

ΒΡΑΪΛΑΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ ΠΕ-82
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ(EGR VALVE)

Το σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων ή EGR είναι ένα από τα πολλά συστήματα ελέγχου εκπομπών οχημάτων. Βοηθά στη μείωση της ποσότητας των οξειδίων του αζώτου (NOx) στα καυσαέρια. Τα οξείδια του αζώτου σχηματίζονται κανονικά κατά τη διαδικασία καύσης στους κυλίνδρους του κινητήρα.

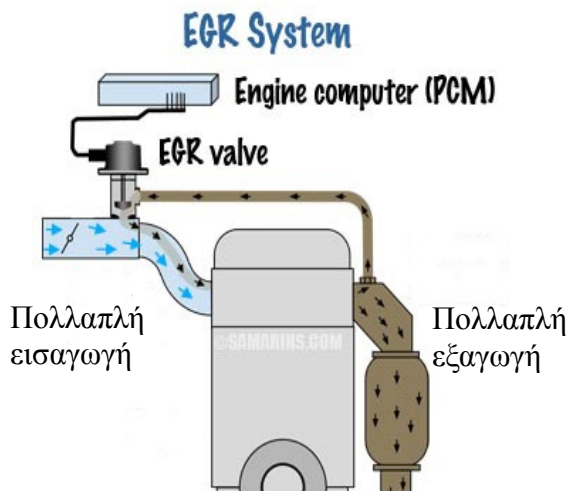
Ωστόσο ο σχηματισμός τους αυξάνεται δραματικά σε υψηλότερες θερμοκρασίες καύσης (πάνω από 1600°C ή 2912°F)

Οι υψηλότερες θερμοκρασίες καύσης είναι επίσης επιβλαβείς για τον κινητήρα. Ένα από τα αποτελέσματα που προκαλούνται από τις υψηλές θερμοκρασίες καύσης είναι η προανάφλεξη ή η έκρηξη (ring), όταν το μείγμα αέρα / καυσίμου αναφλέγεται στους κυλίνδρους όχι από τη σπίθα, αλλά από υπερβολική θερμότητα. Επειδή συμβαίνει σε λάθος χρόνο, πριν από τον σπινθήρα, η έκρηξη προσθέτει πίεση στα εξαρτήματα του κινητήρα

Η παρατεταμένη έκρηξη μπορεί να προκαλέσει βλάβη στις βαλβίδες, τα έμβολα και άλλα μέρη. Ένας υπερσυμπιεστής αποτυγχάνει επίσης νωρίτερα όταν εκτίθεται σε υπερβολική θερμότητα.

Το σύστημα EGR μειώνει τη θερμοκρασία καύσης εκτρέποντας ένα μικρό μέρος των καυσαερίων πίσω στην πολλαπλή εισαγωγής.

Πώς λειτουργεί; Τα καυσαέρια δεν είναι πλέον εύφλεκτα. Η αραιώση του αέρα εισαγωγής με καυσαέρια καθιστά το φορτίο αέρα / καυσίμου λιγότερο εύφλεκτο. Δεν είναι όλα τα οχήματα εξοπλισμένα με σύστημα EGR. Πολλά νεότερα αυτοκίνητα χρησιμοποιούν μεταβλητό χρονισμό βαλβίδων και άλλα μέσα για τον έλεγχο των θερμοκρασιών καύσης και των εκπομπών NOx.

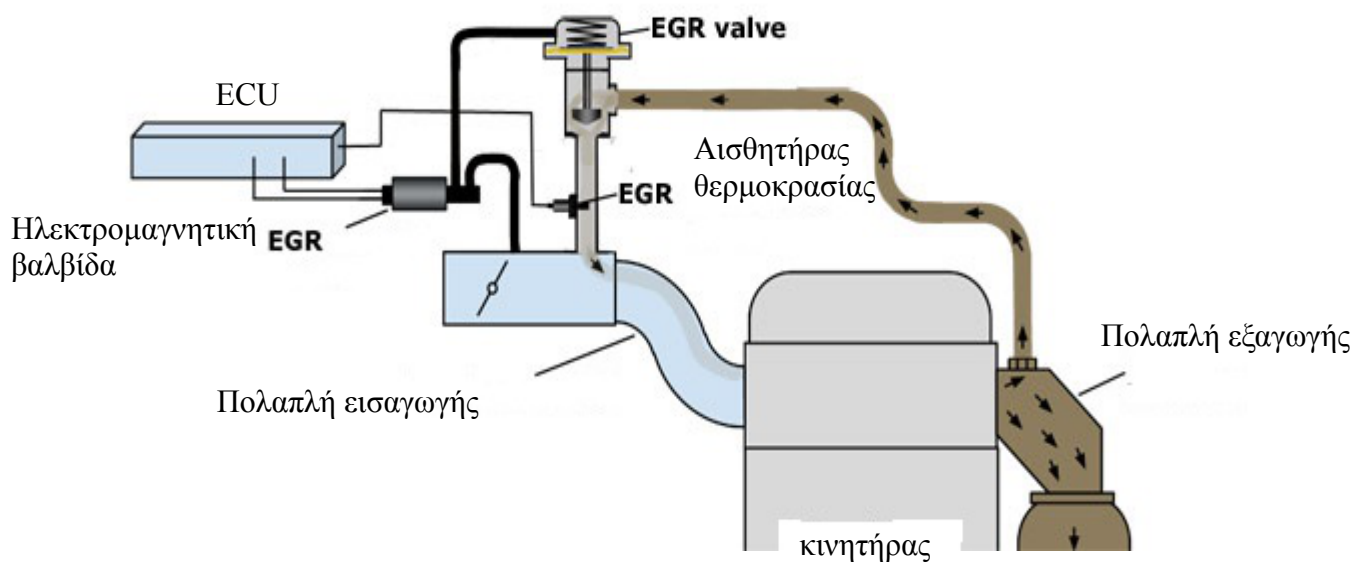


Πώς ο υπολογιστής του κινητήρα ή το PCM ελέγχει τη ροή του συστήματος EGR: Ο υπολογιστής του κινητήρα (PCM) ανοίγει ή κλείνει τη βαλβίδα EGR για τον έλεγχο της ροής εντός του συστήματος EGR. Η βαλβίδα EGR συνδέει την

πολλαπλή εξαγωγής με την πολλαπλή εισαγωγής. Η βαλβίδα EGR είναι συνήθως κλειστή. Δεν υπάρχει ροή EGR όταν ο κινητήρας είναι κρύος, σε κατάσταση αδράνειας ή κατά τη διάρκεια σκληρής επιτάχυνσης. Η ροή της βαλβίδας EGR βρίσκεται στο αποκορύφωμά της κατά τη διάρκεια σταθερής πορείας υπό μερικό φορτίο.

Σε ορισμένα αυτοκίνητα, η βαλβίδα EGR λειτουργεί από έναν ενεργοποιητή κενού. Τα σύγχρονα αυτοκίνητα διαθέτουν ηλεκτρική βαλβίδα EGR με κινητήρα βηματισμού. **Πώς όμως παρακολουθείται η ροή του συστήματος EGR:** Η PCM ελέγχει περιοδικά το σύστημα EGR μαζί με άλλα συστήματα ελέγχου εκπομπών. Εάν η ροή είναι περισσότερο ή λιγότερο από το αναμενόμενο, το PCM ανιχνεύει ένα σφάλμα και ανάβει τη λυχνία Check Engine στον πίνακα οργάνων.

Υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι παρακολούθησης της ροής EGR. Ορισμένα αυτοκίνητα χρησιμοποιούν έναν αισθητήρα θερμοκρασίας EGR εγκατεστημένο στο τμήμα εισαγωγής του συστήματος EGR. Όταν ανοίγει η βαλβίδα EGR, η θερμοκρασία στην πλευρά εισαγωγής αυξάνεται από τα καυτά καυσαέρια.

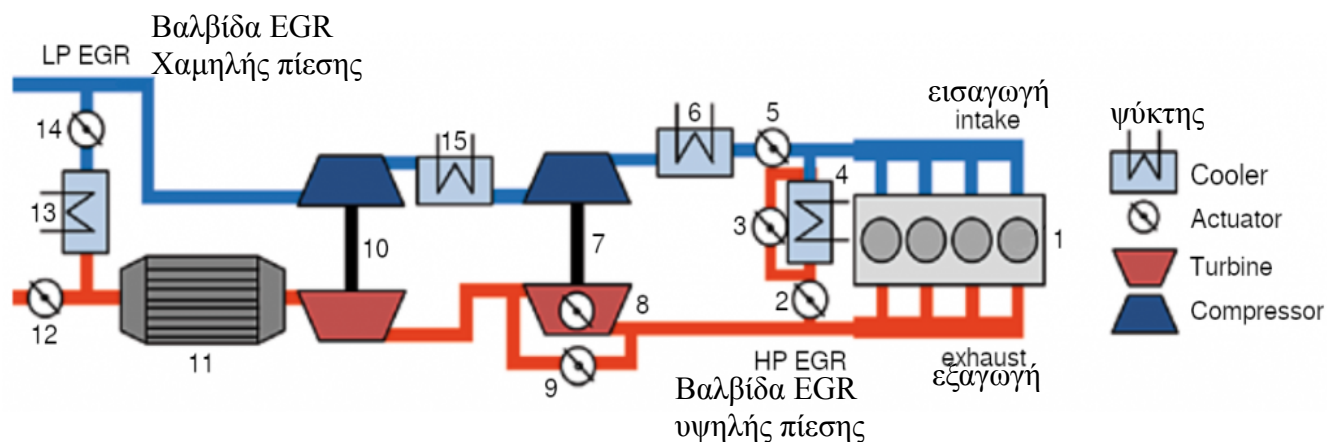


Η ανακυκλοφορία καυσαερίων (EGR) είναι η πιο κοινή τεχνολογία για τη μείωση των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NOx) στους κινητήρες εσωτερικής καύσης

Το μεγαλύτερο μέρος του συστήματος της βαλβίδας EGR περιέχει τουλάχιστον ένα από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- Βαλβίδα EGR
- Ψυγείο EGR (προαιρετικό)
- Παράκαμψη ψύξης EGR (προαιρετικό)
- βαλβίδα γκαζιού εισαγωγής

Ορισμένα οχήματα διαθέτουν συστήματα EGR υψηλής και χαμηλής πίεσης, πράγμα που σημαίνει ότι τα εξαρτήματα EGR διπλασιάζονται.



Εικόνα: Διάταξη ανακυκλοφορίας καυσαερίων υψηλής και χαμηλής πίεσης (EGR) [1] μπλοκ κινητήρα

1. Βαλβίδα EGR (υψηλή πίεση)
2. Παράκαμψη ψύξης EGR (υψηλή πίεση)
3. Ψυγείο EGR (υψηλή πίεση)
4. γκαζιού εισαγωγής (υψηλό pressure)
5. intercooler δεύτερου σταδίου (είσοδος αέρα)
6. υπερσυμπιεστής δεύτερου σταδίου
7. μηχανισμός ενεργοποίησης μεταβλητής γεωμετρίας (στρόβιλος)
8. σπατάλη
9. υπερσυμπιεστής πρώτου σταδίου
10. φίλτρο σωματιδίων ντίζελ

- 11.γκάζι εξάτμισης (χαμηλή πίεση)
- 12.Βαλβίδα EGR (χαμηλή πίεση)
- 13. Ψυγείο EGR (χαμηλή πίεση)
- 14.intercooler πρώτου σταδίου (εισαγωγή αέρα)

Η κύρια λειτουργία μιας βαλβίδας EGR είναι να επιτρέψει στα καυσαέρια να ρέουν από την πολλαπλή εξαγωγής στην πολλαπλή εισαγωγής.

Η συντριπτική πλειονότητα των βαλβίδων στην παραγωγή, μέχρι τα πρότυπα εκπομπών Euro 3, είχε μια βαλβίδα εσωτερικού ανοίγματος που λειτουργεί από έναν ενεργοποιητή κενού.Οι πρώτες εκδόσεις της πνευματικής βαλβίδας EGR δεν χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για να μετακινήσουν την πραγματική βαλβίδα, αλλά έναν άξονα συνδεδεμένο με ένα διάφραγμα σε κύλινδρο κενού.Σε σύγκριση με μια ηλεκτρική ενεργοποιημένη βαλβίδα EGR, το κύριο πλεονέκτημα της πνευματικής βαλβίδας είναι το χαμηλό κόστος, η έλλειψη μηχανικής μετάδοσης και η απλότητα.



Εικόνα: Πνευματική βαλβίδα EGR

Τα άλλα πλεονεκτήματα της πνευματικής βαλβίδας EGR είναι: αντίσταση σε υψηλές θερμοκρασίες, ειδικά απουσία αισθητήρα θέσης (χωρίς ηλεκτρική σύνδεση), και το μικρό μέγεθος και χαμηλή μάζα της συνολικής βαλβίδας.

Ανάλογα με τον αναμενόμενο χρόνο απόκρισης και το απόθεμα διαθέσιμου κενού για την κίνηση της βαλβίδας, το μέγεθος του διαφράγματος και του κυλίνδρου κενού μπορεί να είναι σημαντικό.Τα μειονεκτήματα των πνευματικών βαλβίδων EGR είναι:

- α) χαμηλή δύναμη ενεργοποίησης για άνοιγμα
- β)το κλείσιμο εξασφαλίζεται μόνο με ένα ελατήριο επιστροφής (σε περίπτωση εναπόθεσης αιθάλης στη βαλβίδα, δεν είναι δυνατή η αφαίρεση της εναπόθεσης με γρήγορο κλείσιμο / θραύση της βαλβίδας, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμη ανοιχτή θέση)

Οι ηλεκτρικοί ενεργοποιητές έχουν πλέον γίνει το πρότυπο χάρη στον ταχύτερο, ακριβέστερο έλεγχο, που ταιριάζει στα αυστηρότερα πρότυπα

εκπομπών. Οι σύγχρονες ηλεκτρικές βαλβίδες EGR, ανεξάρτητα από το αν είναι τοποθετημένες σε σύστημα EGR χαμηλής πίεσης ή υψηλής πίεσης, αποτελούνται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- 1). βαλβίδα, η οποία με το άνοιγμα / κλείσιμο μεταβάλλει την περιοχή ροής αερίο
- 2).ενεργοποιητής(ηλεκτρικός), ο οποίος παρέχει την απαραίτητη δύναμη για το άνοιγμα / κλείσιμο της βαλβίδας
- 3).σώμα βαλβίδας, το οποίο συγκρατεί τη βαλβίδα, τον ενεργοποιητή, καθώς και το ελατήριο επιστροφής και άλλα μηχανικά εξαρτήματα
- 4).αισθητήρας θέσης, ο οποίος μεταδίδει στη μονάδα ελέγχου κινητήρα τη θέση της βαλβίδας
- 5).θήκη , η οποία περιέχει τον αισθητήρα θέσης και τις ηλεκτρικές συνδέσεις

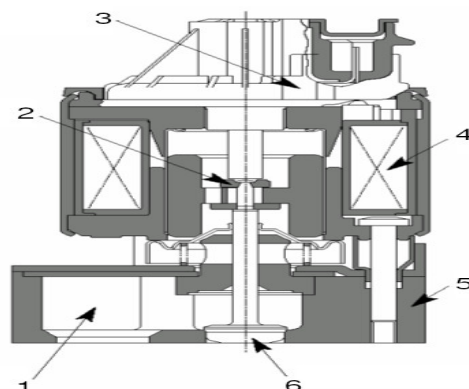
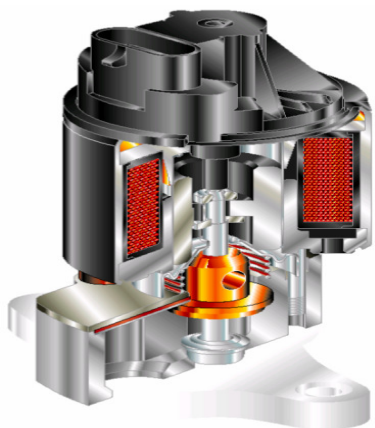


Εικόνα: Ηλεκτρική βαλβίδα EGR

Οι ηλεκτρικές ενεργοποιημένες βαλβίδες EGR μπορεί να έχουν βαλβίδες poppet που ανοίγουν προς τα μέσα ή προς τα έξω, ανάλογα με τον τύπο του ενεργοποιητή. Τα γραμμικά σωληνοειδή, οι βηματικοί κινητήρες, οι κινητήρες ροπής και οι κινητήρες DC είναι οι κύριοι τύποι ηλεκτρικών ενεργοποιητών που χρησιμοποιούνται και αναπτύσσονται από διάφορους προμηθευτές εξαρτημάτων EGR. Αυτά προσφέρουν το πλεονέκτημα της ταχύτερης και ακριβέστερης λειτουργίας σε σύγκριση με ένα συμβατικό κενό (πνευματικό) σύστημα που λειτουργεί.

Το σωληνοειδές είναι ένας ηλεκτρομαγνήτης που αποτελείται από ένα πηνίο (ηλεκτρικό κύκλωμα) και έναν πυρήνα μαλακού σιδήρου (μαγνητικό κύκλωμα), ο οποίος δημιουργεί ένα προσανατολισμένο μαγνητικό πεδίο. Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα περνά μέσα από το πηνίο, το προκύπτον μαγνητικό πεδίο τραβά έναν σίδηρο άξονα που ανοίγει τη βαλβίδα. Ο χρόνος απόκρισης της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας είναι χαμηλότερος σε σύγκριση με

έναν ηλεκτρικό κινητήρα, αλλά έχει καλή απαγωγή θερμότητας από την περιέλιξη (στάτορας) στο πλαίσιο.



Εικόνα: Γραμμική (ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα) EGR βαλβίδα - εξαρτήματα όπου:

- 1.είσοδος καυσαερίων
- 2.οπλισμός
- 3.αισθητήρας θέσης
- 4.συγκρότημα πηνίων
- 5.το σώμα της βαλβίδας
- 6.βαλβίδα (καυσαέρια)

Η δύναμη ενεργοποίησης που παράγεται από το σωληνοειδές είναι ανάλογη με το τετράγωνο της μαγνητικής επαγωγής και είναι δυνατή μόνο σε μία κατεύθυνση (άνοιγμα).Για την αντίθετη κατεύθυνση (κλείσιμο) η βαλβίδα έχει ένα μηχανικό ελατήριο επιστροφής. Η διαφορά στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των δύο κατευθύνσεων ενεργοποίησης (γρήγορη ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα έναντι αργού ελατηρίου) καθιστά τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες αρκετά δύσκολο να ελεγχθούν. Ένα άλλο μειονέκτημα του σωληνοειδούς είναι η χαμηλή δύναμη ενεργοποίησης, η οποία τα καθιστά πολύ ευαίσθητα σε δονήσεις στον ίδιο άξονα με τη δύναμη ενεργοποίησης.

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος (DC) χρησιμοποιούνται επίσης για την ενεργοποίηση των βαλβίδων EGR.Ο κινητήρας DC επομένως περιέχει έναν ρότορα, που αποτελείται από έναν μεταλλικό πυρήνα με περιέλιξη χαλκού, και έναν στάτορα, που αποτελείται από μόνιμους μαγνήτες των οποίων η μαγνητική ροή περνά μέσω του ρότορα.Ο στενός χώρος μεταξύ του ρότορα και του στάτη ονομάζεται διάκενο αέρα.Η ροπή που παράγεται από τους κινητήρες DC μετατρέπεται σε γραμμική δύναμη ενεργοποίησης μέσω ενός συστήματος μηχανικών γραναζιών και μοχλών.Παρά το γεγονός ότι έχει σημαντική νεκρή ζώνη και υψηλότερη αδράνεια του μηχανισμού, ο κινητήρας DC προσφέρει τον καλύτερο συμβιβασμό από την άποψη του χρόνου απόκρισης, της σταθερότητας και της αντοχής έναντι των διαταραχών.

Η θέση μιας βαλβίδας EGR που ενεργοποιείται από έναν κινητήρα DC μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τη χρήση ενός αισθητήρα θέσης. Ο αισθητήρας θέσης της βαλβίδας είναι γραμμικός και παρέχει σήμα ανάλογο με την τάση τροφοδοσίας (συνήθως 5V). Το σήμα αισθητήρα θέσης βαλβίδας EGR έχει ρυθμιστεί να αυξάνεται κατά την κατεύθυνση του ανοίγματος της βαλβίδας. Ο αισθητήρας θέσης χρησιμοποιείται για τρεις βασικούς λόγους:

1. επιτρέπει έλεγχο κλειστού βρόχου της βαλβίδας EGR: η μάζα των καυσαερίων υπολογίζεται συνάρτηση της θέσης της βαλβίδας EGR. Λειτουργία του σημείου λειτουργίας του κινητήρα (ροπή, ταχύτητα και θερμοκρασία), η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECM) του κινητήρα θέτει μια συγκεκριμένη θέση της βαλβίδας EGR. Αυτή η θέση μετρείται από τον αισθητήρα και τροφοδοτείται από τη μονάδα ελέγχου. Ανάλογα με το σφάλμα μεταξύ της θέσης ρύθμισης και της πραγματικής θέσης, η μονάδα ECM ελέγχει την τάση που εφαρμόζεται στη βαλβίδα προκειμένου να φέρει τη βαλβίδα EGR στην επιθυμητή θέση
2. επιτρέπει τη διάγνωση της βαλβίδας EGR: η θέση της βαλβίδας EGR χρησιμοποιείται για την ανίχνευση διαφοράς μεταξύ του σημείου ρύθμισης του ρυθμού ροής καυσαερίων και του πραγματικού ρυθμού ροής
3. επιτρέπει τον υπολογισμό του ρυθμού ροής μάζας καυσαερίων

Παλιά είδη βαλβίδων EGR χρησιμοποιούν αισθητήρες θέσης επαφής (αντίσταση). Άλλες βαλβίδες EGR χρησιμοποιεί αισθητήρες θέσης χωρίς επαφή (κυρίως φαινόμενου Hall), οι οποίοι, σε σύγκριση με τους αισθητήρες επαφής, έχουν καλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία.



Εικόνα: Ηλεκτρική ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα EGR

Το κύριο πρόβλημα των κινητήρων DC προέρχεται από τη μηχανική σύνδεση μεταξύ των πινέλων και του περιστροφικού συλλέκτη. Όσο υψηλότερη είναι η ταχύτητα του ρότορα, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να αυξάνεται η πίεση της βούρτσας (καρβουνάκια) για να διατηρείται σε επαφή με τον συλλέκτη και δημιουργείται έτσι μεγαλύτερη τριβή. Δεδομένου ότι υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει μέσω των πινέλων και του συλλέκτη, μπορεί να προκύψει εκκένωση τόξου, η οποία φθείρει γρήγορα τις βούρτσες και προκαλεί παρεμβολές στο κύκλωμα τροφοδοσίας.

Οι χαμηλότερες ταχύτητες λειτουργίας προκαλούν τη συσσώρευση σωματιδίων από τα καρβουνάκια μεταξύ των τμημάτων του μετατροπέα, με κίνδυνο βραχυκυκλώματος. Η μέγιστη ταχύτητα του κινητήρα περιορίζεται σε περίπου 10000 σ.α.λ. Για να λειτουργεί με ωφέλιμη ταχύτητα μικρότερη από 1000 σ.α.λ. και να αυξάνεται η ροπή εξόδου, χρησιμοποιείται μηχανισμός μετάδοσης. Οι κινητήρες DC είναι επομένως σχετικά ογκώδεις και χρειάζονται ένα γρανάζι για να έχουν την ταχύτητα και τη ροπή σε ένα κατάλληλο εύρος.

Μια άλλη παραλλαγή του κινητήρα DC είναι ο κινητήρας ροπής. Αυτοί είναι περιστροφικοί ενεργοποιητές χωρίς επαφή (κινητήρες DC χωρίς ψήκτρες) που ελέγχονται από μια τυπική

γέφυρα Η.Ο κινητήρας ροπής μπορεί να παράγει σταθερή ροπή επ 'αόριστον σε δεδομένη σταθερή θέση χωρίς υπερθέρμανση ή θραύση.

Σε σύγκριση με τον κινητήρα DC, ο κινητήρας ροπής είναι πιο οικονομικός λόγω του μειωμένου αριθμού εξαρτημάτων: χωρίς επαφή και βούρτσες σε επαφή. Είναι επίσης πιο συμπαγής, επειδή δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων, ο ενεργοποιητής είναι τοποθετημένος απευθείας στον άξονα της βαλβίδας.

Οι βαλβίδες EGR ενεργοποιούνται επίσης από βηματικούς κινητήρες. Ο ρότορας περιέχει ένα σύνολο μόνιμων μαγνητών και ο στάτης ένα σύνολο ηλεκτρομαγνητών (πηνία με πυρήνα σιδήρου) που ελέγχονται από ένα κύκλωμα ηλεκτρονικής ισχύος. Η περιστροφή προέρχεται από την αλληλεπίδραση του ρότορα και του μαγνητικού πεδίου που παράγεται στους ηλεκτρομαγνητικούς παράγοντες. Η θέση του ρότορα ελέγχεται από ένα σύνολο Η-γεφυρών, δύο για κάθε πόλο. Ο κινητήρας stepper είναι ικανός για αντίστροφη περιστροφή χωρίς την ανάγκη μηχανισμού μετάδοσης.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε τύπου ηλεκτρικών συστημάτων ενεργοποίησης για βαλβίδες EGR συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Σωληνοειδές (γραμμικό)	<ul style="list-style-type: none"> • άμεση ενεργοποίηση στη βαλβίδα • γρήγορη απόκριση χρόνου: 50 - 100 ms • αργός προγραμματισμός ελεγκτή (10-20 ms), χαμηλό φορτίο CPU 	<ul style="list-style-type: none"> • αδύναμη δύναμη ενεργοποίησης • μονοκατευθυντική ενεργοποίηση, βασίζεται στο ελατήριο για αντίστροφη κίνηση (κλείσιμο) • υψηλή κατανάλωση ενέργειας • ευαίσθητο σε δονήσεις και υψηλό θερμικό φορτίο • ογκώδης λόγω της ανάγκης του μηχανισμού μετάδοσης • χαμηλή αξιοπιστία του μηχανισμού μετάδοσης
Κινητήρας DC (βούρτσες)	<ul style="list-style-type: none"> • υψηλή δύναμη ενεργοποίησης • απόκριση μέσου χρόνου: λιγότερο από 100 ms • χαμηλή ευαισθησία ροπής σε εξωτερικές μηχανικές διαταραχές 	<ul style="list-style-type: none"> • υψηλή κατανάλωση ενέργειας • ευαίσθητο σε ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές και φθορά βουρτσών • γρήγορος προγραμματισμός ελεγκτή (5 ms), υψηλό φορτίο CPU
Κινητήρας ροπής (χωρίς ψήκτρες)	<ul style="list-style-type: none"> • άμεση ενεργοποίηση, πολύ συμπαγής • απόκριση μέσου χρόνου: 	<ul style="list-style-type: none"> • μη γραμμική ροπή εξόδου (εξαρτάται από τη θέση του ρότορα)

- λιγότερο από 100 ms
- χαμηλή ευαισθησία σε ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές
- απλό σύστημα ελέγχου συμπαγής (προαιρετικός μηχανισμός μετάδοσης)
- πολύ γρήγορος προγραμματισμός ελεγκτή (2 ms), υψηλό φορτίο CPU
- χαμηλή ροπή ενεργοποίησης
- υψηλή μάζα
- χαμηλή ροπή ενεργοποίησης
- χαμηλή ακρίβεια θέσης
- αργή απόκριση χρόνου (200 ms)

Κινητήρας Stepper

CPU - κεντρική μονάδα επεξεργασίας

Όσον αφορά τον πνευματικό έναντι της ηλεκτρικής ενεργοποίησης, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε τεχνολογίας συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα

Πνευματικός Στερεοειδής (liniar) Κινητήρας DC

Δύναμη ενεργοποίησης [N]	100... 120	25... 35	350... 450
Χρόνος απόκρισης - άνοιγμα [ms]	1000... 2000	75... 85	70... 80
Χρόνος απόκρισης - κλείσιμο [ms]	60 .. 70	50... 60	60... 70
Αντίσταση στο μπλοκάρισμα οφειλών	Μεσαίο	χαμηλός	υψηλός
Ευαισθησία στην πίεση εξάτμισης	χαμηλός	υψηλός	πολύ ψηλά
Ακρίβεια ελέγχου θέσης	χαμηλός	υψηλός	υψηλός

Λόγω των συνολικών πλεονεκτημάτων τους, οι βαλβίδες EGR με κινητήρα DC είναι οι πιο συνηθισμένοι τύποι βαλβίδων.

Τα συστήματα EGR έχουν συνήθως βαλβίδες εισαγωγής, πριν από τη βαλβίδα EGR. Ο σκοπός του γκαζιού είναι να δημιουργήσει μια διαφορά πίεσης μεταξύ της πολλαπλής εξαγωγής και εισαγωγής (όταν είναι κλειστή) και να επιτρέψει στα καυσαέρια να ρέουν στους κυλίνδρους. Οι περισσότερες από τις βαλβίδες γκαζιού EGR είναι παραδοσιακές βαλβίδες «πεταλούδας», παρόμοιες με τις πεταλούδες βενζινοκινητήρα, και ελέγχονται ηλεκτρονικά από τη μονάδα ελέγχου κινητήρα (ECM).



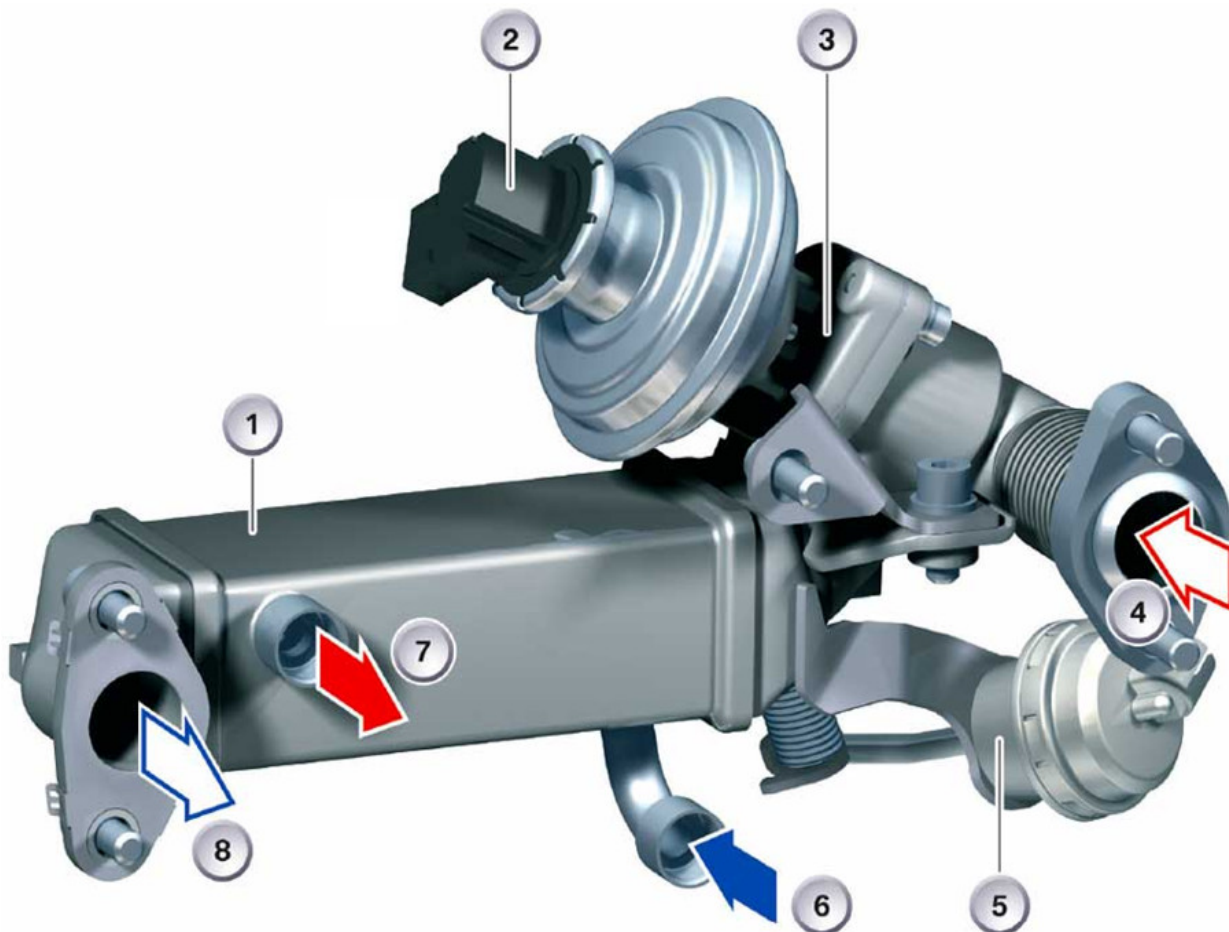
Εικόνα: Ηλεκτρική βαλβίδα πεταλούδας

Το ψυγείο EGR (ψυγείο) μειώνει τη θερμοκρασία των καυσαερίων πριν εισαχθεί στο ρεύμα φόρτισης αέρα. Όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία, όσο υψηλότερη είναι η πυκνότητα, τόσο καλύτερη είναι η αποτελεσματικότητα στη μείωση των εκπομπών NOx. Η ψύξη των καυσαερίων πριν από την ανάμιξη με τον αέρα εισαγωγής μειώνει τις θερμοκρασίες καύσης και αυξάνει την αναλογία οξυγόνου προς καύσιμο. Η υψηλότερη ροή CO₂ και H₂O στον κινητήρα με ψυγμένα καυσαέρια αυξάνει την ικανότητα απορρόφησης θερμότητας του φορτίου εισόδου. Η χαμηλότερη θερμοκρασία εισαγωγής μειώνει γενικά τις θερμοκρασίες καύσης. Το Cooled (ψυγείο) EGR παρουσιάστηκε με σκοπό την επίτευξη ορίων Euro 4 και Euro 5 NOx.

Η συντριπτική πλειοψηφία των ψυγείων EGR αποτελείται από σωλήνες και πλάκες από ανοξείδωτο χάλυβα ή αλουμίνιο.



ΕΙΚΟΝΑ : ψυγείο EGR Τα περισσότερα συστήματα EGR διαθέτουν βαλβίδα παράκαμψης ενσωματωμένη στο ψυγείο EGR. Όταν ο κινητήρας είναι κρύος, τα καυσαέρια

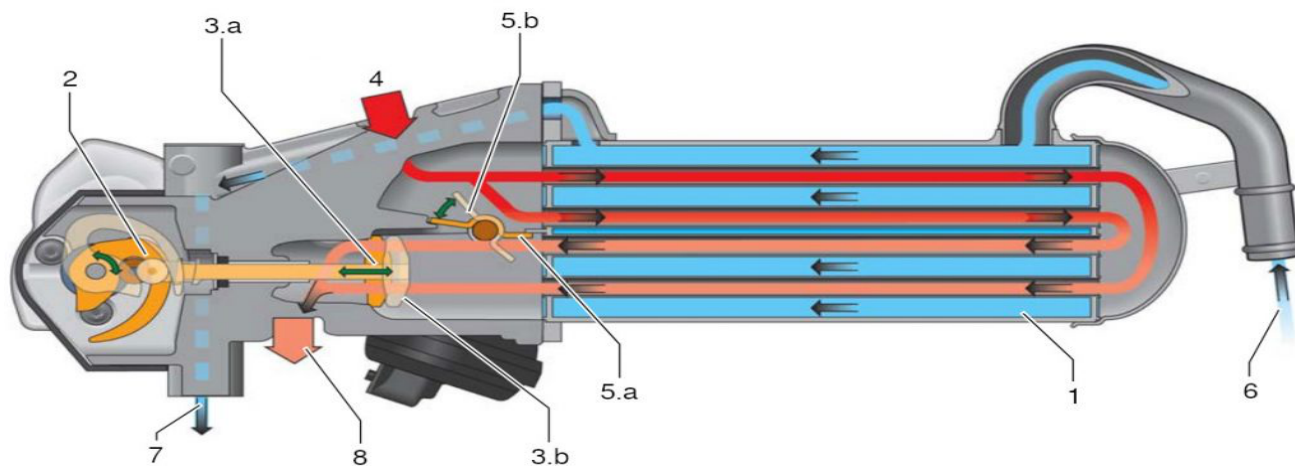


κυκλοφορούν απευθείας στον κινητήρα. Το ψυγείο EGR έχει πολύ υψηλή απόδοση ανταλλαγής θερμότητας και, χωρίς παράκαμψη, τα ανακυκλωμένα αέρια θα ήταν πολύ κρύα και θα καθυστερούσαν την προθέρμανση του καταλύτη οξείδωσης, γεγονός που θα οδηγούσε σε υπερβολικές **εκπομπές HC και CO**. Η λύση είναι συνεπώς να παρακάμψετε το ψυγείο EGR έως ότου ο καταλύτης οξείδωσης φτάσει στην ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας

Εικόνα: Ολοκληρωμένο σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων (EGR) (BMW)

- 1.Ψύκτης EGR
- 2.ηλεκτρική σύνδεση
- 3.Βαλβίδα EGR
- 4.είσοδος καυσαερίων (ζεστό, σύνδεση με πολλαπλή εξαγωγής)
- 5.Μηχανισμός ενεργοποίησης βαλβίδας παράκαμψης EGR (πνευματικός)
- 6.είσοδος ψυκτικού κινητήρα
- 7.έξοδος ψυκτικού κινητήρα
- 8.έξοδος καυσαερίων (κρύο, σύνδεση με πολλαπλή εισαγωγής)
- 9.καθοδήγηση μέσω της κυλινδροκεφαλής

Το ψυγείο μπορεί να είναι τύπου I ή U, ανάλογα με το σχήμα της διέλευσης αερίου μέσω του ψυγείου. Στην περίπτωση ενός ψυγείου EGR σε σχήμα U, οι φλάντζες εισόδου και εξόδου συνδυάζονται σε μία μονάδα στο ένα άκρο του ψυγείου.



Εικόνα: EGR με ψυγείο - πώς λειτουργεί VW

- 1.ΨύκτηςEGR
- 2.έκκεντρο
- 3.α βαλβίδα EGR (κλειστή θέση)
- 3.β βαλβίδα EGR (ανοικτή θέση)
4. είσοδος καυσαερίων (ζεστό, σύνδεση με πολλαπλή εξαγωγής)
- 5.α βαλβίδα παράκαμψης ψυγείου EGR (κλειστή θέση)

5.bEGR

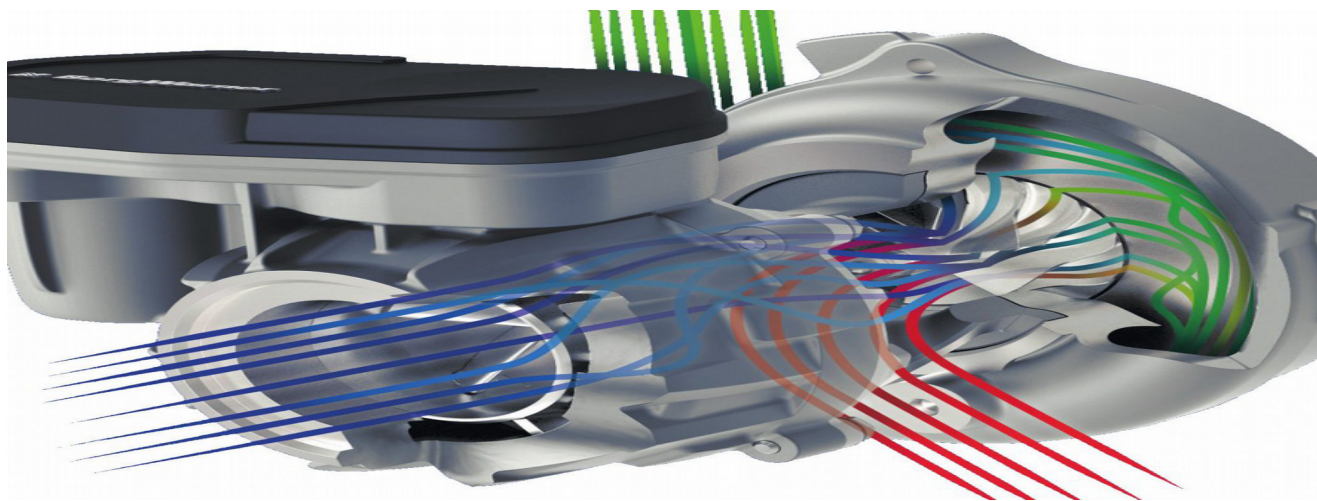
ψυκτική βαλβίδα παράκαμψης (ανοιχτή θέση)

6.είσοδοςψυκτικού κινητή

7.έξοδοςψυκτικούκινητήρα

8. έξοδος καυσαερίων (κρύο, σύνδεση με πολλαπλή εισαγωγής)

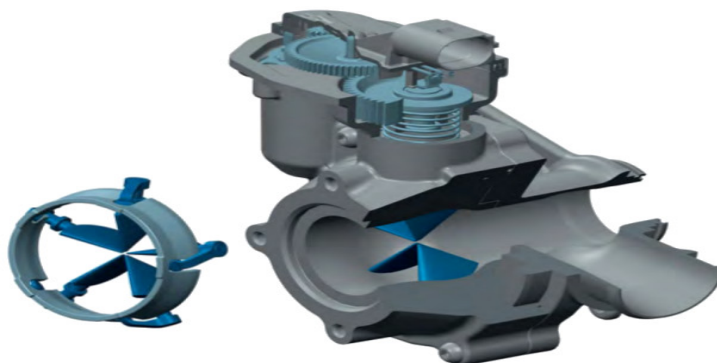
Σε σύγκριση με τα υψηλής πίεσης, τα χαμηλής πίεσης συστήματα EGR είναι πιο αποτελεσματικά στη μείωση των εκπομπών NOX στην τελευταία λέξη της τεχνολογίας για κινητήρες ντίζελ [3].Ο BorgWarner δείχνει τη δυνατότητα ενός λεγόμενου Inlet Swirl Throttle (IST)να κάνει χρήση των απωλειών καυσαερίων και να τις μετατρέψει σε κίνηση πριν από την περιστροφή του αέρα εισαγωγής που εισέρχεται στον υπερσυμπιεστή για τη βελτίωση της αεροδυναμικής του συμπιεστή. Το IST αντικαθιστά το συμβατικό γκάζι EGR χαμηλής πίεσης στην πολλαπλή εισαγωγής, συνήθως μια απλή βαλβίδα πεταλούδας, πριν από τον υπερσυμπιεστή .



Εικόνα: Υπερσυμπιεστής με Inlet Swirl Throttle (IST) - γραμμές ροής

Το γκάζι σημαίνει πάντα πρόκληση ζημιών. Η προσέγγιση του IST είναι να κάνει χρήση των απωλειών και να τις μετατρέψει σε κίνηση προ-στροβιλισμού του αέρα εισαγωγής που εισέρχεται στον υπερσυμπιεστή για τη βελτίωση της αεροδυναμικής του συμπιεστή.

Προφανώς, το προ-στροβιλισμό θα έχει θετική επίδραση στον συμπιεστή, καθώς είναι και εκεί όπου δεν απαιτείται γκάζι. Έτσι, το IST μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της απόδοσης και της απόδοσης του κινητήρα, επίσης σε περιοχές όπου δεν απαιτείται γκάζι ή EGR.



Εικόνα: Υπερσυμπιεστής με Inlet Swirl Throttle (IST)

Με το IST, το αποτέλεσμα πεταλούδας επιτυγχάνεται με ρυθμιζόμενα πτερύγια εισόδου στον αγωγό καθαρού αέρα. Με άλλα λόγια, το IST είναι ένα γκάζι εισαγωγής σχεδιασμένο ως συσκευή προ-στροβιλισμού συμπιεστή. Αυτή η προσέγγιση αναμένεται να έχει θετικό αντίκτυπο στον κινητήρα καύσης, όπως:

- υψηλότερη ροπή χαμηλών σημείων
- μειωμένες εκπομπές καυσαερίων
- χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου

Για να αξιοποιήσετε στο έπακρο το IST πρέπει να λειτουργεί με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με το σημείο λειτουργίας του κινητήρα. Η γωνία των πτερυγίων εισαγωγής ρυθμίζεται συνεχώς με την αλλαγή του φορτίου και της ταχύτητας του κινητήρα και το σημείο ρύθμισης των πτερυγίων καθορίζεται από έναν αλγόριθμο ελέγχου, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τη θέση των **VGT (υπερσυμπιεστής μεταβλητής γεωμετρίας)** και των βαλβίδων EGR.

Βιβλιογραφικές αναφορές:

[1] Στρατηγικές EGR με βάση τις εκπομπές σε κινητήρες ντίζελ για απαιτήσεις RDE, Thomas Körfer, dr. Thorsten Schnorbus, Michele Miccio, Joschka Schaub, ATZ.

[2] Προηγμένες τεχνολογίες και ανάπτυξη κινητήρων άμεσης έγχυσης, Τόμος 2: Κινητήρες ντίζελ, Επεξεργασία από Hua Zhao, CRC Press, 2010

[3] Συσκευή γκαζιού εισαγωγής και προ-στροβιλισμού για σύστημα EGR χαμηλής πίεσης