα ροπής - στροφών του κινητήρα B16A έναντι συμβατικού (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε τις καμπύλες σε όλο το φάσμα στροφών δυο κινητήρων. Η κάτω καμπύλη είναι ενός κινητήρα με μεταβλητό χρονισμό με έμφαση στις χαμηλομεσσαίες στροφές για καθημερινή χρήση. Οι επάνω δύο καμπύλες ανήκουν στον κινητήρα B16A ο οποίος έχει το σύστημα VTEC. Παρατηρούμε πως ο μεταβλητός χρονισμός και το βύθισμα μας δίνουν μεγαλύτερη ισχύ και ροπή από τις χαμηλές στροφές από ότι σε έναν συμβατικό κινητήρα. Μόλις οι στροφές αυξηθούν αρκετά, το σύστημα ενεργοποιείται και πλέον μεταβάλλει το χρονισμό και το βύθισμα με αποτέλεσμα την αύξηση της ισχύς και ροπής στις υψηλές στροφές, πράγμα που στο συμβατικό κινητήρα δεν συμβαίνει. Στο συμβατικό κινητήρα παρατηρούμε πως στις μεγάλες στροφές οι επιδόσεις ελαττώνονται μιας και ο χρονισμός του είναι σχεδιασμένος για επιδόσεις χαμηλομεσaiών στροφών. Οι δύο αυτές καμπύλες του κινητήρα B16A μας δείχνουν πως το σύστημα μεταβάλλει την

λειτουργία του κινητήρα , με αυξανόμενη ροπή - ισχύς λόγω της αύξησης του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης του κινητήρα.

### ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ ΒΑΛΒΙΔΩΝ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ - ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΙ	ΜΕΤ. ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ
ΧΡΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΙΣ - ΕΞΑ) ΒΥΘΙΣΜΑ			
ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ	●	●	
ΡΟΠΗ ΣΕ ΧΑΜΗΛΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ		●	●
ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΡΕΛΑΝΤΙ		●	●
● ΒΕΛΤΙΣΤΟ			

Διάγραμμα 7.3 β : Ενδεικτικό διάγραμμα σύγκρισης συστήματος με αγωνιστικούς και συμβατικούς κινητήρες (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

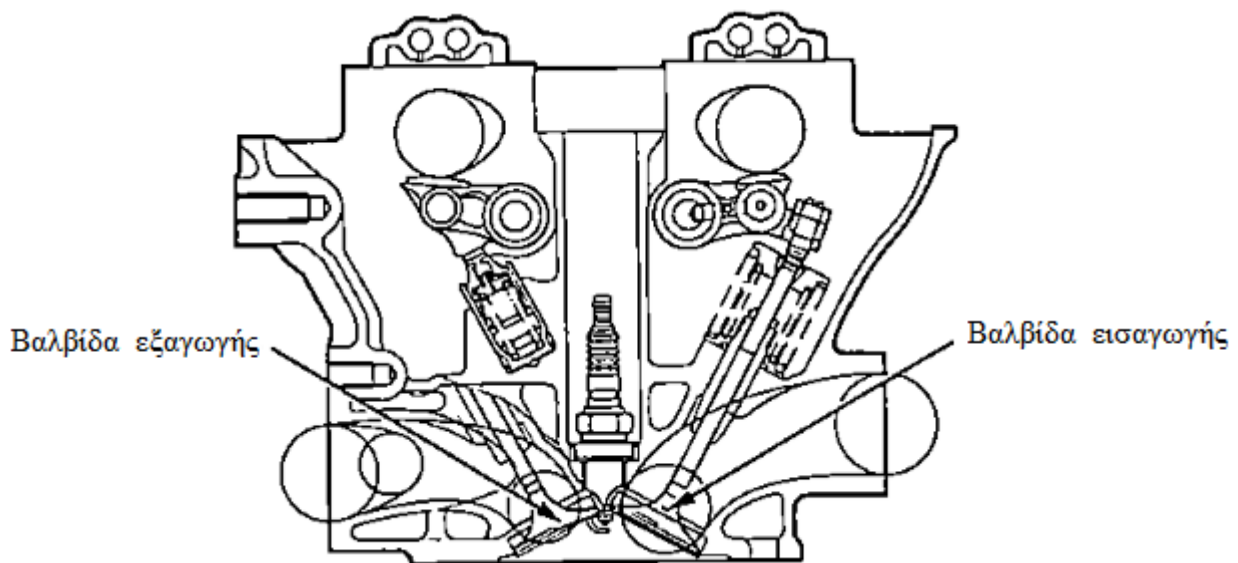
### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Παρατηρώντας το παραπάνω πίνακα , παρατηρούμε τι συμβαίνει σε γενικές γραμμές ανάμεσα στους αγωνιστικούς – συμβατικούς κινητήρες και στον κινητήρα B16A. Οι καμπύλες λειτουργίας βυθίσματος κατά την εισαγωγή – εξαγωγή που υπάρχουν για τον κάθε κινητήρα , μας δείχνουν πως ο κινητήρας B16A με το σύστημα VTEC συνδυάζει ένα συμβατικό με ένα αγωνιστικό κινητήρα με την μεταβολή του χρονισμού και του βυθίσματος. Παρατηρούμε πως τα χαρακτηριστικά του κάθε κινητήρα έχουν έμφαση σε κάποιες επιδόσεις όπως , ο κινητήρας αγωνιστικού τύπου έχει έμφαση στην μέγιστη ισχύ ενώ ο συμβατικός στην ροπή στις χαμηλές στροφές και βέλτιστο ρελαντί με χαμηλούς ρύπους. Παρατηρούμε πως το σύστημα συνδυάζει αυτές τις δύο ρυθμίσεις λειτουργίας του κινητήρα σε έναν και παράγει πολλούς ίππους , μεγάλη ροπή σε όλο το φάσμα λειτουργίας του.

## 7.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΑΛΒΙΔΩΝ - ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗΣ

### 7.4.1 ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗ

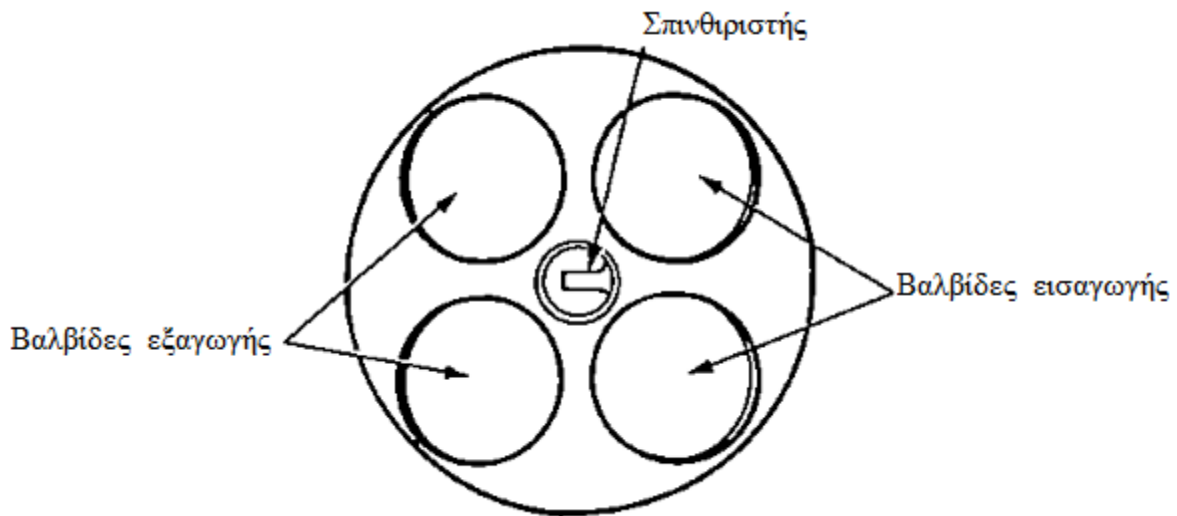
Η κυλινδροκεφαλή είναι ένα ελαφρύ κράμα αλουμινίου , χυτοπρεσσαριστή και εξαιρετική ιδιότητα μετάδοσης της θερμότητας. Η κεφαλή , είναι τοποθετημένη σε ένα μπλοκ κινητήρα και μεταξύ τους παρεμβάλλεται μια φλάντζα.



Εικόνα 7.4.1 α : Πρόοψη Κυλινδροκεφαλής B16A (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

### 7.4.2 ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΑΥΣΗΣ

Ο θάλαμος καύσης είναι συμπαγής με κεντρικό σπινθηριστή. Οι δυο βαλβίδες εισαγωγής και δυο εξαγωγής είναι τοποθετημένες έτσι ώστε να επιτρέπουν την ροή αέρα για την ψύξη τους. Αυτό , μαζί με τις βέλτιστες προδιαγραφές του κινητήρα , τις καλύτερες δυνατές ρυθμίσεις ανάφλεξης , τη σχέση συμπίεσης και το χρονισμό των βαλβίδων έχουν ως αποτέλεσμα , υψηλή απόδοση και εισαγωγής και εξαγωγής και βελτιωμένη απόδοση καύσης.



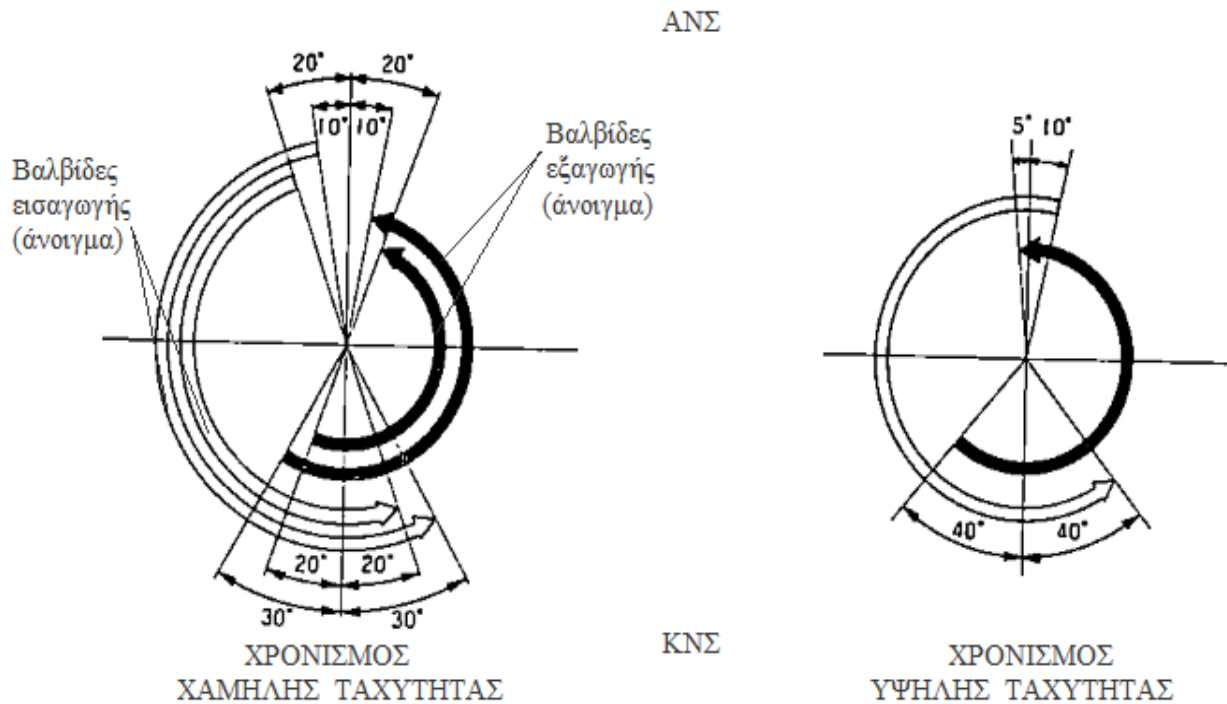
Εικόνα 7.4.2 α : Θάλαμος καύσης – κάτω μέρος κυλινδροκεφαλής (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

#### 7.4.3 ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ



Εικόνα 7.4.3 α : Εκκεντροφόρος άξονας (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

Ο εκκεντροφόρος άξονας είναι χυτός. Με τη βοήθεια της διαστατικής ακρίβειας , έγινε εφικτή η επίτευξη ελάχιστου χώρου μεταξύ των εκκέντρων , επιτρέποντας έτσι μια ποιο συμπαγής κυλινδροκεφαλή. Τα κύρια ρουλεμάν υποστηρίζονται σε έξι περιοδικά σημεία στον εκκεντροφόρο με εξαναγκασμένη λίπανση. Στο αριστερό άκρο του εκάστου του εκκεντροφόρου είναι ένας κινητήριος τροχός. Στο δεξιό άκρο του εκκεντροφόρου εισαγωγής τοποθετείται ένας διανομέας και στον εκκεντροφόρο εξαγωγής προσαρμόζεται μια βαλβίδα ελέγχου για να πραγματοποιείται εναλλαγή μεταξύ ανύψωσης της βαλβίδας και χρονισμού. Οι κύκλοι εξαγωγής και εισαγωγής απαιτούν ένα σύνολο 24 εκκέντρων για το άνοιγμα και το κλείσιμο των βαλβίδων.



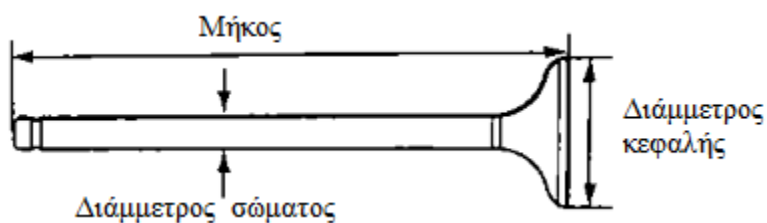
Διάγραμμα 7.4.3 α : Σπειροειδές διάγραμμα γωνίας λειτουργίας στροφαλοφόρου (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

Εδώ παρατηρούμε τις μοίρες γωνίας στροφαλοφόρου άξονα κατά την λειτουργία του κινητήρα σε χαμηλές και υψηλές στροφές. Παρατηρούμε πόσες μοίρες πριν το έμβολο να φτάσει στο ΚΝΣ ανοίγουν οι βαλβίδες εισαγωγής κατά την παλινδρόμηση εμβόλου και πόσες μοίρες οι βαλβίδες εξαγωγής αντίστοιχα. Παρατηρώντας το παραπάνω σχήμα καταλαβαίνουμε την λειτουργία ανοίγματος – κλεισίματος των βαλβίδων κατά την χαμηλή και υψηλή ταχύτητα.

#### 7.4.4 ΒΑΛΒΙΔΕΣ

Οι βαλβίδες ανοίγουν και κλείνουν από τα ωστήρια (κοκοράκια) τα οποία λειτουργούν από τον εκκεντροφόρο άξονα. Ο λόγος του μοχλοβραχίονα ρυθμίζεται στη βέλτιστη τιμή , διατηρώντας την ανύψωση του εκκέντρου στο ελάχιστο ενώ αυξάνεται η ανύψωση της βαλβίδας , βελτιώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα εισαγωγής - εξαγωγής.

#### 7.4.4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΒΑΛΒΙΔΩΝ (mm)



Εικόνα 7.4.4.1 α : Χαρακτηριστικά των βαλβίδων (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

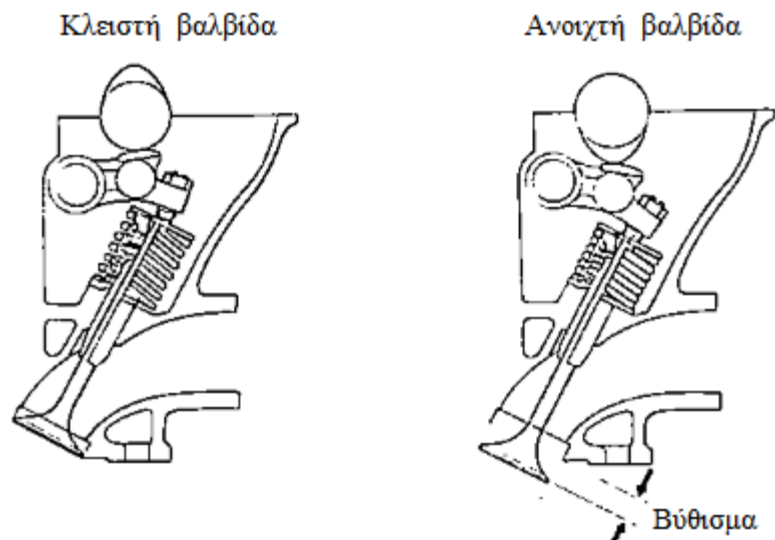
#### ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Μέρος \ Βαλβίδα	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΕΞΑΓΩΓΗ
Διάμετρος κεφαλής	Φ 33	Φ 28
Διάμετρος σώματος	5.5	5.5
Μήκος	102.35	102.55
Βύθισμα Βαλβίδας	8.0 / 5.0 * 10.4	7.5 / 4.5 / * 9.4

\* Υψηλή ταχύτητα

Πίνακας 7.4.4.1 α : Χαρακτηριστικά (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

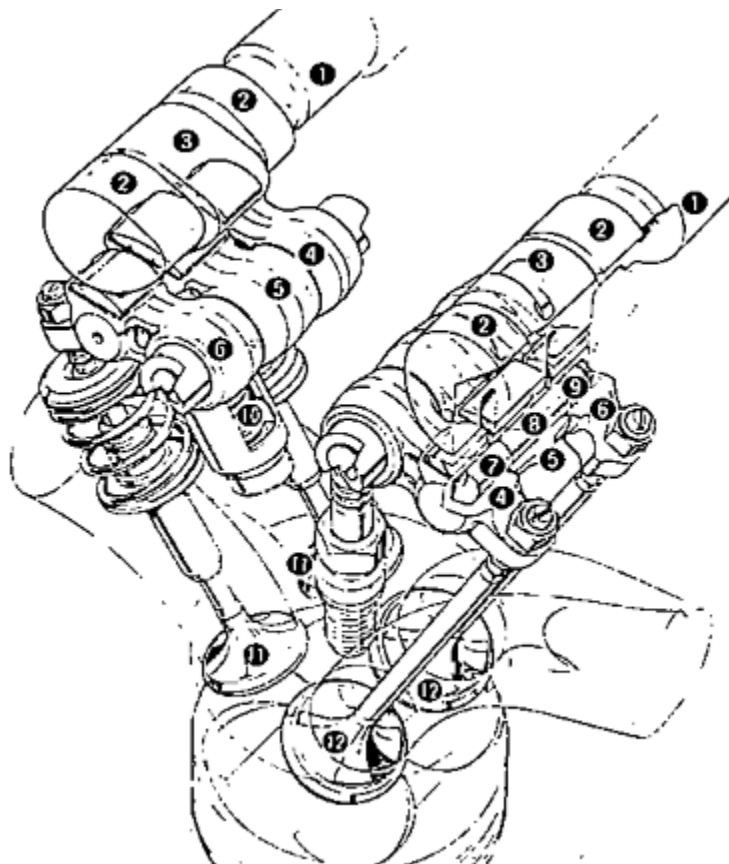




Εικόνα 7.4.4.1 β : Πλάγια Όψη συστήματος βαλβίδων και βύθισμα (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

## 7.5 ΣΥΣΤΗΜΑ DOHC V – TEC B16A

Στον μεταβλητό χρονισμό και βυθίσματος της HONDA , ο μηχανισμός τεσσάρων βαλβίδων ανά κύλινδρο είναι εξοπλισμένος με ένα τρίτο ωστήριο (το ενδιάμεσο) και ένα τρίτο έκκεντρο και στις δύο πλευρές εισαγωγής – εξαγωγής. Υδραυλική ράβδος σύμπλεξης έχει κατασκευαστεί μέσα στο ενδιάμεσο ωστήριο και το αριστερό και τρίτο ωστήριο συμπλέκεται με το ενδιάμεσο ή αποσυμπλέκεται. Το κάθε ένα από αυτά τα τρία έκκεντρα τις εισαγωγής – εξαγωγής είναι μοναδικό. Το κεντρικό (ενδιάμεσο) έκκεντρο είναι για την λειτουργία υψηλών στροφών , ενώ τα άλλα δυο είναι για την λειτουργία χαμηλών στροφών. Το μεσαίο ωστήριο είναι εξοπλισμένο με ένα συμπληρωματικό ελατήριο με λειτουργία απώλειας κίνησης για μείωση της ποσότητας αναπαραγωγής του βραχίονα (ωστηρίου) στην περιοχή χαμηλών ταχυτήτων και για να κάνει την κίνηση ομαλότερη στο φάσμα υψηλών στροφών.



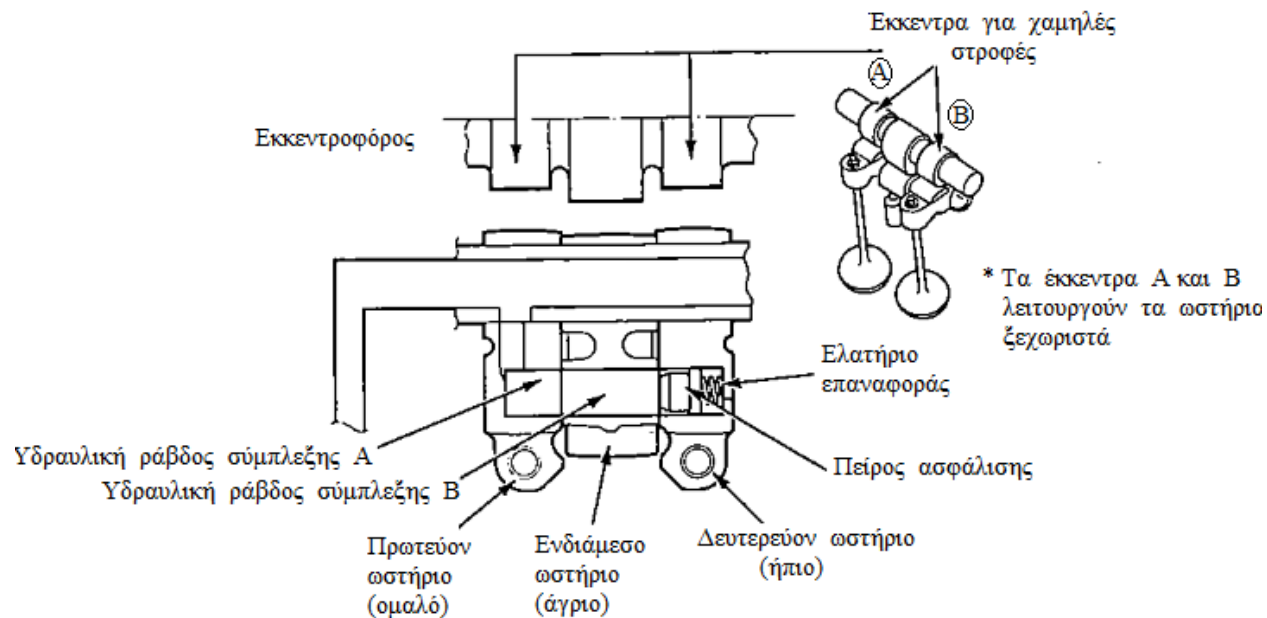
1. Εκκεντροφόρος
2. Εκκεντρο χαμηλών στροφών
3. Εκκεντρο υψηλών στροφών
4. Αρχικό ωστήριο (ομαλό)
5. Ενδιάμεσο ωστήριο (άγριο)
6. Δευτερεύον ωστήριο (ήπιο)
7. Υδραυλική ράβδος σύμπλεξης A
8. Υδραυλική ράβδος σύμπλεξης B
9. Πείρος ασφάλισης
10. Ελατήριο απώλειας κίνησης
11. Βαλβίδα εξαγωγής
12. Βαλβίδα εισαγωγής

Εικόνα 7.5 α : Σύστημα V-TEC στον κινητήρα B16A (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

## 7.6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

### 7.6.1 ΣΤΙΣ ΧΑΜΗΛΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ

Όπως φαίνεται παρακάτω στο σχήμα , το ομαλό και το ήπιο ωστήριο είναι τοποθετημένα στις δύο πλευρές δίπλα από το άγριο ωστήριο , δεν είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με το ενδιάμεσο (άγριο) ωστήριο αλλά λειτουργούν ξεχωριστά από τα έκκεντρα A και B σε διαφορετικό χρονισμό και βύθισμα. Παρόλο που το ενδιάμεσο ωστήριο είναι συνδεδεμένο στο κεντρικό έκκεντρο με το ελατήριο απώλειας κίνησης , είναι άσχετο (δεν έχει σημασία) για το άνοιγμα και το κλείσιμο των βαλβίδων στην περιοχή χαμηλών στροφών.

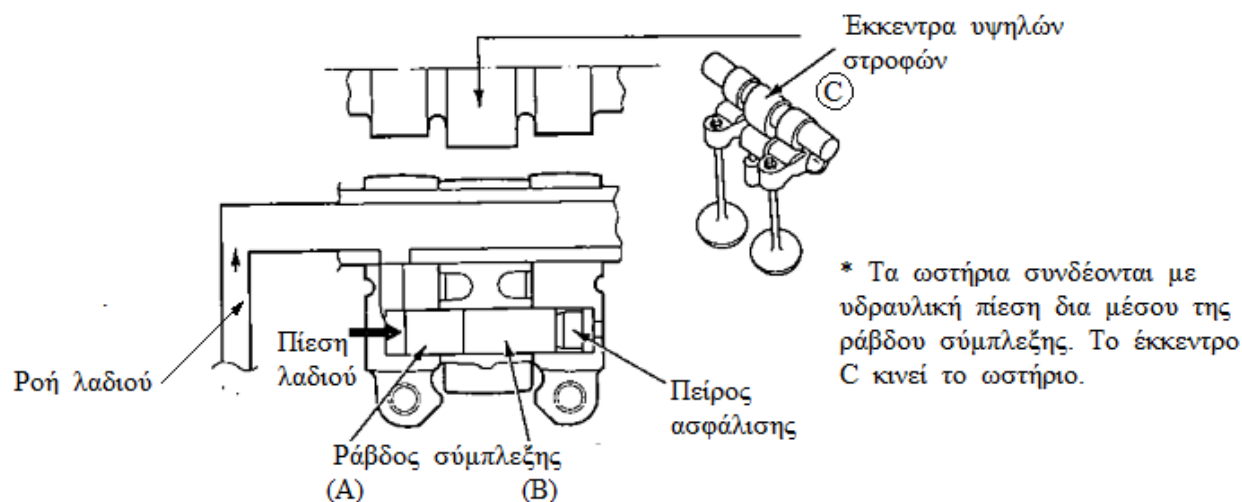


Εικόνα 7.6.1 α : Λειτουργία χαμηλών στροφών (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

## 7.6.2 ΣΤΙΣ ΥΨΗΛΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ

### ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Όταν το όχημα κινείται σε υψηλές ταχύτητες , η υδραυλική ράβδος σύμπλεξης , κινείται όπως φαίνεται παρακάτω στο σχήμα , το ωστήριο ομαλής λειτουργίας (ομαλό) και το ωστήριο υψηλών στροφών (άγριο) , συνδέονται από τις δύο υδραυλικές ράβδους (όπως ένα σουβλάκι) , και τώρα τα τρία ωστήρια ενσωματώνονται και κινούνται σαν ένα σώμα. Σε αυτή την κατάσταση , τα ωστήρια κινούνται από τα έγκεντρα C στις υψηλές ταχύτητες , κάτι το οποίο σημαίνει πως οι βαλβίδες κινούνται με το χρονισμό και το βύθισμα του εκκέντρου όπου είναι φτιαγμένο για της υψηλές ταχύτητες.



Εικόνα 7.6.2 α : Λειτουργία VTEC στις υψηλές ταχύτητες (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

Παρατηρώντας το παραπάνω σχήμα , βλέπουμε την λειτουργία εφαρμογής του συστήματος VTEC στον κινητήρα B16A κατά την υψηλή ταχύτητα όπως εξηγήσαμε παραπάνω. Στο σχήμα υπάρχει και ένα ελατήριο επαναφοράς της ράβδους σύμπλεξης το οποίο δεν φαίνεται καθαρά στο σχήμα πλέον γιατί έχει συμπιεστεί από αυτήν μέσω υδραυλικής πίεσης. Στην περίπτωση απεμπλοκής του συστήματος , το ελατήριο επαναφοράς επαναφέρει το σύστημα στην αρχική του κατάσταση και ο κινητήρας λειτουργεί με τα ήπια – ομαλά έκκεντρα του εκκεντροφόρου άξονα.

## 7.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

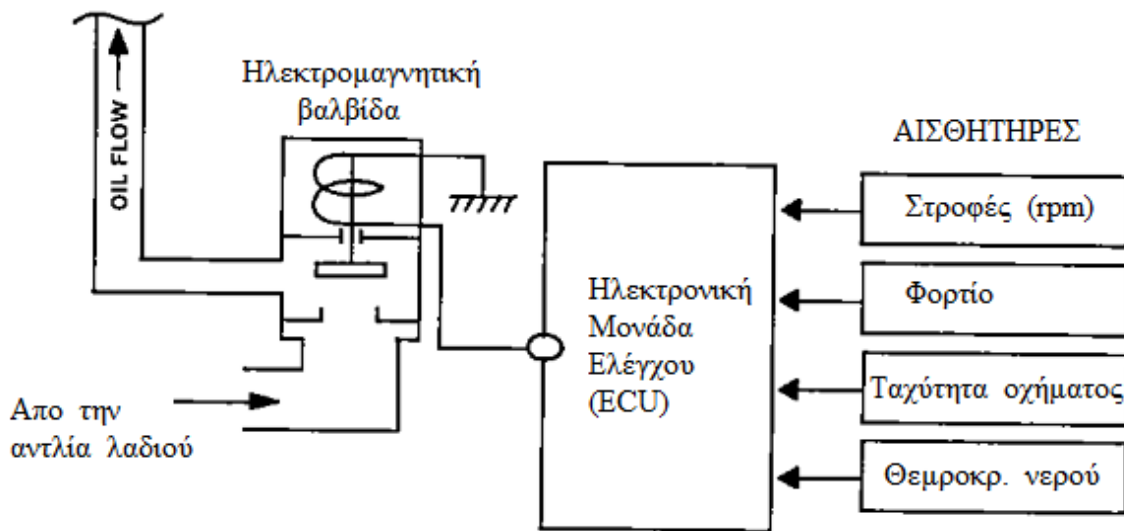
Το σύστημα ελέγχου του μηχανισμού VTEC , όπως φαίνεται στο σχήμα παρακάτω , εντοπίζει συνεχώς τις διάφορες αλλαγές που συμβαίνουν στον κινητήρα όπως το φορτίο , τις στροφές και την ταχύτητα του οχήματος. Αυτές οι πληροφορίες μεταφέρονται στην μονάδα ελέγχου του οχήματος (ECU) για τον ακριβή έλεγχο και ρύθμιση για ομαλή λειτουργία υπό οποιοσδήποτε συνθήκες λειτουργίας.

## 7.8 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΝΑΛΛΑΓΗΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ

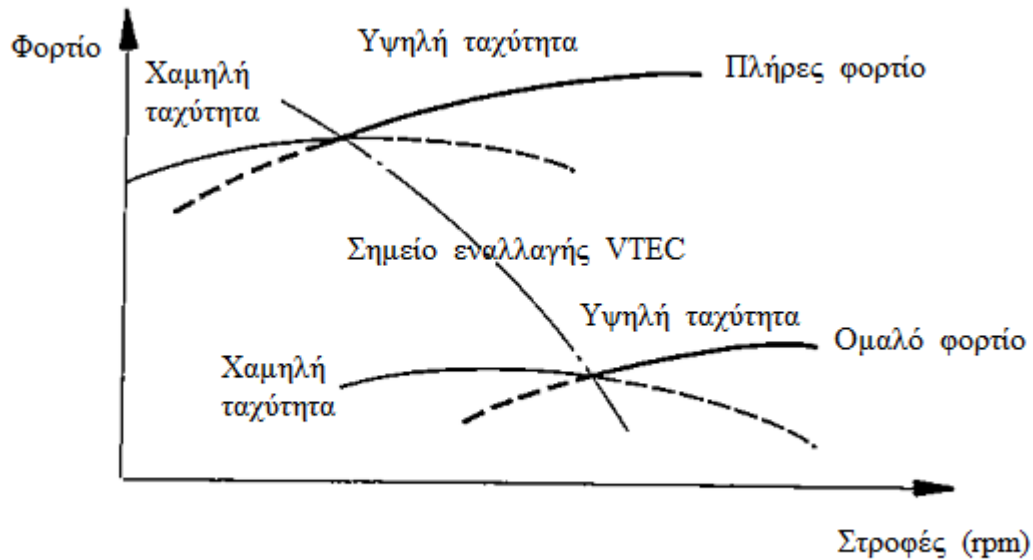
ΣΤΡΟΦΕΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ : ΠΑΝΩ ΑΠΟ 5,300 rpm

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ : ΠΑΝΩ ΑΠΟ 30 km / h

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ : ΠΑΝΩ ΑΠΟ 60 °C



Εικόνα 7.8 α : Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).



Διάγραμμα 7.8 α : Ενδεικτικό διάγραμμα εναλλαγής VTEC (Πηγή: [http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

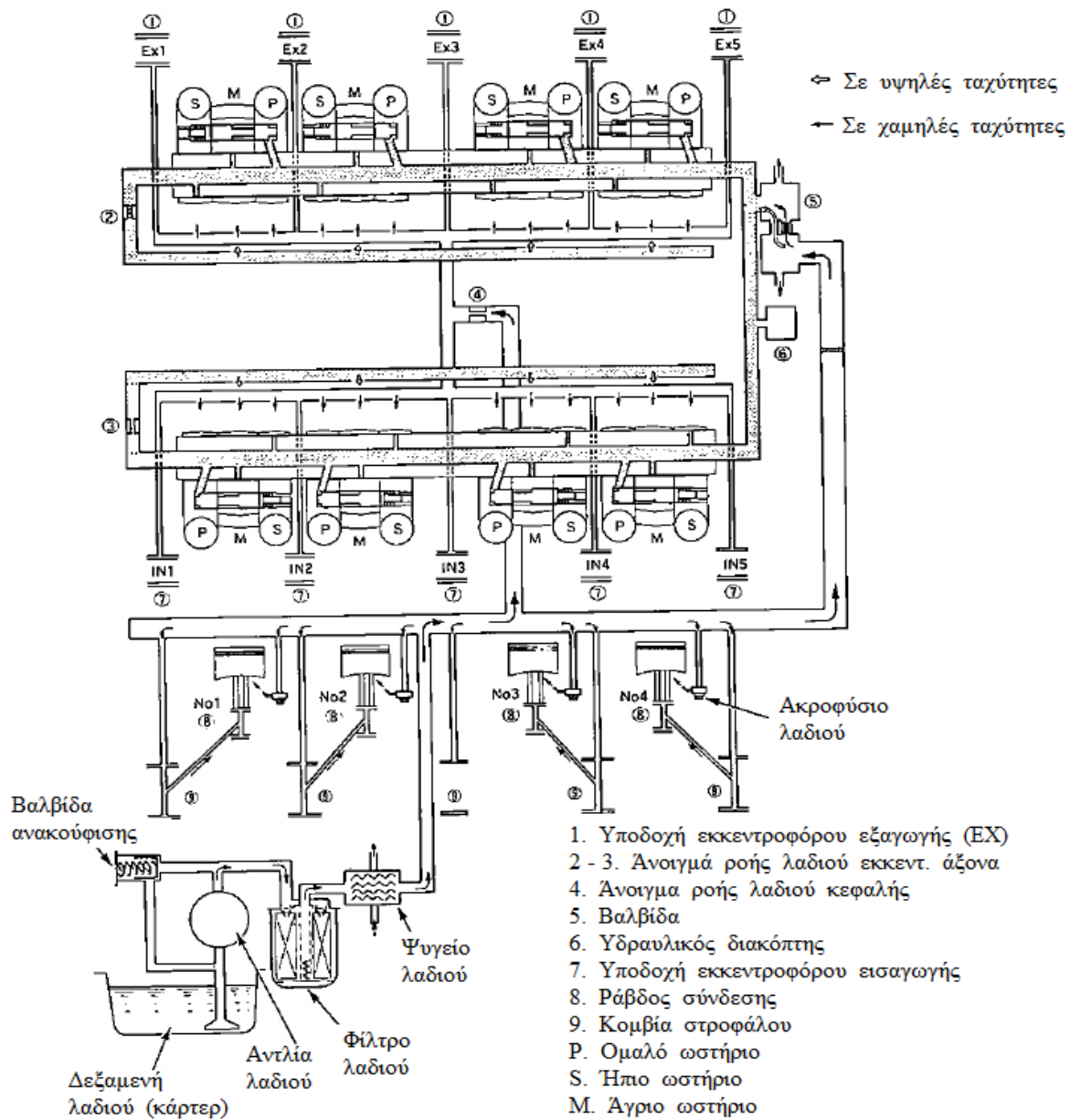
Το διάγραμμα αυτό , μας δείχνει το σημείο εναλλαγής VTEC σε σχέση με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα. Παρατηρούμε πώς το σημείο εναλλαγής του συστήματος αλλάζει και δεν εξαρτάται μόνο από τις στροφές του κινητήρα αλλά και από άλλους παράγοντες και ένας πολύ σημαντικός είναι το φορτίο του κινητήρα. Παρατηρούμε πως κατά το πλήρες φορτίο του κινητήρα , το σημείο εναλλαγής επεμβαίνει σε ποιά χαμηλές στροφές ενώ στο ομαλό φορτίο , το σημείο εναλλαγής επεμβαίνει όταν ο κινητήρας φτάσει σε μεγάλο εύρος στροφών.

(Εγχειρίδιο οχήματος Honda coupe CRX).



## 7.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

### 7.9.1 ΡΟΗ ΛΑΔΙΟΥ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

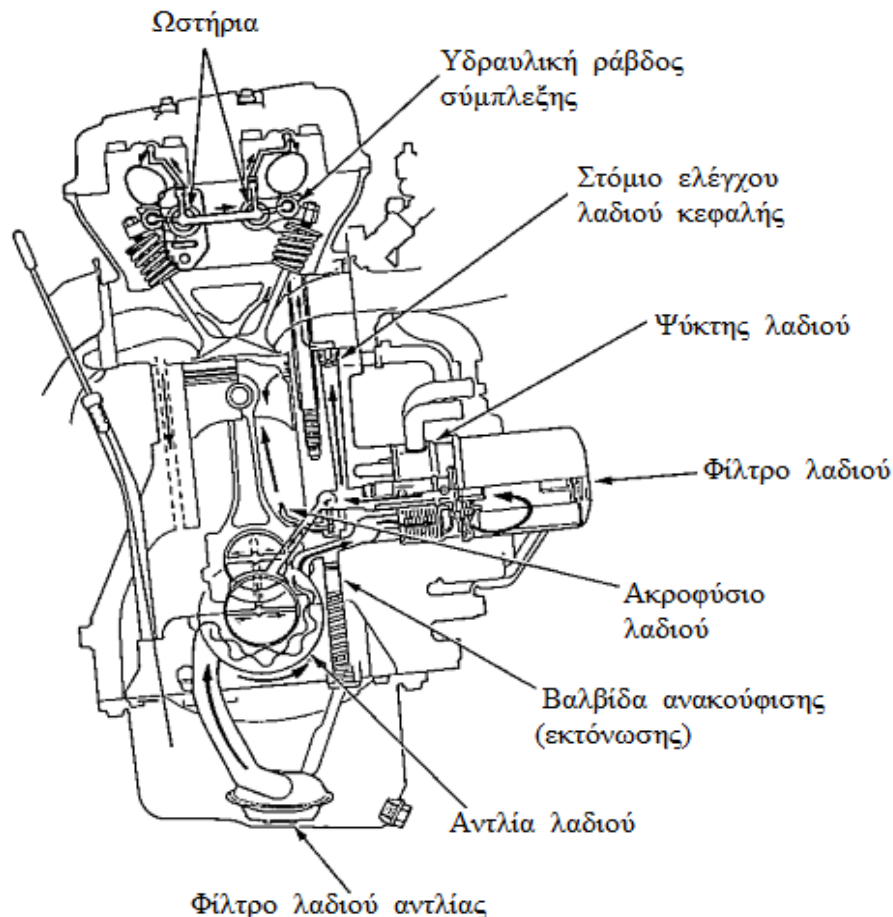


Εικόνα 7.9.1 α : Ροή λαδιού στο σύστημα (Πηγή:

[http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

## 7.10 ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΛΑΔΙΟΥ

Το σύστημα λίπανσης είναι πλήρως φιλτραρισμένο κλειστού κυκλώματος. Η αντλία λαδιού είναι απευθείας συνδεδεμένη με τον στροφαλοφόρο , το λάδι όπου υπάρχει στην αντλία λαδιού περνάει από το φίλτρο λαδιού (της αντλίας) και στη συνέχεια με πίεση ρυθμίζεται από την βαλβίδα εκτόνωσης. Τότε , φιλτράρετε από το φίλτρο λαδιού και κινείται προς το μπλοκ του κινητήρα και στην κυλινδρικήκεφαλή. Μια πλάκα διαφράγματος υπάρχει στη δεξαμενή λαδιού η οποία βοηθάει στην ελαχιστοποίηση των μεταβολών που δέχεται το λάδι μέσα στη δεξαμενή κατά την οδήγηση η οποία επηρεάζει την ποσότητα λαδιού. Τα ακροφύσια λαδιού που υπάρχουν στο μπλοκ του κινητήρα παρέχουν λίπανση στα έμβολα και στα τοιχώματα του κυλίνδρου.



Εικόνα 7.10 α : Διαδρομή λαδιού κινητήρα(Πηγή:  
[http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC\\_Supplement.pdf](http://www.carenthusiast.com/crxuk/VTEC_Supplement.pdf)).

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα αυτή εργασία , το αντικείμενο ήταν ο μεταβλητός χρονισμός των βαλβίδων με συγκεκριμένο σύστημα το σύστημα μεταβλητού χρονισμού και βυθίσματος V-TEC της HONDA. Αναφέρθηκαν η ιστορία των συστημάτων γενικά , η ανάπτυξη που δέχθηκε ο μεταβλητός χρονισμός από διάφορες κατασκευαστικές εταιρίες καθώς και η γενική λειτουργία του μεταβλητού χρονισμού. Αναλύθηκε η ανάπτυξη του μεταβλητού χρονισμού V-TEC της HONDA , με όλες τις εφαρμογές του με κύριο στοιχείο το θρυλικό για την εποχή κινητήρα B16A και όλη την φιλοσοφία του.

Με την υλοποίηση και ανάλυση του συστήματος αυτού και γενικά του μεταβλητού χρονισμού των βαλβίδων , συμπεραίνουμε την σημαντικότητα του μεταβαλλόμενου χρονισμού των βαλβίδων στον κινητήρα καθώς και όλα τα σημαντικά πλεονεκτήματα του συστήματος. Παρατηρούμε πώς ο ατμοσφαιρικός κινητήρας αναπτύσσει μεγάλες επιδόσεις και πόσο σημαντικός είναι ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης του για την ανάπτυξη της ισχύς και ροπής του. Παρατηρούμε πώς είναι εφικτό με ένα σύστημα να πετύχουμε μεγάλες επιδόσεις , χαμηλότερη κατανάλωση και καλύτερη διαχείριση του κύκλου λειτουργίας ενός κινητήρα αλλά και πώς ένα σύστημα αναπτύσσεται από την αρχή της εφεύρεσης του έως σήμερα. Τέλος , συμπεραίνουμε πώς μία εφεύρεση εξελίσσεται σύμφωνα με τα κοινωνικά κριτήρια και πόσο σημαντικό είναι αυτό για την ίδια την εταιρία κατασκευής αλλά και ολόκληρο τον κόσμο.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ΒΙΒΛΙΑ

Μηχανική αυτοκινήτων του Ν.Κ.Γiri

Εγχειρίδιο κατασκευής και λειτουργίας κινητήρα Β16α μοντέλου HONDA Coupe CRX.

Brauer , Carl. Ο μεταβλητός χρονισμός είναι τα πάντα.

Coleman , Dave. Μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων

Schwaller , Anthony E. Ολοκληρωμένη τεχνολογία οχημάτων 4<sup>η</sup> έκδοση

Sherwood , Bill. Σύγκριση συστημάτων TOYOTA VVT και HONDA V-TEC.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

[http://Temple of vtec ASIA since 1996](http://Templeofvtec.com)

<http://en.wikipedia.org/wiki/i-VTEC>

<http://www.i-VTEC.net>

<http://www.articlesnatch.com/Article/i-VTEC/>

<http://www.howstuffworks.com>

<http://www.austince.edu/wkibbe/vvt.htm>

