REPERTORIO delle ESERCITAZIONI di LABORATORIO nelle DISCIPLINE del DIPARTIMENTO di MANUTENZIONE e ASSISTENZA TECNICA

Codici Ateco

C- 33 ATTIVITA' MANIFATTURIERE: RIPARAZIONE MANUTENZIONE ED INSTALLAZIONE DI MACCHINE ED APPARECCHIATURE

F- 43.2 COSTRUZIONI: INSTALLAZIONE DI IMPIANTI ELETTRICI, IDRAULICI ED ALTRI LAVORI DI COSTRUZIONE ED ISTALLAZIONE

G- 45.2 COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO; RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI MANUTENZIONE E RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
1	Norme di sicurezza da rispettare nei laboratori	X			Lavagna interattiva multimediale		
2	Rischio elettrico e marchio di conformità	X			Lavagna interattiva multimediale		
3	Esercitazione con strumenti di misura di lunghezza	X	X		Metro, nonio calibro ventesimale	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	10'
4	Esercitazione con gli strumenti di misura tipici del settore meccanico	X	X	Pezzi meccanici vari su cui effettuare le misure	Calibro per alesaggi, comparatore, contafiletti, dinamometro, goniometro e squadrette, livella, micrometro, flessometro, spessimetro	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	20'
5	Esercitazione con gli strumenti di misura tipici del settore elettrico-elettronico	X	X	Cavi di collegamento, sonde, resistori, condensatori	Multimetro, amperometro, voltmetro, oscilloscopio	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	10'
6	Esercitazione con gli strumenti di misura del settore elettrico ed errori di misura	X	X	Cavi di collegamento, sonde, resistori, condensatori	Multimetro, amperometro, voltmetro, oscilloscopio	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	10'

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
7	Le resistenze ed interpretazione del codice dei colori	X	X	Cavi di collegamento, Resistori bred board, attrezzi da elettricista	Strumenti di misura, Saldatore a stagno	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza Sapere riconoscere e sapere scegliere le resistenze	20'
8	Saldatura su basetta millefori	X	X	Cavi di collegamento, Resistori, basetta millefori, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	20'
9	Prima e seconda legge di Ohm. Rilevazione della resistenza di una lampada	X	X	Cavi di collegamento, lampade e porta lampade, morsettiera, interruttore, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	30'

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
10	Domotica e sensoristica	X	X	Cavi di collegamento, sensori, interruttore, attrezzi da elettricista	Bread board strumenti di misura	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	20'
11	Tecniche di prototipazione	X		Lavagna interattiva multimediale			
12	Organigramma di un azienda	X		Lavagna interattiva multimediale			

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
13	Montaggio di semplici circuiti su pannelli con tensioni 12/24 V	X	X	Cavi di collegamento, lampade e porta lampade, morsettiera, interruttore, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	20'
14	Realizzazione di impianti elettrici per comandare l'accensione di una lampada	X	X	Cavi di collegamento, lampade e porta lampade, morsettiera, interruttore, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	20'
15	Lampade comandate attraverso relè commutatore		X	Cavi di collegamento, lampade e porta lampade, due pulsanti, un relè a 24 V commutatore, morsettiera, interruttore, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	20'

16	ESERCITAZIONI COL MICROCONTROLLORE ARDUINO	X	X	KIT STARTER ARDUINO		Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	60

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tempi di addestramento e istruzioni d'uso	Tempi di assemblaggio e verifica funzionalità
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
1	Lampada comandata da un punto (interruttore)		X	Cavi di collegamento, lampada e porta lampada, morsettiera, interruttore, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	30'	1 ora
2	Lampada comandata da due punti (deviate)		X	Cavi di collegamento, lampada e porta lampada, due deviatori, morsettiera, interruttore, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	30'	1 ora
3	Lampada comandata da più punti (deviate e invertite)		X	Cavi di collegamento, lampada e porta lampada, due deviatori, un invertitore morsettiera, interruttore, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	30'	1 ora

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tempi di addestramento e istruzioni d'uso	Tempi di assemblaggio e verifica funzionalità
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
4	Lampade comandate attraverso relè interruttore		X	Cavi di collegamento, lampade e porta lampade, due pulsanti, un relè a 24 V interruttore, morsettiera, interruttore, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	1 ora	1–2 ore
5	Lampade comandate attraverso relè commutatore		X	Cavi di collegamento, lampade e porta lampade, due pulsanti, un relè a 24 V commutatore, morsettiera, interruttore, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	1 ora	1–2 ore
6	Punti luce comandati da relè crepuscolare		X	Cavi di collegamento, lampade e porta lampade, un relè crepuscolare, morsettiera, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	1 ora	1–2 ore

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tempi di addestramento e istruzioni d'uso	Tempi di assemblaggio e verifica funzionalità
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
1	Impianto luce scale comandato da tre posti con relè temporizzatore		X	Cavi di collegamento, lampade e porta lampade, un relè temporizzatore, tre pulsanti morsettiera, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	1–2 ore	1–2 ore
2	Linea luce di una civile abitazione		X	Cavi di collegamento, lampade e porta lampade, relè, interruttori, deviatori, pulsanti, invertitori morsettiera, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	2–4 ore	2–4 ore
3	Linea prese 10/16 A di una civile abitazione		X	Cavi di collegamento da 1,5 e 2,5 mm^2, prese bipolari, morsettiera, interruttori di comando, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	2–4 ore	2–4 ore

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tempi di addestramento e istruzioni d'uso	Tempi di assemblaggio e verifica funzionalità
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
4	Impianto di suoneria		X	Cavi di collegamento, pulsanti, morsettiera, suoneria a 24 V, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	30'	1 ora
5	Misure dei parametri di un segnale elettrico analogico		X	Bread Board su cui allocare componentistica quali resistenze, condensatori, induttanze , diodi e transistor, A.O.	generatore di funzioni, oscilloscopio, multimetri	5 ore (familiarizzare all'uso dell' oscilloscopio e al gen. di funzioni)	2 ore
6	Misure dei parametri di ingresso e di uscita di circuiti integrati		X	Bread Board su cui allocare componentistica quali circuiti integrati (555, µ741 etc.) diodi led etc.	generatore di funzioni, oscilloscopio, multimetri	5 ore (conoscere la pinnatura dei circuiti integrati in esame e le loro funzioni)	2 ore
7	ESERCITAZIONI COL MICROCONTROLLORE ARDUINO	X	X	KIT STARTER ARDUINO		Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	60

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tempi di addestramento e istruzioni d'uso	Tempi di assemblaggio e verifica funzionalità
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
1	Simulazione di tele-avviamento diretto di un m.a.t.		X	cavi da 1,5 mm^2; lampade di segnalazione 24 V c.a., attrezzi da elettricista	tester, pulsanti N.O. e N.C., contatti ausiliari e di potenza, contattore, relè termico, Guida Din , banco di alimentazione 24 V c.a.	1–2 ore	1–2 ore
2	Simulazione di tele-inversione di marcia di un m.a.t.		X	cavi da 1,5 mm^2; lampade di segnalazione 24 V c.a., attrezzi da elettricista	tester, pulsanti N.O. e N.C., contatti ausiliari e di potenza, contattori, relè termico, Guida Din , banco di alimentazione 24 V c.a.	1–2 ore	1–2 ore
3	Simulazione di tele-avviamento stella/triangolo di m.a.t.		X	cavi da 1,5 mm^2; lampade di segnalazione 24 V c.a., attrezzi da elettricista	tester, pulsanti N.O. e N.C., contatti ausiliari e di potenza, contattori, relè termico, relè temporizzato Guida Din , banco di alimentazione 24 V c.a.	1–2 ore	1–2 ore

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tempi di addestramento e istruzioni d'uso	Tempi di assemblaggio e verifica funzionalità
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
4	Simulazione del controllo del livello di un serbatoio mediante PLC	X	X	Lampade di segnalazione, cavi di collegamento, pulsanti N.O. e N.C., finecorsa con contatti N.O. e N.C.	PLC , tastiera di programmazione, monitor	2–4 ore	2–4 ore
5	Simulazione della gestione di un impianto semaforico mediante PLC	X	X	Lampade di segnalazione, cavi di collegamento, pulsanti N.O. e N.C., finecorsa con contatti N.O. e N.C.	PLC , tastiera di programmazione, monitor	2–4 ore	2–4 ore
6	Simulazione della movimentazione si un nastro trasportatore mediante PLC	X	X	Lampade di segnalazione, cavi di collegamento, pulsanti N.O. e N.C., finecorsa con contatti N.O. e N.C.	PLC , tastiera di programmazione, monitor	2–4 ore	2–4 ore
7	ESERCITAZIONI COL MICROCONTROLLORE ARDUINO	X	X	KIT STARTER ARDUINO		Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	2–4 ore

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Macchine usate	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
1	Misura di resistenza con metodo volt-amperometrico	X		Bread Board Resistori	Alimentatore Multimetro digitale PC – Minilab Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
2	Misura di resistenza con metodo volt-amperometrico		X	Bread Board Resistori	Alimentatore Multimetro digitale PC – Minilab Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
3	Verifica dei principi di Kirchhoff	X		Bread Board Resistori	Alimentatore Multimetro digitale PC – Minilab Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
4	Verifica dei principi di Kirchhoff		X	Bread Board Resistori	Alimentatore Multimetro digitale PC – Minilab Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
5	Carica e scarica dei condensatori	X		Bread Board Resistori Condensatori	Alimentatore Minilab Multimetro digitale PC – Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
6	Carica e scarica dei condensatori		X	Bread Board Resistori Condensatori	Alimentatore, Minilab Multimetro digitale PC – Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Macchine usate	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
7	Misura della potenza	X		Bread Board Resistori Condensatori	Alimentatore Minilab Wattmetro Amperometro Voltmetro PC - Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
8	Misura della potenza		X	Bread Board Resistori Condensatori	Alimentatore Minilab Wattmetro Amperometro Voltmetro PC - Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
9	Rilievo della caratteristica del diodo	X		Bread Board Resistori Diodo	Alimentatore Minilab Amperometro Voltmetro PC - Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
10	Rilievo della caratteristica del diodo		X	Bread Board Resistori Diodo	Alimentatore Minilab Amperometro Voltmetro PC - Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'

11	ESERCITAZIONI COL MICROCONTROLLORE ARDUINO	X	X	KIT STARTER ARDUINO		Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	2–4 ore

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Macchine usate	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
1	Applicazioni porte logiche (NAND)	X		Bread Board Resistori Circuiti integrati Diodi Led	Alimentatore Multimetro digitale PC – Minilab Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
2	Applicazioni porte logiche (NAND)		X	Bread Board Resistori Circuiti integrati Diodi Led	Alimentatore Multimetro digitale PC – Minilab Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
3	Sicurezza degli impianti Verifica interruttore magnetotermico e circuito	X		Interruttori Deviatori Invertitori – Relè Temporizzatori Lampade	Alimentatore Pannello didattico alimentato a 24 volt Multimetro digitale PC –Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	15'
4	Sicurezza degli impianti Verifica interruttore magnetotermico e circuito		X	Interruttori Deviatori Invertitori – Relè Temporizzatori Lampade	Alimentatore Pannello didattico alimentato a 24 volt Multimetro digitale PC –Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
5	Visualizzazione forme d'onda e segnali di uscita di amplificatori e filtri	X		Bread Board Resistori Condensatori Amplificatori operazionali	Alimentatore Minilab Generatore di funzione – Voltmetro PC – Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
6	Visualizzazione forme d'onda e segnali di uscita di amplificatori e filtri		X	Bread Board Resistori Condensatori Amplificatori operazionali	Alimentatore Minilab Generatore di funzione – Voltmetro PC – Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Macchine usate	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
7	Misura della potenza	X		Resistori Condensatori	Alimentatore Wattmetro Amperometro Voltmetro PC - Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
8	Misura della potenza		X	Resistori Condensatori	Alimentatore Wattmetro Amperometro Voltmetro PC - Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
9	Prove a vuoto del trasformatore	X		Trasformatore Resistori	Alimentatore Amperometro Voltmetro PC - Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
10	Prove a vuoto e in cc del trasformatore		X	Trasformatore monofase Resistori	Alimentatore Amperometro Voltmetro PC - Oscilloscopio Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'

11	ESERCITAZIONI COL MICROCONTROLLOR E ARDUINO	X	X	KIT STARTER ARDUINO		Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	2–4 ore

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Macchine usate	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
1	Misura del livello di un liquido	X		Bread Board Resistori Trasduttori di posizione Convertitori A/D e D/A - Display Led	Alimentatore Multimetro digitale PC - Minilab Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
2	Misura del livello di un liquido		X	Bread Board Resistori Trasduttori di posizione Convertitori A/D e D/A - Display Led	Alimentatore Multimetro digitale PC - Minilab Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
3	Realizzazione di circuiti rilevatori di forme d'onda	X		Bread Board Resistori Trasduttori Timer 555 Convertitori A/D e D/A - Display Diodi Led	Alimentatore Multimetro digitale PC - Minilab Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
4	Realizzazione di circuiti rilevatori di forme d'onda		X	Bread Board Resistori Trasduttori Timer 555 Convertitori A/D e D/A - Display Diodi Led	Alimentatore Multimetro digitale PC - Minilab Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
5	Realizzazione e simulazione del funzionamento di un oscillatore a ponte di Wien		X	Bread Board Resistori Condensatori Amplificatore operazionale	Alimentatore Multimetro digitale PC - Minilab Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10’

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Macchine usate	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
7	Realizzazione e simulazione del funzionamento di un multibìvibratore astabile		X	Bread Board Resistori Condensatori Amplificatore operazionale	Alimentatore Multimetro digitale PC -Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
6	Rilievo diagrammi di Bode per una rete RLC	X		Bread Board Resistori Induttori Condensatore	Alimentatore Multimetro digitale PC -Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
8	Rilievo diagrammi di Bode per una rete RLC		X	Bread Board Resistori Induttori Condensatore	Alimentatore Multimetro digitale PC -Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
9	Prova di resistenza di isolamento e verifica continuità del circuito di protezione	X		Cavi	Multimetro Ohmetro con relativi accessori previsti	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
10	Prova di resistenza di isolamento e verifica continuità del circuito di protezione		X	Cavi	Multimetro Ohmetro con relativi accessori previsti	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
11	Sicurezza funzionale delle macchine	X		Office Software di presentazione	PC Videoproiettore	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'

12	ESERCITAZIONI COL MICROCONTROLLORE ARDUINO	X	X	KIT STARTER ARDUINO		Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	2–4 ore

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali usati	Strumentazione e macchinari usati	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di assemblaggio e verifica funzionalità
		Dimostrazione	Esercitazione pratica				
1	Conoscenza della strumentazione di base e della strumentazione virtuale nel settore elettrico-elettronico		X	Accessori in dotazione ai vari strumenti, libretti di istruzione	Alimentatori Multimetri digitali e analogici, Wattmetri, PC per l'utilizzo di EWB	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
2	Azionamento di un cilindro a semplice effetto mediante valvola 3/2	X	X	Valvole di comando, gruppo di condizionamento (FRT), cilindro a semplice effetto, tubi di collegamento.	Pannello didattico per la realizzazione di impianti pneumatici, compressore.	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
3	Comando, da due punti, di un cilindro a semplice effetto con due valvole 3/2 e una valvola selettrice (OR); Comando di un cilindro a semplice effetto con due valvole 3/2 e una valvola a due pressioni (AND) circuito di sicurezza.	X	X	Valvole di comando 3/2, valvola selettrice, valvola a due pressioni gruppo di condizionamento (FRT), cilindro a semplice effetto, tubi di collegamento.	Pannello didattico per la realizzazione di impianti pneumatici, compressore.	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'

4	Azionamento di due cilindri a doppio effetto con sequenza automatica **A^+/ B^+/ A^-/ B^-.**	X	X	Valvole di comando 3/2 (puls. e finecorsa), distributori di pot. 5/2, gruppo di condizionamento (FRT), cilindro a doppio effetto, tubi di collegamento.	Pannello didattico per la realizzazione di impianti pneumatici, compressore.	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
5	Lampada comandata da un punto (interruttore) e da due punti (deviatori)	X	X	Cavi di collegam. colori standard sez. 1,5 mm^2 , lampade e portalampada, forbox, interruttori, deviatori, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
6	Impianto luce scale comandato da tre posti con relè temporizzatore	X	X	Cavi di collegam., lampade e portalampada, un relè temporizzatore, pulsanti forbox, attrezzi da elettricista	Pannello didattico per la realizzazione di impianti civili con tubi in vista	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
7	Elementi di disegno bidimensionale e tridimensionale con Autocad e stampa particolari con stampante 3D	X	X	Accessori in dotazione ai vari strumenti, libretti di istruzione	Stampante 3D, PC per l'utilizzo di Autocad	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'

8	ESERCITAZIONI COL MICROCONTROLLORE ARDUINO	X	X	KIT STARTER ARDUINO		Istruzione per l'uso della strumentazione e sicurezza	2–4 ore

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali, Strumentazione e Componentistica usati	Macchine usate	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Eserc. pratica				
1	Misura delle tensioni stellate e concatenate di un sistema trifase collegato a stella	X	X	cavi di collegamento, n. 3 resistenze (modulo DL090 De Lorenzo), n. 3 induttanze (modulo DL2091 De Lorenzo) , Voltmetro a lettura diretta e Amperometro di controllo	banco di lavoro trifase con uscita 400/230 V con protezione automatica magnetotermica differenziale ad alta sensibilità	Istruzioni d'uso e sicurezza	30'
2	Misura della potenza in un sistema trifase simmetrico ed equilibrato con l' inserzione Aron	X	X	cavi di collegamento, n.3 resistenze (modulo DL090 De Lorenzo), n. 3 induttanze (modulo DL2091 De Lorenzo) , n.1 Voltmetro e n. 1 Amperometro di controllo e n. 2 Wattmetri	banco di lavoro trifase con uscita 400/230 V con protezione automatica magnetotermica differenziale ad alta sensibilità	Istruzioni d'uso e sicurezza	30'
3	Misura della potenza reattiva in un sistema trifase simmetrico ed equilibrato con il wattmetro in quadratura	X	X	cavi di collegamento, n.3 resistenze (modulo DL090 De Lorenzo), n. 3 induttanze (modulo DL2091 De Lorenzo) , Voltmetro e Amperometro di controllo e n.1 Wattmetro	banco di lavoro trifase con uscita 400/230 V con protezione automatica magnetotermica differenziale ad alta sensibilità	Istruzioni d'uso e sicurezza	30'

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali, Strumentazione e Componentistica usati	Macchine usate	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Esercitazione pratica				
1	Rilievo diagrammi di Bode per sistemi del primo ordine e relativa simulazione		X	Bread Board Resistori Induttori Condensatore Amplificatori operazionali	Alimentatore Multimetro digitale PC -Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
2	Rilievo diagrammi di Bode per sistemi del secondo ordine e relativa simulazione		X	Bread Board Resistori Induttori Condensatore Amplificatori operazionali	Alimentatore Multimetro digitale PC -Videoproiettore Oscilloscopio	Istruzioni d'uso e sicurezza	10'
3	Uso della piattaforma **Arduino** per il rilievo di grandezze con trasduttori		X	Bread Board Resistori Induttori Condensatore Trasduttori	Alimentatore Multimetro digitale PC -Videoproiettore Oscilloscopio Arduino	Istruzioni d'uso e sicurezza	30'
4	Uso della piattaforma **Arduino** per il comando di attuatori (motore passa passo, motore c.c.)		X	Bread Board Resistori Induttori Condensatore Trasduttori Attuatori	Alimentatore Multimetro digitale PC -Videoproiettore Oscilloscopio Arduino	Istruzioni d'uso e sicurezza	60'

N.ro	Denominazione	Tipologia di esercitazione		Materiali, Strumentazione e Componentistica usati	Macchine usate	Tipologia addestramento a bordo macchina	Tempi di addestramento a bordo macchina
		Dimostrazione	Esercitazione pratica				
5	Avviamento indiretto del motore asincrono trifase		X	m.a.t., pulsantiera, relè termico, lampade di segnalazione, contattori, cavi di collegamento	Pannello didattico e banco di lavoro trifase con uscita 400/230 V con protezione automatica magnetotermica differenziale ad alta sensibilità	Realizzazione e verifica funzionale del circuito di comando e di segnalazione	30'
6	Inversione del senso di marcia del motore asincrono trifase		X	m.a.t., pulsantiera, relè termico, lampade di segnalazione, pulsantiera, contattori, cavi di collegamento	Pannello didattico e banco di lavoro trifase con uscita 400/230 V con protezione automatica magnetotermica differenziale ad alta sensibilità	Realizzazione e verifica funzionale del circuito di comando e di segnalazione	30'
7	Cancello elettrico scorrevole	X		m.a.t., pulsantiera, fotocellule, temporizzatore, cavi di collegamento	banco di lavoro trifase con uscita 400/230 V con protezione automatica magnetotermica differenziale ad alta sensibilità	Realizzazione e verifica funzionale del circuito di comando e di segnalazione	30'
8	Realizzazione modello con **stampante 3D**		X	Materiale di consumo per la stampante 3D	Stampante 3D PC con software di	Istruzioni d'uso e sicurezza	10’

					modellazione		
9	Uso della piattaforma **Arduino** per il comando di attuatori (motore passa passo, motore c.c.)		X	Bread Board Resistori Induttori Condensatore Trasduttori Attuatori	Alimentatore Multimetro digitale PC -Videoproiettore Oscilloscopio Arduino	Istruzioni d'uso e sicurezza	60'

Materia di insegnamento**: Telecomunicazioni (TLC)** Classi **TERZE**

Numero	**Esercitazione**	**Materiali usati**	**Macchine o attrezzature usate**	**Tempi /h**
1	Misure grandezze elettriche	Cavetti, Resistori	Multimetro, Alimentatore, Breadbord, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	4
2	Verifica della legge di Ohm	Cavetti, Resistori	Oscilloscopio, Breadbord Multimetro, Alimentatore, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	4

3	Verifica dei Principi di Kirchhoff	Cavetti, Resistori	Oscilloscopio, Breadbord Multimetro, Alimentatore, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	4

4	Dimensionamento partitore di tensione/corrente	Cavetti, Resistori	Oscilloscopio, Breadbord Multimetro, Alimentatore, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	4
5	L'uso dell'oscilloscopio: misure dei parametri delle grandezze elettriche in regime sinusoidale	Cavetti, Resistori	Oscilloscopio, Breadbord, Multimetro, Alimentatore, Generatore di segnale, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	6
6	Carica e scarica del condensatore	Cavetti, Resistori, condensatori	Oscilloscopio, Breadbord, Multimetro, Alimentatore, Generatore di segnale, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	2
7	Verifica delle porte logiche fondamentali	Circuiti integrati Resistori, Cavetti, diodi led	Oscilloscopio, Breadbord, Multimetro, Alimentatore, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	2

8	Rilievo del ritardo temporale tra due segnali sinusoidali	Circuiti integrati Resistori, Cavetti,	Oscilloscopio, Breadbord, Multimetro, Alimentatore, Generatore di segnale, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	4
9	Verifica sperimentale della scomposizione dei segnali periodici	Cavetti, Resistori, condensatori, transistor, induttore, trasformatore	Oscilloscopio, Breadbord, Analizzatore di spettro, Generatore di segnale, Multimetro, Alimentatore, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	2
10	Dimensionamento in potenza di un collegamento radio	/	PC, Stampante, Software di simulazione circuitale, Foglio di calcolo	2
11	Visione mezzi trasmissivi attualmente più usati	Cavo coassiale, doppino telefonico, Fibra ottica	/	2
12	ESERCITAZIONE CON ARDUINO	KIT STARTER	Oscilloscopio, Breadbord, Analizzatore di spettro, Generatore di segnale, Multimetro, Alimentatore, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	2

Numero	Esercitazione	Materiali usati	Macchine o attrezzature usate	Tempi /h
1	Verifica di funzionamento dei diodi e rilievo curva caratteristica	Cavetti, Resistori, diodi, diodi led	Oscilloscopio, Multimetro, Alimentatore, Breadbord, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	8
2	Verifica delle principali configurazioni con amplificatori operazionali	Cavetti, Resistori, Amplificatori operazionali	Oscilloscopio, Breadbord Multimetro, Alimentatore, Generatore di segnale, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	8
3	Verifica di funzionamento di convertitori analogico- digitali	Cavetti, Resistori	Oscilloscopio, Breadbord Multimetro, Circuiti integrati ADC, Alimentatore, Generatore di segnale, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	8
4	Verifica di funzionamento di sistemi di trasmissione	Cavetti, Resistori	Oscilloscopio, Breadbord Multimetro, Alimentatore, Analizzatore di spettro, Moduli dedicati per le modulazioni, Generatore di segnale, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	8

12	ESERCITAZIONE CON ARDUINO	KIT STARTER	Oscilloscopio, Breadbord, Analizzatore di spettro, Generatore di segnale, Multimetro, Alimentatore, PC, Stampante, Software di simulazione circuitale	2

REPERTORIO delle ESERCITAZIONI di LABORATORIO MECCANICO

Classi **PRIME** e **SECONDE**

- Elementi di antinfortunistica (salute, sicurezza ed ergonomia).
- Metrologia: generalità, sistemi internazionali di misura (SI).
- Strumenti di misura e di lunghezza: calibro a corsoio, micrometro a vite, comparatore, goniometro universale a nonio.
- lavorazione al banco: tracciatura, bulinatura, limatura, taglio a mano mediante seghetto, maschiatura.
- Esercitazione al trapano a colonna: foratura, svasatura, alesatura, e maschiatura.
- Esercitazione al tornio: tornitura cilindrica, conica, filettatura, e sferica.
- Esercitazione alla fresatrice: scanalatura, spianatura, e lavorazione con l'apparecchio divisore.

Attrezzature da utilizzare

Banco da lavoro completo di morse
Piano di riscontro
Squadra metallica
metro
Calibro
Micrometro
Comparatore
Goniometro
Truschino

MACCHINE UTENSILI

TRAPANO
TORNIO
FRESATRICE

UTENSILI

PUNTE ELICOLIDALI
PUNTE DA CENTRO
ALESATORI E SVASATORI
LIME

UTENSILI PER TORNIO E FRESATRICE

Classi Terze e Quarte

La disciplina di Tecnologie Meccaniche e Applicazioni (**TMA**) prevede la presenza di un co-docente e l'uso di laboratori attrezzati. Di seguito si riporta quanto è previsto, secondo il dettato ministeriale, per le ore di esercitazioni.
Nelle Programmazioni della disciplina TMA sono indicati prerequisiti e gli obiettivi di competenze e conoscenze, in questa sono indicate la ABILITA' che il discente dovrà acquisire grazie agli accessi alle attività pratiche

METROLOGIA DI BASE

ABILITA'

Tarare e attrezzare gli strumenti di misura e di controllo
Scegliere il corretto strumento per eseguire una data misura.

Attrezzature da utilizzare

Righello metrico
Calibro
Micrometro
Comparatore
Goniometro

Esercitazioni da svolgere:

Misure di lunghezze; Misure lineari interne; Misure a diversa precisione

Materiali indispensabili

I pezzi da utilizzare sono quelli già presenti in laboratorio. Pezzi spianati, pezzi cilindrici, cavi, ecc.

L'addestramento non è previsto perché ad apprendimento in itinere e diretto con gli strumenti.

Per effettuare tale operazioni gli studenti hanno già svolto un percorso delle linee generali del testo unico della sicurezza individuato dal D.Lgs 81/08.

Tempi

10 ore da ridefinire in itinere

PROPRIETÀ E PROVE SUI MATERIALI

Conoscenze ed Abilità

Svolgimento delle principali prove di laboratorio sui materiali

Macchine ed attrezzature da utilizzare

Macchina per la prova di trazione
Macchina per la prova di resilienza
Macchine per la prova di durezza

Esercitazioni da svolgere:

Prova di rottura a trazione su acciaio e su alluminio
Prova di resilienza su acciai disponibili
Prove di durezza su vari tipi di materiali

Materiali indispensabili

Provini per la prova di trazione sia di acciaio che di alluminio
Provini per la prova di resilienza normalizzati in acciaio fragile e/o tenace
Provini di acciaio a vario contenuto di carbonio

Addestramento

L'addestramento è previsto solo per le prove di durezza, in quanto le altre prove sono eseguite dal co-docente, e gli studenti prenderanno appunti dei risultati della prova e questi saranno poi oggetto di studio ed approfondimenti.
Per le prove di durezza, l'addestramento previsto è di pochi minuti perché le macchine non costituiscono alcun pericolo per i discenti essendo statiche o quasi statiche e senza organi meccanici in movimento.
La formazione per l'accesso ai laboratori è indicata nel Documento di Valutazione del Rischio.

Tempi

12 ore da ridefinire in itinere

TAGLIO DEI MATERIALI

Conoscenze ed Abilità

Struttura, funzionamento e componenti delle macchine
Caratteristiche e scelte degli utensili
Operare con le macchine e gestire i processi di manutenzione di una macchina

Macchine ed attrezzature da utilizzare

Trapano a colonna
Tornio parallelo
Fresatrici orizzontale
Fresatrice verticale
Macchine per la prova di durezza

Esercitazioni da svolgere:

Foratura di una piastra su maschera precedentemente preparata.
Cartellino per ciclo di lavorazione
Tornitura cilindrica
Tornitura conica
Filettatura al tornio
Spianamento di una piastra mediante fresa verticale
Spianamento di una piastra e conseguente lavorazione ai bordi

Materiali indispensabili

Utensili appropriati alle macchine
Cilindri di acciaio al piombo, di diametro compatibile con i torni, di acciaio a basso tenore di carbonio o alluminio
Lastre acciaio a basso tenore di carbonio o di alluminio

Addestramento

L'addestramento previsto è di circa 10 minuti per ogni macchina utilizzata.
Per la formazione, l'accesso ai laboratori ed i dispositivi di protezione individuale è indispensabile riferirsi a quanto indicato nel DVR.

Tempi

10 ore da ridefinire in itinere

PNEUMATICA

Conoscenze ed Abilità

Funzionamento dei circuiti pneumatici
Individuare, scegliere i componenti ed assemblarli in base alla loro funzionalità

Macchine ed attrezzature da utilizzare

Sistema di alimentazione aria compressa
Tavolo di esercitazione con cassettiera
Tableau in alluminio per il fissaggio dei componenti
Valvole distributrici
Valvole di controllo portata
Valvole di controllo della pressione
Sensori
Attuatori

Esercitazioni da svolgere:

Circuiti pneumatici elementari
Comando diretto di un cilindro a semplice effetto
Regolazione della velocità in un cilindro a semplice effetto ed a doppio
Comando di un cilindro da due punti diversi
Comando a due mani di sicurezza e da due punti
Comandi temporizzati
Comando predominante di stop o di arresto
Sequenze

Materiali indispensabili

Aria compressa
GRUPPO FRLM

Addestramento

L'addestramento non previsto perché realizzazione pratica della teoria svolta. Si danno indicazioni sul posizionamento delle valvole.
Per la formazione, l'accesso ai laboratori è indispensabile riferirsi a quanto indicato nel DVR.

Tempi

12 ore da ridefinire in itinere

DISEGNO TECNICO

Conoscenze ed Abilità

Interpretare disegni e schemi
Estrarre da un complessivo il particolare di interesse
Utilizzo dei manuali e della documentazione allegata

Macchine ed attrezzature da utilizzare

Postazione PC
Sistema CAD con licenza su ogni postazione
AUTOCAD 2D/3D
Stampante 3D
CNC: Tornio e Fresatrice
Solid Work

Esercitazioni da svolgere:

Scelta scala di rappresentazione
Proiezioni ortogonali di semplici pezzi
Rappresentazione di un pezzo meccanico semplice
Rappresentazione di un complessivo
Estrazione di un particolare da un complessivo

Materiali indispensabili

Sistema di disegno computerizzato qualsiasi purché licenziato su ogni PC
Stampante
Fogli A4, Fogli A3.
Stampanti

Addestramento

In itinere
Per la formazione, l'accesso ai laboratori è indispensabile riferirsi a quanto indicato nel DVR.

Tempi

8 ore da ridefinire in itinere

Classi **QUINTE**

NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE TECNICA

ABILITA'

DIRETTIVA MACCHINE E MARCATURA CE
Distinta base di apparecchiature, dispositivi ed impianti
Ciclo di vita di un sistema apparati , impianti
Normativa tecnica di riferimento
Terminologia di settore

Attrezzature da utilizzare

Postazione PC e adatto software

Esercitazioni da svolgere:

Ricerca in rete della normativa specifica
Elaborazione di un libretto di uso e manutenzione.
Ricerca di un manuale qualità e relazione sui punti salienti.

Materiali indispensabili

Carta per stampante
Fotocopie

Tempi

10 ore da ridefinire in itinere

AUTOMAZIONE

ABILITA'

Utilizzi di macchine ed impianti per diagnosticare guasti
Interventi di montaggio, sostituzione di componenti nel rispetto di modalità e procedure definite.

Attrezzature da utilizzare

Sensori e trasduttori
Potenziometro
Attuatori
Circuiti con relativo banco elettropneumatico
Tornio a controllo numerico
Fresa a controllo numerico
Tornio tradizionale e macchine tradizionali.
Centro di lavoro
Accessori delle MU CNC
Utensili adatti allo scopo.

Esercitazioni da svolgere:

Esempi di semplici sistemi automatici
Misurazione del pezzo
Sgrossatura esterna; Finitura esterna; Attestatura;
Esecuzione gola; Alesatura con utensile mono-taglienti;
Profilo di tornitura con interpolazione lineare e passatura di finitura
Filettatura esterna a blocchi
Lavorazioni con operazioni multiple. Vari cicli
Fresatura con spianatura con contornatura di piastra.
Ciclo di foratura.

Materiali indispensabili

Piastre e cilindri di acciaio basso legato o alluminio

L'addestramento avverrà nel momento dell'accesso al laboratorio con un primo approccio alla macchina. I tempi previsti sono mediamente di 10 minuti nelle prime due esercitazioni. Poi l'addestramento è da considerarsi effettuato. Per la formazione ci si deve riferire a quanto previsto nel DVR dal SPP.

Tempi

15 ore da ridefinire in itinere

TECNICA DELLA MANUTENZIONE

ABILITA'

Analizzare impianti per diagnosticare guasti
Valutare affidabilità e sicurezza di un sistema nei diversi cicli della propria vita.
Individuazione delle tipologie di guasti con appropriati software

Attrezzature da utilizzare

Postazione PC e adatto software; Ultrasuoni
Apparecchiature termografiche
Per questo modulo non è possibile effettuare alcuna specificazione senza sapere quanto è a disposizione di docenti/discenti. La varietà di macchine, apparecchiature, software è talmente vasta e variegata che è possibile effettuare una definizione nel solo momento della conoscenza dei mezzi messi a disposizione.

Esercitazioni da svolgere:

Elaborazione di una distinta base
Elaborazione di un piano di manutenzione preventiva
Elaborazione di una manutenzione predittiva

Materiali indispensabili

L’addestramento è da prevedere nel momento in cui si è a conoscenza delle apparecchiature disponibili.
Per l’accesso ci si dovrà riferire a quanto indicato nel DVR
Carta per stampare fotocopie.
L’addestramento non è previsto perché ad apprendimento in itinere e diretto con gli strumenti.
Per l’accesso e la formazione ci si dovrà riferire a quanto indicato nel DVR.

Tempi

10 ore da ridefinire in itinere

SOFTWARE PER LA GESTIONE DELLA MANUTENZIONE

ABILITA’

Saper usare il PC

Attrezzature da utilizzare

Postazione PC e adatto software

Esercitazioni da svolgere:

Diagnostica di un Impianto

Materiali indispensabili

Carta per stampante
Fotocopie

Tempi

10 ore da ridefinire in itinere

Esercitazioni MINICAR 05 DI LORENZO PRESENTI ALL'INTERNO DEL SOFTWARE COLLEGATA ALLA STRUMENTAZIONE IN LABORATORIO

Esercitazioni SISTEMA IBRIDO DL AM 22 DI LORENZO PRESENTI ALL'INTERNO DEL SOFTWARE COLLEGATA ALLA STRUMENTAZIONE IN LABORATORIO

ESERCITAZIONI ATTINENTI ALLE UDA:
Smontaggio e montaggio e di un motore asincrono Trifase

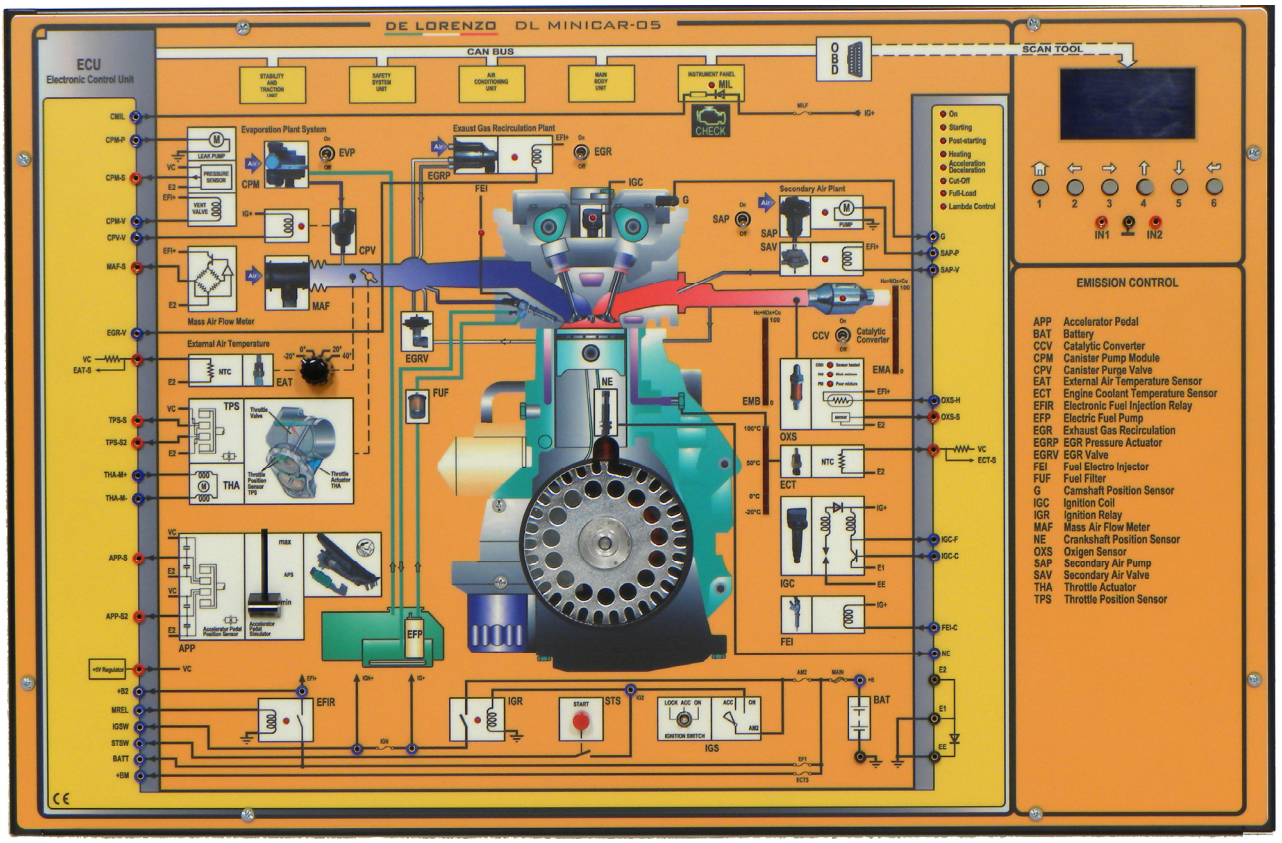
Smontaggio e montaggio di un motore endotermico

DE LORENZO

Engineering Training Solutions

CONTROLLO DELLE EMISSIONI
DL MINICAR-05

GUIDA PRATICA



Blank page

Il Trainer **DE LORENZO MINICAR 05** affronta lo studio dei dispositivi e sistemi interessati al controllo ed alla riduzione delle emissione nei motori a benzina.

La combustione del carburante all'interno dei cilindri di un motore è, infatti, incompleta.

Più è incompleta, e maggiore è la emissione di componenti nocive presenti nei gas di scarico del motore.

Il trainer illustra il funzionamento, ed i segnali elettrici, di tutti i sensori ed attuatori, utilizzati nei moderni autoveicoli, allo scopo di ridurre le emissioni di gas nocivi.

Percorso Formativo:

Composizione dei gas di scarico nei motori a Ciclo Otto

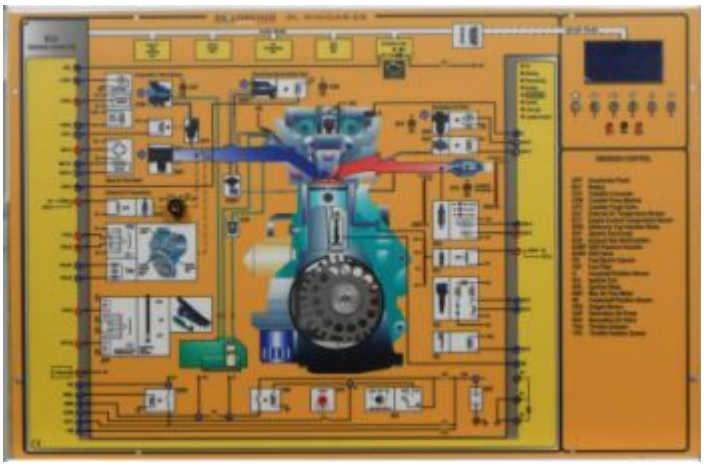
1. Prodotti di combustione
2. Preparazione della miscela e condizioni di esercizio

Provvedimenti riguardanti il motore

3. Adattamento alle condizioni di esercizio
4. Regolazione Lambda
5. Ricircolo dei gas di scarico
6. Antievaporazione del carburante

Trattamenti a posteriori dei gas di scarico

7. Postcombustione termica
8. Postcombustione catalitica



NOTA: **Per la esecuzione di tutte le esperienze previste da questa apparecchiatura si richiedono:**

- **Trainer MINICAR 05**
- Opzionale:
  N.1 Personal Computer con sistema operativo Windows 95/98/Me/2000/XP/Vista/7/8.

Prodotti della combustione

Obiettivi: **Conoscere:**

- **I prodotti che si formano durante la combustione**
- **Prodotti nocivi e prodotti non nocivi**

Requisiti:

- **Conoscenza del motore a Ciclo Otto (MINICAR 01)**

Contenuti:

- **I prodotti della combustione**
- **Prodotti nocivi**
- **Prodotti non nocivi**

Prodotti di combustione

I prodotti di un qualsiasi processo di combustione variano in funzione della percentuale di sfruttamento dell'energia chimica disponibile. Possiamo avere i due casi di:

Combustione Completa	Combustione Incompleta
La combustione completa, in cui si ha totale sfruttamento dell'energia chimica disponibile, produce anidride carbonica ed acqua.	La combustione incompleta, che avviene sempre nella realtà, produce l'emissione di sostanze nocive.

La combustione del carburante nei cilindri di un motore è sempre incompleta, anche in presenza di eccesso d'ossigeno. Quanto più la combustione del carburante risulta incompleta, tanto maggiore è l'emissione di sostanze nocive presenti nei gas di scarico del motore, quali:

IDROCARBURI INCOMBUSTI:	C_nH_m (paraffina, olefina, composti aromatici)
IDROCARBURI PARZIALMENTE COMBUSTI	$C_nH_m \cdot CHO$ (aldeidi)
	$C_nH_m \cdot CO$ (chetoni)
	$C_nH_m \cdot COOH$ (acidi carbonici)
	CO (monossido di carbonio)
PRODOTTI di CRACKING TERMICO e DERIVATI	C_2H_2, C_2H_4 (acetilene, etilene)
	H_2 (idrogeno)
	C (fuliggine), idrocarburi policiclici

SOTTOPRODOTTI della COMBUSTIONE	
da azoto atmosferico:	NO, NO_2 (ossidi di azoto)
da additivi del carburante:	ossidi di piombo, alogenuri di piombo
da impurità del carburante:	ossidi di zolfo
OSSIDANTI	
per effetto della luce del sole dai componenti dei gas di scarico derivano degli ossidanti	perossidi organici, ozono, perossiacilnitrati.

Per ridurre l'inquinamento ambientale, è necessario migliorare il comportamento del motore a ciclo Otto riguardo i gas di scarico.
Tutti i provvedimenti adottati con le diverse disposizione di legge per la riduzione delle emissioni di sostanze nocive hanno lo scopo di contenere entro limiti minimi queste sostanze mantenendo un consumo più basso possibile, elevato rendimento e buon comportamento su strada.

I gas di scarico di un motore a ciclo Otto, oltre ad un'alta percentuale di sostanze non nocive (componenti principali), contengono componenti che, almeno in forte concentrazione, sono considerati dannosi per l'ambiente.
La percentuale di sostanze nocive (componenti secondari) ammonta a circa l' 1 % dei gas di scarico ed è composta da:

monossido di carbonio	CO
ossidi di azoto	NO_x
idrocarburi	HC

Sostanze non nocive

I componenti principali non nocivi dei gas di scarico sono azoto, biossido di carbonio e vapore d'acqua.

Azoto (N_2)	L'azoto come componente principale dell'aria non prende parte alla combustione e rappresenta con circa il 71 % anche la percentuale più alta nei gas di scarico. L'azoto però reagisce in misura ridotta con l'ossigeno per formare ossidi di azoto (vedi "Sostanze nocive").
Biossido di carbonio (CO_2)	Il carbonio legato chimicamente e presente nel carburante forma, con combustione completa, biossido di carbonio (anidride carbonica) per una parte di circa il 14 % dei gas di scarico.
Vapore d'acqua (H_2O)	L'idrogeno legato chimicamente e presente nel carburante si trasforma, mediante combustione, in vapore acqueo, che al momento del raffreddamento si condensa in gran parte (con temperature fredde compare come una nube di vapore sull'impianto di scarico).

I componenti secondari come monossido di carbonio, idrocarburi e idrocarburi ossidati parzialmente si formano in conseguenza di una combustione incompleta, mentre gli ossidi di azoto si formano in conseguenza di reazioni secondarie durante tutti i processi di combustione con aria.

Monossido di carbonio:

CO

E' un gas incolore, inodore e insapore.
Riduce la capacità di assorbimento di ossigeno da parte del sangue, causando in tal modo un'intossicazione del corpo.
Una piccola percentuale volumetrica di CO nell'aria che viene respirata può essere mortale dopo 30 minuti.
Al regime del minimo il contenuto di CO nei gas di scarico dei motori a ciclo Otto è molto alto.
Questo è il motivo per cui non si deve tenere acceso un motore in luoghi chiusi senza aver inserito l'impianto di aspirazione.

Idrocarburi:

HC

Gli idrocarburi sono composti di particelle incombuste del carburante oppure di idrocarburi formatisi nuovamente.
Gli idrocarburi alifatici, caratterizzati da un basso punto di ebollizione, sono inodori.
Gli idrocarburi anulari aromatici (benzolo, toluolo, idrocarburi policiclici) hanno un odore percettibile.
Alcuni idrocarburi sono considerati cancerogeni.
Idrocarburi ossidati parzialmente (aldeidi, chetoni ecc...) hanno un odore spiacevole e formano, sotto l'irradiamento solare, dei prodotti considerati cancerogeni.

Ossidi d'azoto:

NO_x

Con la sigla NO_x si indica una miscela di ossidi di azoto (principalmente NO e NO_2) che si forma con alte temperature di combustione da azoto di aria ed ossigeno.
Il monossido di azoto (NO) è incolore, inodore e insapore.
In aria, cioè in presenza di ossigeno, l'NO si trasforma in biossido d'azoto (NO_2).Nella forma pura, NO_2 è un gas tossico di colorazione rosso-bruno che emana un odore pungente.
Con delle concentrazioni come esistono nei gas di scarico e nell'aria molto inquinata, l'NO_2 può provocare un'irritazione degli organi respiratori.

Questionario

A Quale dei seguenti prodotti di combustione risulta non nocivo ?

1. NO
2. CO
3. NO_2
4. H_2O
5. C_2H_2
6. C_2H_4

B A quanto ammonta la percentuale di sostanze nocive nei gas di scarico ?

1. 14 %
2. 1 %
3. 71 %
4. 28 %
5. 45 %
6. 9 %

C Quali sostanze nocive si cerca di mantenere entro limiti minimi applicando le diverse disposizioni di legge per la riduzione delle emissioni ?

1. NO, CO, CO_2, NO_2
2. HC, CO_2, NO_x
3. HC, CO, NO_2
4. HC, CO_2, NO_2
5. HC, CO, CO_2, NO, NO_2
6. HC, CO, NO_x

Preparazione della miscela e condizioni di esercizio

Obiettivi: **Conoscere:**

- **La preparazione della miscela ed il coefficiente Lambda**
- **Provvedimenti di riduzione dei gas di scarico**
- **Come determinare il punto di accensione ottimale**
- **I trattamenti successivi alla combustione**

Requisiti:

- **Conoscenza del motore a Ciclo Otto (MINICAR 01)**

Contenuti:

- **La preparazione della miscela**
- **I gas di scarico e la dipendenza dal punto di accensione**
- **I provvedimenti per la riduzione dei gas di scarico**
- **I trattamenti di riduzione dopo la combustione**

Preparazione della miscela

Nel motore a ciclo Otto la miscela aria/carburante viene compressa e accesa, tramite scintilla elettrica, in un rapporto di miscela adatto per l'accensione e la combustione.
La formazione della miscela inizia con l'apporto del carburante all'aria aspirata, mentre il riempimento dei cilindri dipende dai diversi regimi di funzionamento del motore.
Il compito del dosaggio del carburante consiste quindi di volta in volta nell'adattare la quantità di carburante alla quantità d'aria.

Rapporto Aria - Carburante

La miscela carburante-aria si accende e brucia in modo ottimale soltanto all'interno di determinati rapporti di miscela.
Nella benzina il rapporto per una completa combustione del carburante (**rapporto stechiometrico**) è mediamente 14,7:1, vale a dire che sono necessari circa 14,7 kg di aria per avere la completa combustione di 1 kg di carburante.
Per ogni condizione d'esercizio del motore è necessario eseguire una correzione della miscela. Il consumo specifico di carburante di un motore a ciclo Otto dipende soprattutto dal rapporto di miscela tra aria e carburante.
Poiché i motori degli autoveicoli funzionano per la maggior parte del tempo nel campo del carico parziale, essi sono predisposti per consumare poco carburante proprio in questo campo di carico.

Per altre condizioni d'esercizio, come minimo e carico massimo, è più conveniente una composizione della miscela più ricca di carburante.
Il sistema di preparazione della miscela deve essere in grado di soddisfare queste esigenze variabili.

Per contrassegnare la differenza reale dell'effettiva miscela aria-carburante rispetto a quella

teoricamente necessaria (14,7 : 1) si è scelto il **coefficiente d'aria Lambda**:

$$\textbf{Lambda} = \frac{\textbf{quantità d'aria apportata (aspirata)}}{\textbf{quantità d'aria necessaria per la combustione stechiometrica}}$$

si ha:

Lambda = 1	il volume d'aria immesso corrisponde a quello teorico
Lambda < 1 (0,85.....0,95)	aria insufficiente, cioè miscela ricca e potenza elevata
Lambda > 1 (1,05.....1,25)	aria in eccesso, cioè miscela povera, consumo di carburante ridotto ma anche potenza ridotta
Lambda > 1,25 (limite di infiammabilità)	è assolutamente impossibile innescare la miscela; si verificano mancate combustioni; l'irregolarità di funzionamento aumenta notevolmente.

Come è facile dedurre dalle cifre sopra indicate, non esiste un valore ideale del coefficiente d'aria in base al quale tutti i fattori raggiungono il loro valore ottimale.
Anche se i coefficienti Lambda = 0,9....1,1 si sono dimostrati in pratica come i più favorevoli, è necessario eseguire un continuo adattamento alle condizioni d'esercizio del motore.

Nelle figure 1 e 2 sono illustrati i rapporti della potenza, del consumo specifico di carburante e dello sviluppo di componenti inquinanti con il coefficiente d'aria Lambda.

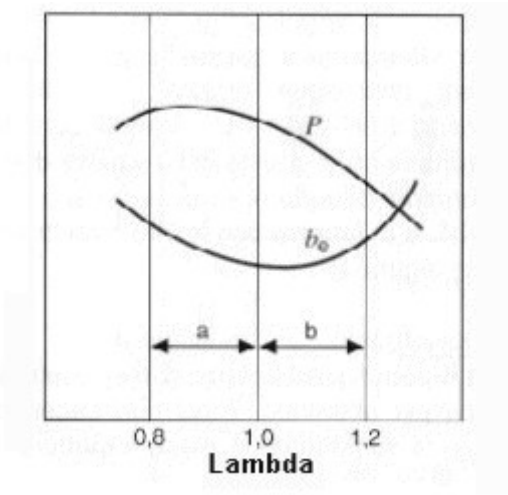


Fig.1
Influenza del coefficiente d'aria Lambda sulla potenza P e sul consumo specifico di carburante b_e; a) miscela ricca (mancanza d'aria); b) miscela povera (eccesso d'aria)

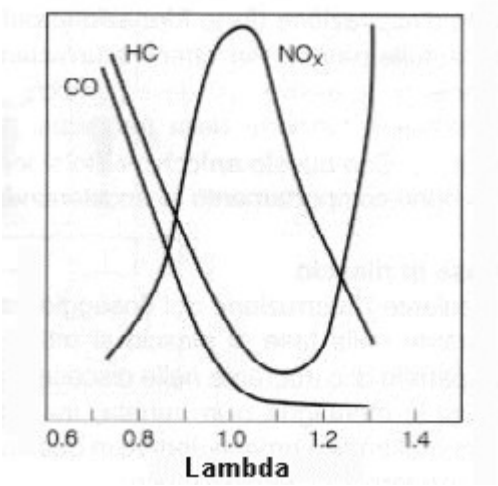


Fig. 2
Influenza del coefficiente d'aria Lambda sulla composizione delle sostanze nocive nei gas di scarico.

I motori a ciclo Otto raggiungono la loro potenza massima con carenza d'aria tra il 5....15 % (Lambda = 0,95....0,85).
Si ha il consumo di carburante più basso con circa il 10....20 % di eccesso d'aria (Lambda = 1,1....1,2).
Un funzionamento regolare del minimo è ottenuto con circa Lambda = 1,0 e buoni transitori con mancanza d'aria del 15....25 % (Lambda = 0,85....0,75).

Per il post-trattamento catalitico dei gas di scarico mediante un catalizzatore a tre vie è assolutamente necessario l'esatto ottenimento di Lambda = 1, con motore caldo. Per questo scopo occorre che sia la quantità d'aria aspirata che il preciso dosaggio della quantità di carburante vengano determinati esattamente.

Oltre all'esatta quantità d'iniezione, per lo svolgimento della combustione è necessaria anche una miscela omogenea. Questo richiede una buona polverizzazione del carburante. In mancanza di questa condizione si depositano grandi gocce di carburante sul collettore d'aspirazione per cui si hanno elevate emissioni di HC.
L'inizio della combustione, riferito al punto morto superiore del pistone, influenza in modo particolare la temperatura di combustione e, quindi, la formazione di ossido d'azoto. Vi è quindi una forte dipendenza dei gas di scarico dal punto d'accensione.

Punto di accensione e Gas di scarico

Nelle figure 4 e 5 è rappresentato un esempio della dipendenza del consumo specifico di carburante nonché delle sostanze nocive dal coefficiente d'aria Lambda e dal punto d'accensione.
Il consumo specifico di carburante dapprima diminuisce con l'aumentare del coefficiente d'aria per poi risalire con Lambda = 1,1....1,2. L'angolo d'accensione ottimale, al quale si ottiene il consumo specifico più basso, aumenta con l'aumentare del coefficiente d'aria.

Questa dipendenza "consumo specifico-coefficiente d'aria" a ogni angolo d'accensione ottimale è spiegabile con il fatto che la combustione nei campi ricchi di carburante è incompleta a causa della carenza d'aria, mentre nel campo povero, che si avvicina sempre più al limite di funzionamento del motore, si verificano combustioni ritardate o salti di combustione che causano un aumento del consumo specifico.

Il crescere dell'angolo d'accensione ottimale contemporaneamente all'aumentare del coefficiente d'aria è spiegabile con il fatto che il ritardo di scoppio della miscela aumenta con l'aumentare del coefficiente d'aria, per cui si deve compensare anticipando sempre più l'accensione.

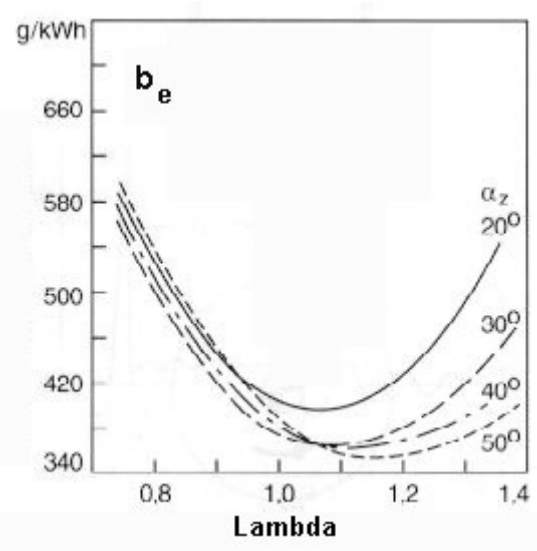


Fig. 4
Influenza del coefficiente d'aria Lambda e del punto d'accensione α_z sul consumo specifico di carburante b_e.

Le emissioni HC si comportano allo stesso modo perché il loro minimo sviluppo si ha ugualmente con Lambda = 1,1.
L'aumento iniziale con miscela povera dipende dal raffreddamento delle pareti della camera di combustione. In seguito a questo raffreddamento la fiamma tende a spegnersi.
Le miscele estremamente povere causano combustioni ritardate e perdite di scoppio, che diventano sempre più frequenti con l'avvicinarsi al limite di funzionamento del motore.

Al di sotto di Lambda = 1,2 un punto d'accensione "anticipato" produce l'aumento di emissioni HC, però sposta anche il limite di funzionamento in campi di miscela sempre più povera.
Per questo motivo nei campi di miscela povera al di

sopra di Lambda = 1,25 e con il punto d'accensione anticipato, le emissioni di HC sono inferiori.

In modo totalmente diverso si comportano le emissioni di ossidi di azoto (NO_x).

Esse aumentano con l'aumentare della concentrazione di ossigeno (O_2) e con le più alte temperature di combustione.
Ecco perché la rappresentazione grafica delle emissioni NO_x assume la forma di una campana: aumento fino a Lambda = 1,05 a causa dell'aumentare della combustione di O_2 e creste di temperatura sempre più alte, poi caduta rapida nel campo della miscela povera a causa dell'improvvisa diminuzione delle creste di temperatura a loro volta dipendenti dalla rarefazione della miscela.
Ciò spiega anche la forte influenza del punto d'accensione.

Un'accensione sempre più anticipata produce una quantità maggiore di emissioni NO_x.

Affinché il motore possa funzionare nel campo dei coefficienti d'aria Lambda = 1,2....1,4 (basso consumo di carburante), pur adempiendo alle prescrizioni sulle emissioni dei gas di scarico, si devono imporre compiti notevolmente più alti all'impianto di correzione dell'anticipo dell'accensione.

Per gli impianti motoristici concepiti con l'utilizzo del catalizzatore a 3 vie, invece, è necessario l'adattamento della miscela a Lambda = 1, per cui si potrà assumere come criterio di ottimizzazione solo la posizione dell'angolo d'accensione.

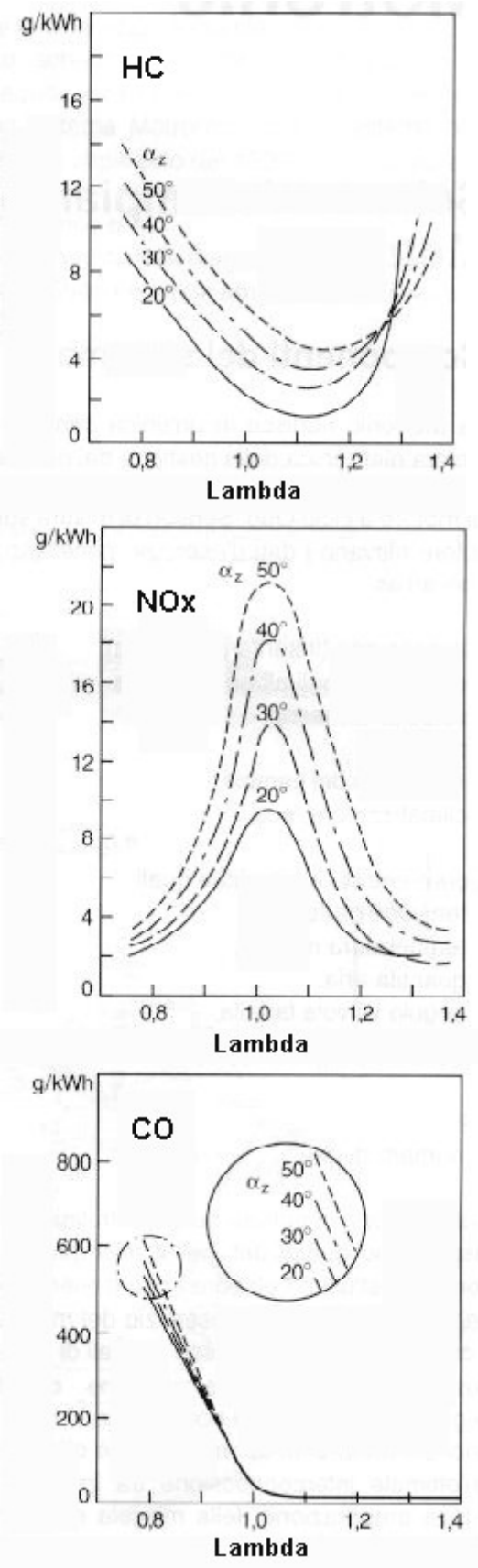


Fig. 5
Influenza del coefficiente d'aria Lambda e del punto d'accensione α_z sulle emissioni di sostanze nocive

Provvedimenti per la riduzione dei gas di scarico

I provvedimenti utilizzabili sul motore a ciclo Otto, per modificarne e ridurne la composizione dei gas di scarico, riguardano:

1 Adattamento alle condizioni di esercizio

Consiste in una continua registrazione della miscela, cioè nell'adattamento del coefficiente d'aria Lambda alle diverse condizioni d'esercizio al fine di armonizzare la produzione dei gas di scarico con l'intervento degli altri dispositivi atti al loro abbattimento.
Si può ottenere una registrazione ottimale della miscela mediante gli impianti d'iniezione.
Si vedano le lezioni **Adattamento alle condizioni d'esercizio** e **Regolazione Lambda**.

2 Ricircolo dei gas di scarico

Il gas di scarico apportato nuovamente alla camera di combustione serve a ridurre la temperatura massima della combustione.
Poiché la formazione di ossido d'azoto aumenta più che proporzionalmente alla temperatura della combustione, il ricircolo dei gas di scarico rappresenta, quale provvedimento per ridurre la temperatura, un metodo molto efficace per ridurre la quantità di ossido d'azoto.
Si può ottenere il ricircolo dei gas di scarico mediante:
- ricircolo dei gas di scarico interno mediante adeguato "ricoprimento" delle valvole;
- ricircolo dei gas di scarico esterno mediante apposite valvole di ricircolo dei gas (AGR).

Si veda la lezione **Ricircolo dei gas di scarico.**

3 Antievaporazione del carburante

Le emissioni di vapori vengono per lo più causate dal carburatore e dal serbatoio del carburante.
Per adempiere alle prescrizioni legislative, negli USA vengono impiegati sistemi con filtri a carbone attivo.
In questo caso un serbatoio di carbone attivo viene collegato in modo che, a motore fermo, i vapori passino dal serbatoio e dal carburatore al serbatoio di carbone attivo e vengano qui trattenuti. Con motore in funzione, il contenitore viene collegato al collettore di aspirazione e il carbone attivo viene rigenerato.
Si veda la lezione **Antievaporazione del carburante.**

4 Qualità della miscela

L'omogeneità e la stratificazione del carburante al momento dell'accensione, nonché la temperatura della miscela, hanno un'influenza notevole sull'infiammabilità, sul processo di combustione e quindi sulla composizione dei gas di scarico.
La formazione di miscele omogenee o di stratificazioni comandate (miscela grassa nella zona delle candele di accensione, miscela magra vicino alle pareti della camera di combustione) sono tra gli obiettivi verso cui è indirizzata l'attuale ricerca e sviluppo.
Il preriscaldamento dell'aria aspirata e del collettore di aspirazione viene impiegato soprattutto per ridurre al minimo la formazione di pellicole di carburante sulle superfici fredde.

5 Ripartizione uniforme

Ogni cilindro del motore deve essere alimentato con lo stesso coefficiente d'aria per un funzionamento ottimale del motore.
A questo scopo si deve garantire che sia l'aria che il carburante siano distribuiti equamente fra i vari cilindri.

6 Rapporto di compressione

E' noto che un rapporto di compressione alto è un provvedimento efficace per la riduzione dei consumi, grazie al miglior rendimento termico. Tuttavia aumentando la temperatura massima della combustione aumentano anche le emissioni di ossido d'azoto.

7 Configurazione della camera di combustione

Gli idrocarburi incombusti si producono soprattutto quando durante la combustione il fronte di fiamma, a causa di un insufficiente livello di ossigeno e una temperatura troppo bassa, si estingue andando a toccare le pareti della camera a combustione ("wall quenching").

I motori con una elevata superficie della camera di combustione (riferita al volume della camera di combustione), vale a dire le camere di combustione con strette zone appiattite, favoriscono la combustione grazie alla turbolenza prodotta, ma sono sfavoriti per quanto riguarda gli idrocarburi incombusti e, a seconda delle circostanze, sfavoriti

anche in riferimento agli ossidi di azoto.

8 Sistema di accensione

Il tipo di candele di accensione, la posizione delle candele nella camera di combustione, l'energia delle scintille e la loro durata influenzano l'accensione della miscela, il processo di combustione e, quindi, l'emissione di inquinanti nei gas di scarico.
Ciò diventa ancora più importante quanto più si deve alimentare il motore con miscela magra (Lambda maggiore di 1,1).
Variando il punto di accensione si ottiene un notevole influsso sia sulle emissioni di gas di scarico che sul consumo di carburante.

Partendo dal punto di accensione ottimale per il consumo, si regola il ritardo d'accensione in modo che la combustione sia ancora in atto durante l'apertura della valvola di scarico.
Di conseguenza nel collettore di scarico ha luogo una reazione termica successiva, con la quale si possono ridurre gli ossidi d'azoto e gli idrocarburi incombusti, anche se il consumo di carburante aumenta.

Dall'altra parte aumentano sia il consumo che gli ossidi d'azoto e gli idrocarburi incombusti se, rispetto alla condizione ottimale, l'accensione viene regolata in senso "anticipo".

Provvedimenti di trattamento successivo

I trattamenti successivi alla combustione, utilizzabili sul motore a ciclo Otto per ridurne le componenti nocive dei gas di scarico, riguardano:

1 Postcombustione termica

A questo scopo vengono utilizzati dei dispositivi che, mediante predisposizione di un tempo di attesa e mantenimento di alte temperature, consentono post-reazioni dei componenti incombusti ancora presenti nei gas di scarico.
In genere tali sistemi lavorano mediante ossidazione con iniezione d'aria.

Nei reattori "ricchi", apportando dell'aria secondaria al gas di scarico ricco (Lambda = 0,8....0,9) si ottiene un alto livello di temperatura con una conseguente post-ossidazione di CO ed HC.
Nei reattori ricchi lo svantaggio è dato dal notevole consumo di carburante, poiché il motore deve essere alimentato con una miscela ricca (questa situazione è tipica delle fasi di avviamento e post-avviamento a freddo).

I reattori "poveri" o anche i cosiddetti "tubi caldi", lavorano con Lambda = 1,1....1,2 e utilizzano l'ossigeno residuo ancora presente nei gas di scarico.
Le temperature sono relativamente basse, si parla quindi di "ossidazione lenta".
Per ottenere dei tempi di attesa sufficienti, sono necessari dei grossi volumi.

Solamente con un buon isolamento di materiale resistente ad alta temperatura si può ottenere un rendimento di ossidazione sufficiente.
Si veda la lezione **Postcombustione termica.**

2 Postcombustione catalitica

I catalizzatori sono composti da un materiale di supporto con rivestimento attivo e da un supporto resistente alle vibrazioni e isolato termicamente in una carcassa.
Come materiali di supporto vengono impiegati granulati e monoliti sintetizzati di AL_2O_3.

La forma monolitica si è rivelata la più adatta ai veicoli.
Essa presenta le seguenti proprietà: migliore sfruttamento della superficie dei catalizzatori, alta resistenza meccanica, bassa conducibilità termica, bassa contropressione dei gas di scarico.
Lo strato attivo dei catalizzatori è formato da piccole quantità di metalli nobili (Pt, Rh, Pd) ed è sensibile al piombo.

Per evitare che lo strato attivo diventi inattivo in seguito ad avvelenamento da piombo, i motori dotati di catalizzatore devono essere alimentati solo con carburante privo di piombo.
Se il catalizzatore viene inserito vicino al motore, si ha il vantaggio di ottenere una maggiore temperatura dei gas di scarico e, quindi, un rendimento ottimale a sollecitazioni termiche elevate.

Le temperature massime ammissibili sono leggermente superiori ai 1000 °C; pertanto oggi viene per lo più scelto il montaggio meno critico al di sotto del fondo del veicolo.

I catalizzatori di ossidazione funzionano mediante alimentazione povera del motore o mediante immissione di aria supplementare con eccesso d'aria, per poter ossidare CO ed HC.
I catalizzatori di riduzione lavorano senza immissione d'aria, con difetto d'aria e riducono gli ossidi di azoto.

L'alloggiamento o "corpo" unico per i catalizzatori di riduzione e di ossidazione viene definito: catalizzatore a doppio corpo.

In questo caso il motore viene alimentato con un coefficiente d'aria Lambda = 0,9.
Nel primo corpo NO viene ridotto e si produce, fra l'altro, NH3.
Dopo l'apporto di aria secondaria nel secondo corpo può aver luogo la quasi completa ossidazione di CO ed HC.
Di conseguenza NH3 ridiventa NO.
Complessivamente, però, è possibile solo una riduzione del 70-80% di NO.

Non risulta vantaggioso il funzionamento con miscela ricca.

L'aria secondaria può essere apportata mediante pompe centrifughe o mediante valvole autoaspiranti, che sfruttano le pulsazioni di pressione nel sistema di scarico.
Il sistema più efficace per il trattamento dei gas di scarico dei motori a ciclo Otto è rappresentato dal catalizzatore a 3 vie o selettivo a sonda Lambda.
Esso è in grado di ridurre a sufficienza tutti i componenti inquinanti, se il motore funziona con una miscela stechiometrica (Lambda = 1).
L'intervallo di variazione del coefficiente d'aria per una eliminazione ottimale dei tre componenti è molto stretto.
Pertanto per questo sistema non è sufficiente il semplice comando della miscela.

Si veda la lezione **Postcombustione catalitica.**

Questionario

Con aria in eccesso rispetto al valore stechiometrico, si ha:

1. Lambda < 1 e miscela ricca
2. Lambda = 1 e miscela normale
3. Lambda < 1 ed elevato consumo di carburante
4. Lambda > 1 ed elevata potenza
5. Lambda > 1 , miscela povera, consumo elevato e potenza elevata
6. Lambda > 1 , miscela povera, consumo ridotto e potenza ridotta

Risposta:

Con Lambda uguale circa ad 1, si ha:

1. Emissione minima di NO_x
2. Elevata emissione di HC
3. Elevata emissione di CO, HC, NO_x
4. Emissione contenuta di CO, HC, NO_x
5. Elevata emissione di NO_x
6. Nessuna emissione di gas nocivi

Risposta:

Il ricircolo dei gas di scarico consente di:

1. Abbattere le emissioni di CO
2. Abbattere le emissioni di HC
3. Abbattere le emissioni di NO_x
4. Abbattere le emissioni di HC, CO ed NO_x
5. Abbattere le emissioni di HC e CO
6. Abbattere le emissioni di HC ed NO_x

Risposta:

L'immissione di aria secondaria consente di:

1. Abbattere le emissioni di HC
2. Abbattere le emissioni di HC e CO

Risposta:

3. Abbattere le emissioni di HC, CO ed NO_x
4. Abbattere le emissioni di CO ed NO_x
5. Abbattere le emissioni di CO
6. Abbattere le emissioni di NO_x

Adattamento alle condizioni di esercizio

Obiettivi: **Conoscere:**

- **L'adattamento della miscela alle condizioni di esercizio**
- **Le fasi di avviamento, post-avviamento e riscaldamento**
- **Le fasi di accelerazione, decelerazione, pieno carico e cut-off**

Requisiti:

- **Conoscenza del motore a Ciclo Otto (MINICAR 01)**

Contenuti:

- **Adattamento della miscela**
- **Fasi di avviamento, post-avviamento e riscaldamento**
- **Fasi di accelerazione, decelerazione, pieno carico e cut-off**

Adattamento della miscela alle condizioni di esercizio

In alcune condizioni d'esercizio la quantità di carburante occorrente si discosta notevolmente da quella stazionaria del motore caldo, per cui occorrono interventi correttivi nella preparazione della miscela.

1 Fase di Post-Avviamento

Dopo l'avviamento a basse temperature la miscela aria-carburante diventa più povera, è necessario quindi arricchire brevemente con carburante supplementare finché mediante elevata temperatura nella camera di combustione si abbia una migliore preparazione della miscela nel cilindro.
Inoltre una miscela ricca genera una coppia motrice più alta e quindi un migliore passaggio al regime di giri del minimo desiderato.

2 Fase di riscaldamento del motore

La fase di riscaldamento viene dopo quella di Post-Avviamento.
Il motore necessita di un arricchimento supplementare nella fase di riscaldamento, perché una parte del carburante si condensa sulle pareti dei cilindri ancora fredde.
Poiché la preparazione della miscela peggiora al diminuire della temperatura (a causa dell'insufficiente miscelazione aria-carburante nonché per il formarsi di grosse gocce di condensazione del carburante), nel collettore di aspirazione si ha una precipitazione di carburante che evapora solo in presenza di temperature più elevate.
Questi fattori determinano un crescente arricchimento della miscela con il calare della temperatura.

3 Regime del minimo

L'esigenza di una marcia regolare e stabile con un minimo a basso numero di giri, non può essere soddisfatta per molti motori con una miscela di aria-carburante stechiometrica.
In questo caso, si necessita in genere di un adattamento della miscela un po' più ricco (Lambda = 0,95).
L'uso sempre più diffuso della marmitta catalitica (postcombustione catalitica), ha orientato le case automobilistiche verso l'impiego, a motore caldo, di una miscela stechiometrica (Lambda = 1), anche a

regime minimo.
(Si veda a tal proposito la lezione sulla Regolazione Lambda).

4 Carico parziale

A carico parziale occorre in primo luogo adeguare la miscela al minimo consumo di carburante (Lambda = 1,1), se non si dispone della marmitta catalitica.
Per soddisfare le norme severissime sui gas di scarico, occorre un adeguamento stechiometrico della miscela (Lambda = 1), se si impiega il catalizzatore a tre vie.
(Si veda a tal proposito la lezione sulla Regolazione Lambda).

5 Fase di pieno carico

Con valvola farfalla completamente aperta, il motore deve erogare la sua massima coppia motrice e la sua massima potenza.
Come già mostrato in precedenza, ciò avviene arricchendo la miscela aria-carburante a Lambda = 0,85....0,95.

6 Fase di accelerazione

Se la farfalla acceleratore si apre improvvisamente, si verifica un impoverimento della miscela aria-carburante a seguito di una tendenza di evaporazione ridotta del carburante all'aumentata pressione nel collettore di aspirazione (con conseguente incremento del film di benzina sulle pareti).
Per ottenere un buon comportamento del transitorio, è necessario un arricchimento della miscela dipendente dalla temperatura del motore.
Con questo arricchimento in accelerazione, si evita il "buco di accelerazione".

7 Fase di rilascio

L'interruzione dell'alimentazione durante la fase di rilascio porta ad un risparmio di carburante non solo nelle discese in percorsi di montagna e con ogni frenata, ma anche nel traffico urbano.
Inoltre, poiché non c'è combustione di carburante, non c'è nemmeno emissione di gas di scarico.

8 Adattamento della miscela a grandi altitudini

Alle grandi altitudini (percorsi di montagna), l'aria è più rarefatta; ciò significa che a parità di volume d'aria aspirato, la massa d'aria aspirata risulta inferiore rispetto alle regioni più a valle.
Non considerando questo effetto nella preparazione della miscela, ne risulterebbe un arricchimento eccessivo con un consumo.

La fase di avviamento viene considerata quella in cui il motore è trascinato in rotazione dal motorino di avviamento.
La fase di Post-Avviamento è quella in cui il motore inizia ad essere alimentato.

Fase di Post-Avviamento

Durante l'avviamento del motore a freddo si hanno condizioni di evaporazione sfavorevoli per il carburante iniettato;

- aria aspirata fredda;
- pareti del collettore di aspirazione fredde;
- alta pressione nel collettore di aspirazione;
- velocità di flusso ridotta dell'aria nel collettore di aspirazione;
- camere di combustione e pareti dei cilindri fredde.

A seguito di queste condizioni di evaporazione, una parte del carburante dosato si condensa sulle pareti fredde del collettore di aspirazione dando origine ad un film sottile.

Per ovviare rapidamente alla formazione del film e ottenere quindi che tutta la quantità di carburante iniettata sia disponibile ai cilindri per la combustione, bisogna dosare, durante l'avviamento, più carburante della quantità necessaria per la combustione dell'aria effettivamente aspirata.

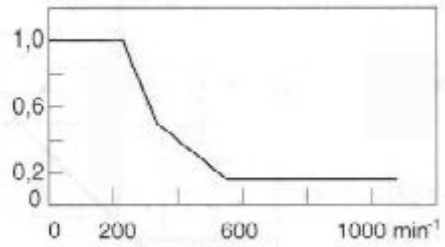
Dato che la condensazione del carburante dipende principalmente dalla temperatura del collettore di aspirazione, i tempi d'iniezione effettivi durante l'avviamento sono prefissati in centralina e in funzione della temperatura motore **(figura 6a)**.

Oltre alla temperatura delle pareti del collettore di aspirazione, il film sulle pareti dipende anche dalla velocità di flusso dell'aria nel collettore di aspirazione.

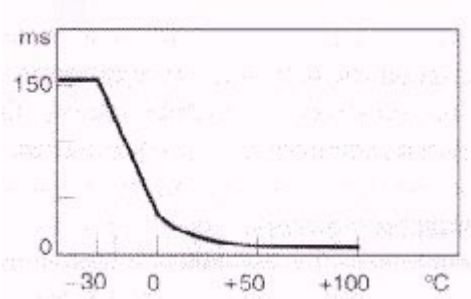
Più alta è la velocità di flusso, più è ridotta la quantità di carburante condensata sulle pareti del collettore di aspirazione.
Per questo motivo si riduce il tempo di iniezione al crescere del numero di giri motore durante l'avviamento **(figura 6b)**.

Per ottenere dei tempi di avviamento molto brevi, da una parte il film sulle pareti deve formarsi molto rapidamente, cioè in poco tempo dev'essere dosato molto carburante, dall'altra parte non si può eccedere perché una quantità eccessiva causerebbe un "ingolfamento" del motore.
Queste esigenze contrarie vengono soddisfatte con dei tempi di iniezione iniziali molto lunghi, che si

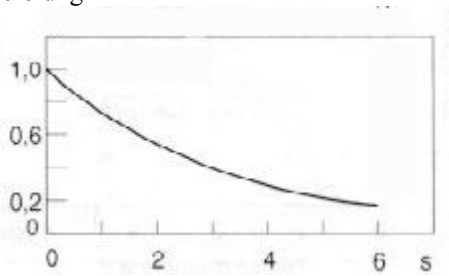
Fig. 6 Correzioni del tempo di iniezione durante la fase di Post-Avviamento



a.) Fattore di correzione del tempo d'iniezione in funzione della temperatura motore durante il post-avviamento.



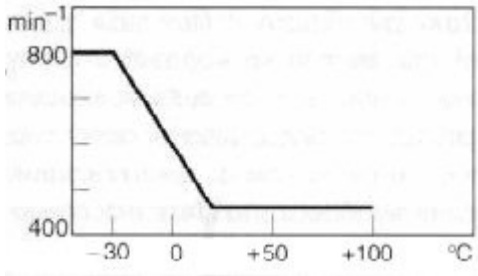
b.) Fattore di riduzione del tempo di iniezione in funzione del numero di giri



c.) Fattore di riduzione del tempo di iniezione in funzione del tempo di avviamento

riducono con il crescere della durata del tempo di avviamento **(figura 6c)**

Da quanto esposto risulta evidente che in questa fase di avviamento il coefficiente d'aria Lambda comandato dalla centralina elettronica sarà caratteristico di una miscela molto ricca, in progressivo impoverimento, ma comunque con valori ben al di sotto di Lambda = 1 anche a fine avviamento.
La fase di avviamento termina quando il "numero di giri di fine avviamento", dipendente dalla temperatura del motore, viene superato **(figura 6d)**.



d.) Numero giri motore (in giri/min) di fine avviamento in funzione della temperatura motore

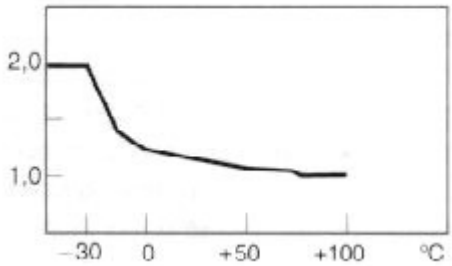
Fase di Riscaldamento

Terminata la fase di Post-Avviamento, per la preparazione della miscela vengono utilizzati, come base, i tempi d'iniezione memorizzati nel diagramma caratteristico per la regolazione Lambda = 1, calcolati in funzione della posizione della farfalla, del numero giri motore, della portata e temperatura aria aspirata.
Nella successiva fase, fino al raggiungimento della temperatura regimata del motore, è necessario un arricchimento della miscela dovuto alla condensazione di carburante sulle pareti ancora fredde della camera di combustione e dei cilindri.

L'arricchimento dipende solo dalla temperatura del motore.
Vi sono due funzioni per ottenere il giusto fabbisogno di carburante durante la fase tra fine avviamento e raggiungimento della temperatura di esercizio (80 °C).

L**'arricchimento in fase di riscaldamento** è memorizzato come fattore di correzione in funzione della temperatura del motore; la riduzione di questo fattore al valore neutrale 1 è determinato esclusivamente dalla temperatura del motore (figura 7a).

Fig. 7
Correzioni del tempo di iniezione durante la fase di riscaldamento



a.) Fattore di correzione del tempo d'iniezione in funzione della temperatura motore durante il riscaldamento

Da quanto esposto risulta evidente che in questa fase di riscaldamento, il coefficiente d'aria Lambda comandato dalla centralina elettronica sarà ancora caratteristico di una miscela ricca, in progressivo impoverimento, fino al raggiungimento del valore Lambda = 1 (fase di regolazione Lambda) con il superamento degli 80 °C da parte della temperatura motore.

Fase di accelerazione/decelerazione - Compensazione alla progressione

Nel caso di variazioni del carico dovute allo spostamento veloce della farfalla, la compensazione dei transitori provvede alla correzione dinamica della miscela.

Nel caso di una forte **accelerazione** si provvede ad un **arricchimento** della miscela.

Nel caso di una forte **decelerazione** si provvede ad uno **smagrimento** della miscela.

In funzione della velocità angolare della valvola a farfalla, viene attivato un fattore di arricchimento miscela dinamico per l'arricchimento in accelerazione ed un fattore di smagrimento di miscela dinamico in decelerazione.
Tale fattore di arricchimento subisce ulteriori correzioni in funzione della temperatura motore, della temperatura aria aspirata, del numero giri motore e della posizione angolare della farfalla, in base ad opportune mappature memorizzate.

Fase di pieno carico e cut-off

Se il conducente ha premuto a fondo il pedale dell'acceleratore, si aspetta l'erogazione della massima potenza del motore.
Un motore a combustione ottiene la potenza massima con una miscela arricchita di circa il 10-15 % rispetto al rapporto aria-carburante stechiometrico.
Il valore dell'arricchimento del pieno carico è memorizzato nella centralina elettronica come fattore moltiplicativo dei tempi di iniezione calcolati dal diagramma caratteristico Lambda.
L'arricchimento di pieno carico ha effetto quando l'angolo farfalla oltrepassa una soglia predefinita (alcuni gradi prima dell'arresto).

Va osservato che un numero di giri estremamente alto potrebbe causare seri danni al motore (valvole, pistoni); mediante la **limitazione del numero di giri** viene evitato che venga superato il numero di giri massimo ammesso per il motore.

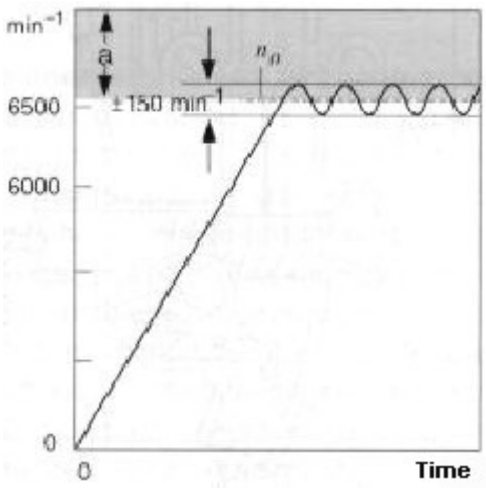
La centralina elettronica per la gestione del motore ed il controllo delle emissioni inquinanti, offre la possibilità di una limitazione del numero di giri tramite l'esclusione dell'iniezione (CUT-OFF).
In caso di superamento del numero di giri massimo n_o, gli impulsi d'iniezione vengono soppressi.
Il numero di giri del motore vengono quindi limitati.
Se il numero di giri scende al di sotto del valore prefissato, l'iniezione viene riattivata nuovamente.

Tutto questo avviene in tempi brevi ed entro una banda di tolleranza del numero di giri conformemente al numero di giri massimo ammissibile prefissato del motore.

Il conducente avverte la limitazione del numero di giri sotto forma di esitazioni del motore e viene pertanto indotto a reagire conseguentemente (inserimento della marcia successiva, rilascio dell'acceleratore, ecc..).

Limitazione del numero di giri massimo mediante esclusione dell'iniezione.

a Campo dell'esclusione del carburante



Questionario

Durante la fase di post-avviamento si usa una miscela aria-benzina :

1. Molto povera
2. Molto ricca
3. In rapporto 14.7 a 1

Durante la fase di Riscaldamento si usa una miscela aria-benzina:

1. In rapporto 14.7 a 1
2. Leggermente ricca e in diminuzione con la temperatura
3. Leggermente ricca e in aumento con la temperatura
4. Leggermente povera e in diminuzione con la temperatura
5. Leggermente povera e in aumento con la temperatura

Durante le fasi di forte accelerazione/ decelerazione si usa una miscela aria-benzina:

1. Molto ricca in accelerazione e molto povera in decelerazione
2. Molto povera in accelerazione e molto ricca in decelerazione
3. Molto ricca in ambedue i casi
4. Molto povera in ambedue i casi

Quando si entra nella fase di cut-off di pieno carico:

1. La miscela aria-benzina viene arricchita
2. La miscela aria-benzina viene impoverita
3. L'iniezione di carburante viene sospesa
4. L'iniezione di carburante continua e l'accensione delle candele viene bloccata

Eseguire le seguenti predisposizioni:

Dispositivo	Sigla sul Trainer	Posizione
Selettore Ignition Switch	**IGS**	**LOCK**
Pedale Acceleratore	**APP**	**'min'**
Impianto "Immissione vapori"	**EVP**	**OFF**
Impianto "Ricircolo gas di scarico"	**EGR**	**OFF**
Impianto "Immissione aria"	**SAP**	**OFF**
Selettore "Marmitta catalitica"	**CCV**	**OFF**
Selettore "Temperatura Aria Esterna"	**EAT**	**-20 °C**

Operazioni :

Si agisca sull'Interruttore di Avviamento (Ignition Switch IGS) fino a metterlo in posizione ON

Avviare il motore con il tasto START.

Durante la rapida fase di Post-starting (durata 2 secondi) si osservi:

- il progressivo incremento del coefficiente d'aria Lambda con valori tipici di una miscela molto ricca
- il progressivo incremento del numero di giri del motore, fino allo stabilizzarsi del minimo;
- l'elevata emissione di gas di scarico inquinanti

Durante la la più lenta, e successiva, fase di Riscaldamento si osservi:

- il progressivo incremento del coefficiente d'aria Lambda con valori tipici di una miscela molto ricca
- il progressivo incremento del numero di giri del motore, fino allo stabilizzarsi del minimo
- il progressivo decremento di emissione di gas di scarico inquinanti
- il raggiungimento della fase di regolazione Lambda quando la temperatura motore supera gli 80°C.

Eseguire le seguenti predisposizioni:

Dispositivo	Sigla sul Trainer	Posizione
Selettore Ignition Switch	**IGS**	**LOCK**
Pedale Acceleratore	**APP**	**'min'**
Impianto "Immissione vapori"	**EVP**	**OFF**
Impianto "Ricircolo gas di scarico"	**EGR**	**OFF**
Impianto "Immissione aria"	**SAP**	**OFF**
Selettore "Marmitta catalitica"	**CCV**	**OFF**
Selettore "Temperatura Aria Esterna"	**EAT**	**40 °C**

Operazioni:

Si agisca sull'Interruttore di Avviamento (Ignition Switch IGS) fino a metterlo in posizione ON

Avviare il motore con il tasto START.

Attendere il completamento della fase di riscaldamento e l'ingresso in Regolazione lambda.

Operare sul potenziometro del pedale acceleratore con rapide variazioni per simulare accelerazioni e decelerazioni.

Durante queste fasi si osservi:

- la uscita dalla condizione di Regolazione Lambda e l'ingresso nelle fasi di Accelerazione/Decelerazione
- la continua variazione di lambda, a causa dell'arricchimeno o impoverimento della miscela, comandato dalla ECU.

Eseguire le seguenti predisposizioni:

Dispositivo	Sigla sul Trainer	Posizione
Selettore Ignition Switch	**IGS**	**LOCK**
Pedale Acceleratore	**APP**	**'min'**
Impianto "Immissione vapori"	**EVP**	**OFF**
Impianto "Ricircolo gas di scarico"	**EGR**	**OFF**
Impianto "Immissione aria"	**SAP**	**OFF**
Selettore "Marmitta catalitica"	**CCV**	**OFF**
Selettore "Temperatura Aria Esterna"	**EAT**	**-20 °C**

Operazioni:

Si agisca sull'Interruttore di Avviamento (Ignition Switch IGS) fino a metterlo in posizione ON

Avviare il motore con il tasto START.

Attendere il completamento della fase di riscaldamento e l'ingresso in Regolazione lambda.

Portare il pedale dell'acceleratore al massimo per impostare una condizione di pieno carico.

Durante la fase di pieno carico si osservi:

- l'accensione del Led FLL_LOAD che indica che siamo usciti dalla regolazione lambda ed entarti in pieno carico
- il valore di Lambda = 0.9 che indica una miscela molto ricca
- quando la velocità di rotazione del motore supera 1 6000 rpm si entra nelle condizioni CUT-OFF
- in Cut-Off non si inietta carburante e si attende che la velcoità di rotazione scenda sotto i 5600 rpm, a quel punto si rientra nello stato precedente.

Regolazione Lambda

Obiettivi: Conoscere:

- **La necessità della regolazione Lambda**
- **Il funzionamento della regolazione**
- **La sonda Lambda**

Requisiti:

- **Conoscenza del motore a Ciclo Otto (MINICAR 01)**

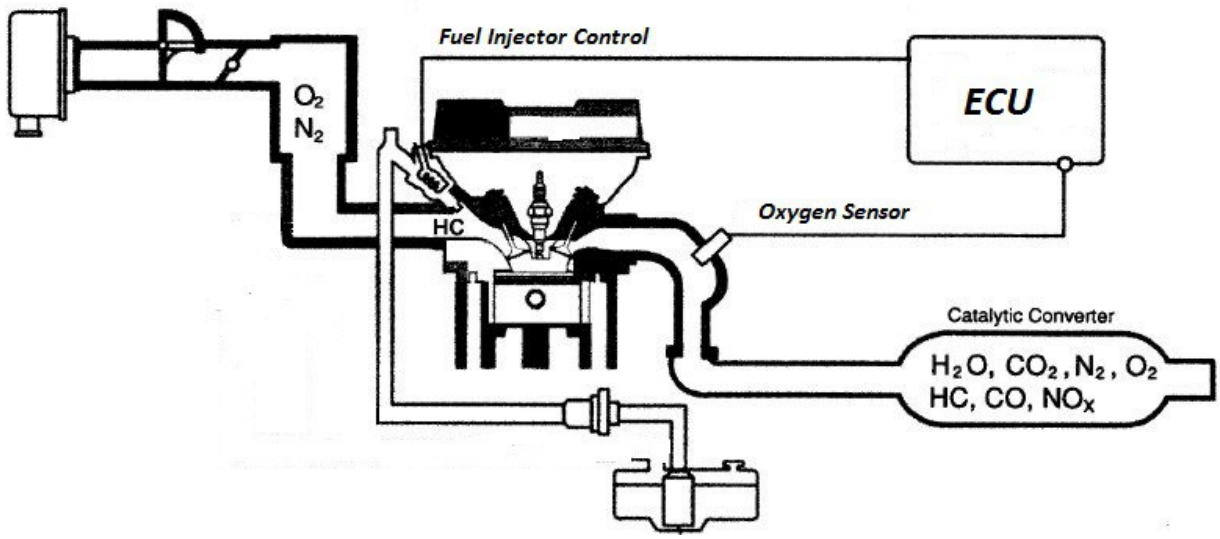
Contenuti:

- **La regolazione lambda**
- **La sonda Lambda**

Regolazione Lambda

La regolazione Lambda ha lo scopo di mantenere la miscela aria-carburante al suo valore ottimale (rapporto stechiometrico 14.7 a 1) che corrispondende al valore Lambda = 1.
In queste condizioni si hanno le prestazioni migliori del motore in termini di emissioni di gas nocivi.

La regolazione viene ottenuta con un sensore (sonda lambda o sensore di ossigeno) posto nel condotto dei gas di scarico, che fornisce un segnale con l'aiuto del quale la centralina elettronica controlla la miscela aria-carburante combusta esistente, prolungando oppure riducendo, quando necessario, il tempo di iniezione.



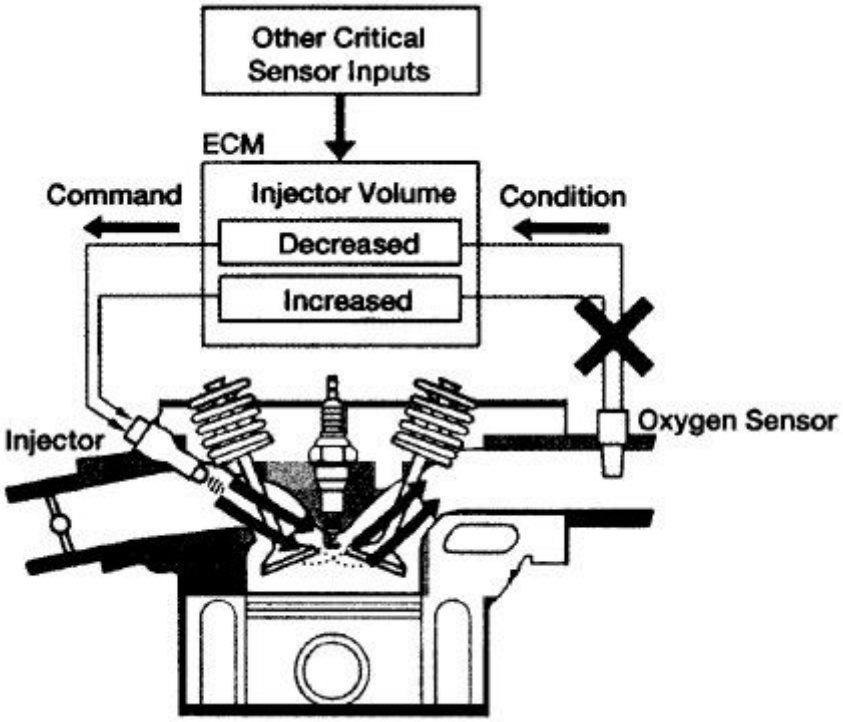
Il principio di regolazione è basato sulla misurazione del contenuto di ossigeno residuo nei gas di scarico tramite la sonda Lambda. L'ossigeno residuo è una misura della composizione della miscela

aria-carburante fornita al motore.
La sonda Lambda come sensore di misura dei gas di scarico fornisce l'informazione miscela più ricca o più magra di Lambda = 1.
Nel caso di uno scostamento da questo valore, il segnale di uscita della sonda fa un salto di tensione che viene analizzato dal circuito di regolazione.
Una tensione alta di sonda (circa 800 mV) indica una miscela più ricca; una tensione di sonda più bassa (circa 200 mV) indica una miscela più magra di Lambda = 1.
La centralina elettronica genera, in base al segnale del misuratore massa d'aria aspirata e del numero giri motore, un segnale d'iniezione.
Per la regolazione Lambda la centralina calcola inoltre, in base al segnale della sonda Lambda, un fattore che concorre a poter correggere la durata d'iniezione.

Regolazione a Loop Aperto

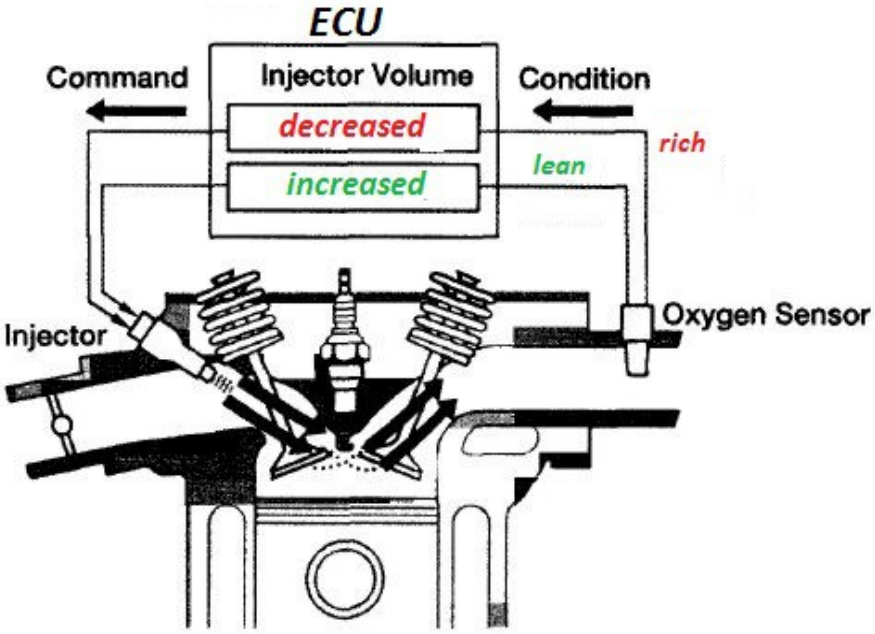
La regolazione Lambda è efficace solo con una sonda Lambda pronta per il funzionamento.
La sonda Lambda trasmette un segnale utilizzabile solo a temperature superiori a circa 350 °C. Fino al raggiungimento di questa temperatura la regolazione è inibita.
Con sonda fredda, interruzioni o cortocircuiti nella linea elettrica, vengono generati valori di tensione non plausibili che non possono essere valutati.
Nella maggior parte dei casi le sonde Lambda vengono riscaldate, per cui già dopo 30 secondi sono pronte per il funzionamento.

Motori freddi richiedono per un funzionamento regolare una miscela più ricca (Lambda minore di 1).
In tutti questi casi il motore calcola il tempo di iniezione in base ad altri parametri, e non al valore dell'assigeno nei gasi di scarico. Si dice che funziona a loop aperto, come in figura:



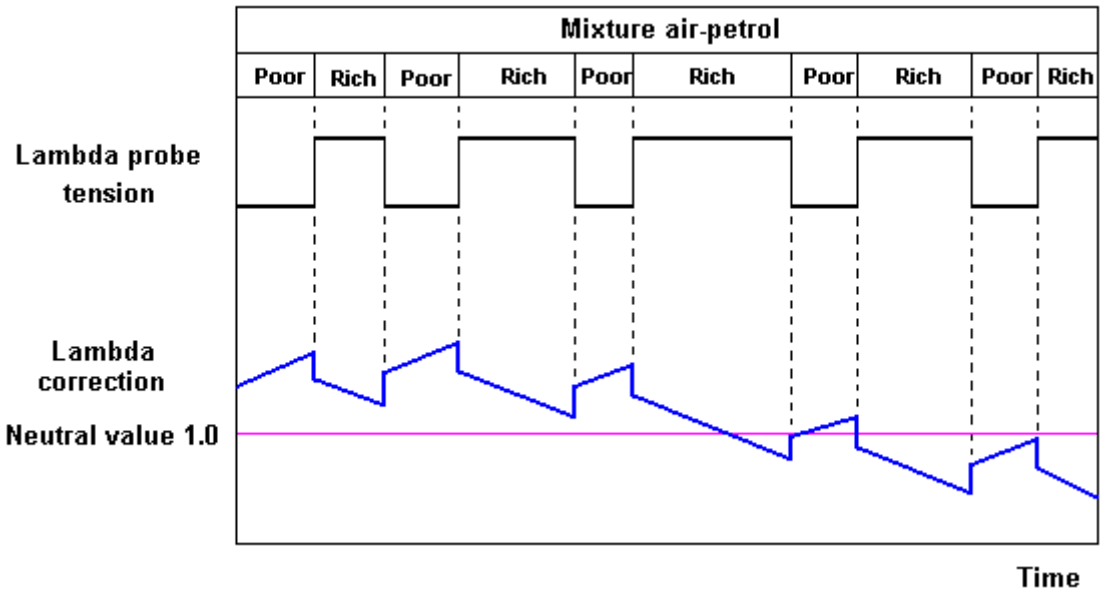
Regolazione a Loop Chiuso

Quando invece il segnale della sonda lambda è significativo si opera a loop chiuso, come in figura:



Con regolazione Lambda attiva, il segnale della sonda Lambda nella centralina viene trasformato mediante un comparatore in un segnale a due punti.
Il segnale trasmesso (Lambda maggiore di 1, miscela povera o Lambda minore di 1, miscela ricca) induce il regolatore collegato a valle a modificare le sue grandezze di regolazione (con un "salto" e quindi un "andamento a rampa").

La figura seguente illustra lo svolgimento della tensione del segnale della sonda Lambda in funzione del tempo.



Segnale fornito dalla sonda Lambda

Ad ogni passaggio da una miscela ricca ad una miscela magra, nonché da una miscela magra ad una miscela ricca, il regolatore Lambda viene azionato.
Si usa il fattore di correzione Lambda per influenzare i tempi di comando dell'elettroiniettore.
Con valori Lambda superiori ad 1,0 (tensione bassa della sonda), ha luogo un aumento del dosaggio del carburante; con valori Lambda inferiori a 1,0 (tensione alta della sonda), ha luogo una riduzione del dosaggio del carburante.

Con un salto di tensione della sonda Lambda, la miscela viene variata immediatamente di un certo valore per produrre quanto prima possibile una correzione della miscela.
Poi il parametro segue una funzione di adattamento programmata fino ad un successivo salto di tensione della sonda Lambda.
La miscela aria-carburante, con questi salti, varia continuamente la sua composizione in una finestra molto stretta attorno a Lambda = 1 nella direzione "ricca" oppure "magra".
Questa regolazione continua e pressoché immediata della miscela a Lambda = 1 è la condizione indispensabile per ottenere un alto rendimento del post-trattamento catalitico delle emissioni nocive.

Sonda Lambda

La necessaria precisione di composizione della miscela si può ottenere solamente mediante una regolazione ad anello chiuso, nella quale il gas di scarico viene continuamente analizzato e la quantità di carburante apportata viene corretta in base al risultato di tale misurazione.

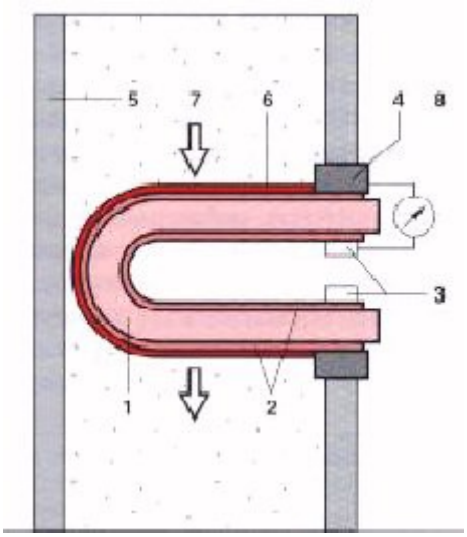
Quale sensore per la composizione dei gas di scarico viene impiegata la Sonda Lambda, che con una miscela stechiometrica genera un salto di tensione e fornisce un segnale che indica se la miscela è più ricca o più povera di Lambda = 1.

La sonda sporge nel flusso dei gas di scarico in modo che la parte esterna dell'elettrodo sia investita dai gas di scarico e quella interna risulti in comunicazione con l'aria esterna (figura a destra).

La sonda è composta essenzialmente da un corpo in ceramica speciale (diossido di zirconio) la cui superficie è dotata di elettrodi al platino permeabili ai gas.
Il principio di funzionamento della sonda si basa sulla porosità del materiale ceramico che permette una diffusione dell'ossigeno atmosferico.

Il materiale ceramico impiegato per la sonda inizia a condurre gli ioni di ossigeno a partire da temperature di circa 300 °C.

Disposizione schematica della sonda Lambda nel tubo dei gas di scarico:

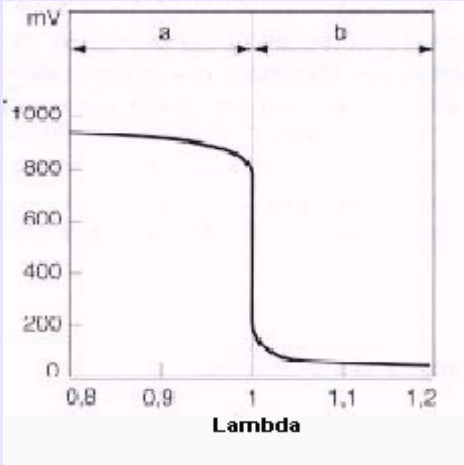


Se la percentuale di ossigeno sui due lati della sonda è differente, a causa delle particolari proprietà del materiale impiegato, si genera, fra le due superfici, una tensione elettrica.

Questa tensione rappresenta una misura della differenza della percentuale di ossigeno fra i due lati della sonda.

1. Ceramica della sonda
2. Elettrodi
3. Contatto
4. Bonderizzazione della scatola
5. Tubo dei gas di scarico
6. Strato ceramico poroso (protezione)
7. Gas di scarico
8. Aria.

Tensione in uscita
a) Miscela ricca (carenza d'aria)
b) Miscela magra (eccesso d'aria)



Nei gas di scarico del motore, anche nella combustione con eccesso di carburante, si hanno ancora percentuali residue di ossigeno (con Lambda = 0.95, ad esempio, 0,2....0,3 Vol.%).
Il contenuto residuo di ossigeno dipende molto dalla composizione della miscela aria-carburante che viene alimentata al motore per la combustione.

Questa dipendenza consente di impiegare la concentrazione di ossigeno nei gas di scarico come misura del rapporto aria-carburante.

Nel caso di una composizione stechiometrica della miscela aria-carburante (Lambda = 1), si ha un salto di tensione (figura a sinistra).
Questa tensione rappresenta il segnale di misura.

La tensione e la resistenza interna della sonda dipendono dalla temperatura.
Una regolazione sicura è possibile con temperatura dei gas di scarico superiori a 350 °C (sonda non riscaldata) oppure 200 °C (sonda riscaldata).
Generalmente la ceramica della sonda viene riscaldata dai gas di scarico stessi.

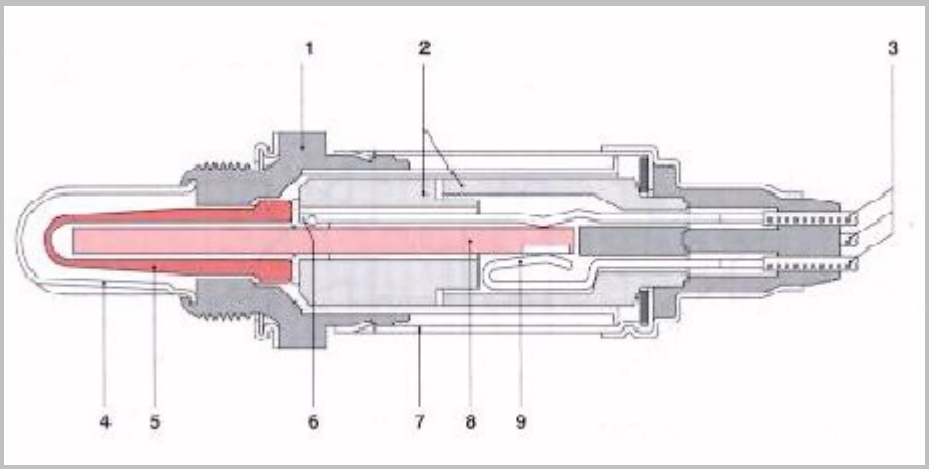
Per raggiungere in modo rapido la temperatura di lavoro vengono impiegate sonde che possono essere riscaldate da un elemento interno riscaldante.

Sonda lambda riscaldata

Il principio costruttivo della sonda Lambda riscaldata corrisponde ampiamente a quello della sonda non riscaldata.

Sonda lambda riscaldata.

1. Scatola della sonda
2. Tubo ceramico di appoggio
3. Collegamenti elettrici
4. Tubo di protezione con asole
5. Ceramica di sonda attiva
6. Parte di contatti
7. Boccola di protezione
8. Elemento riscaldante
9. Collegamenti elettrici per l'elemento riscaldante.



La ceramica attiva della sonda viene riscaldata dall'interno mediante un elemento riscaldante ceramico, in modo che la temperatura della ceramica della sonda rimanga superiore al limite di funzionamento di 350 °C, anche con basse temperature dei gas di scarico.
La sonda riscaldata ha un tubo di protezione con apertura di passaggio ridotta; viene in tal modo impedito un raffreddamento della ceramica della sonda con il passaggio di gas di scarico freddi .
Il riscaldamento della sonda riduce il tempo di messa in moto del motore fino all'inserimento della regolazione ed assicura il funzionamento della regolazione Lambda anche con gas di scarico freddi (ad esempio nel regime del minimo).

Sonde riscaldate hanno tempi di reazione più brevi, a vantaggio della velocità di regolazione.

Questionario

La regolazione Lambda ha lo scopo di :

1. Regolare, nel modo più accurato possibile, la velocità di rotazione del motore
2. Mantenere costante la temperatura del motore
3. Mantenere il valore del rapporto aria-carburante al suo valore ottimale
4. Mantenere costante il flusso di aria nel condotto di aspirazione
5. Mantenere la regolazione del minimo

Un valore di Lambda maggiore di 1 indica:

1. Miscela povera (eccesso di aria)
2. Miscela povera (eccesso di carburante)
3. Miscela ricca (eccesso di aria)
4. Miscela ricca (eccesso di carburante)

Quale è la tensione in uscita alla sonda Lambda, nel caso di miscela povera:

1. 200m V
2. 400 mV
3. 800 mV
4. 1 V

Eseguire le seguenti predisposizioni:

Dispositivo	Sigla sul Trainer	Posizione
Selettore Ignition Switch	**IGS**	**LOCK**
Accelerator Pedal	**APP**	**'min'**
Impianto "Immissione vapori"	**EVP**	**OFF**
Impianto "Ricircolo gas di scarico"	**EGR**	**OFF**
Impianto "Immissione aria"	**SAP**	**OFF**
Selettore "Marmitta catalitica"	**CCV**	**OFF**
Selettore "Temperatura Aria Esterna"	**EAT**	**40 °C**

Operazioni

Si agisca sull'Interruttore di Avviamento (Ignition Switch IGS) fino a metterlo in posizione ON

Avviare il motore con il tasto START.

Attendere la fine della fase di riscaldamento del motore, e l'ingresso nella fase Lambda Control.

Durante la fase di regolazione Lambda = 1 , si può notare che:

- il valore del coefficiente d'aria Lambda comandato dalla centralina elettronica oscilla continuamente attorno al valore 1,00 in base al segnale "miscela ricca" e/o "miscela povera" generato dalla sonda Lambda (si notino infatti i led "Rich Mixture - RM" e "Poor Mixture - PM");
- il valore del segnale in tensione, in uscita dalla sonda Lambda, varia tra 800 e 200 mV in corrispondenza a miscela "ricca" e "povera" (si proceda alla misura tramite un opportuno voltmetro, sulla boccola OXS-S);
- la resistenza elettrica per il riscaldamento della sonda Lambda è alimentata direttamente dalla centralina elettronica tramite il segnale OXS-H(si proceda alla verifica, misurando la tensione presente tra la boccola).

Ricircolo dei Gas di Scarico

Obiettivi: Conoscere:

- **Come il ricircolo dei gas di scarico riesce a ridurre le emissioni**
- **L'impianto di ricircolo**

Requisiti:

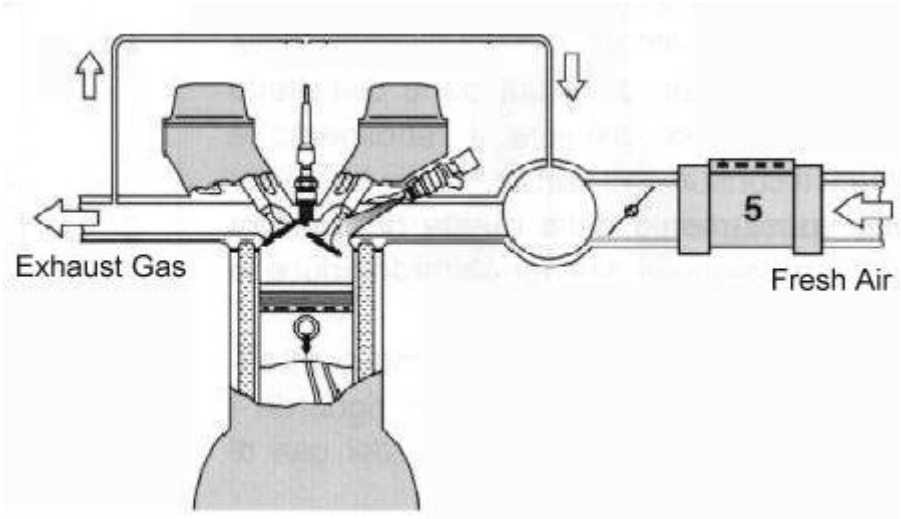
- **Conoscenza del motore a Ciclo Otto (MINICAR 01)**

Contenuti:

- **Il meccanismo di ricircolo dei gas**
- **L'impianto di ricircolo ed i suoi componenti**

Principio di funzionamento

Il Ricircolo dei Gas di Scarico consiste nel prelevare, tramite una apposita valvola, una parte dei gas di scarico ed inviarli nel condotto di aspirazione per mescolarli con l'aria fresca che entra nel motore.



La figura mostra come i gas di scarico, a sinistra, vengono riportati con apposito condotto, a destra ed immessi nel collettore di aspirazione, insieme all'aria fresca.

Quando i gas vengono aspirati nel cilindro con la miscela fresca, ne diminuiscono sensibilmente l'attitudine alla combustione in quanto l'aria risulta diluita con un gas praticamente inerte.

In seguito alla diminuita velocità di combustione il valore massimo della temperatura raggiunto dal fronte di fiamma è sensibilmente più basso.

In seguito a ciò si rallenta la produzione di NO_x in camera di combustione e l'effetto del ricircolo è tanto più sensibile quanto maggiore è la percentuale dei gas combusti miscelati alla carica fresca.

Fino ad un certo grado una parte crescente dei gas residui può ripercuotersi positivamente sulla trasformazione di energia e quindi sul consumo di carburante.

Inoltre un aumento della parte di gas residui comporta una riduzione della temperatura massima di combustione e una conseguente diminuzione della formazione dell'ossido di azoto.

Nello stesso tempo un aumento della parte di gas residui comporta a partire da una determinata misura una combustione incompleta e quindi un aumento delle emissioni di idrocarburi, del consumo di carburante e dell'irregolarità di funzionamento.

Prestazioni del motore

Le conseguenze sulle prestazioni del motore dell'adozione di questo sistema sono:

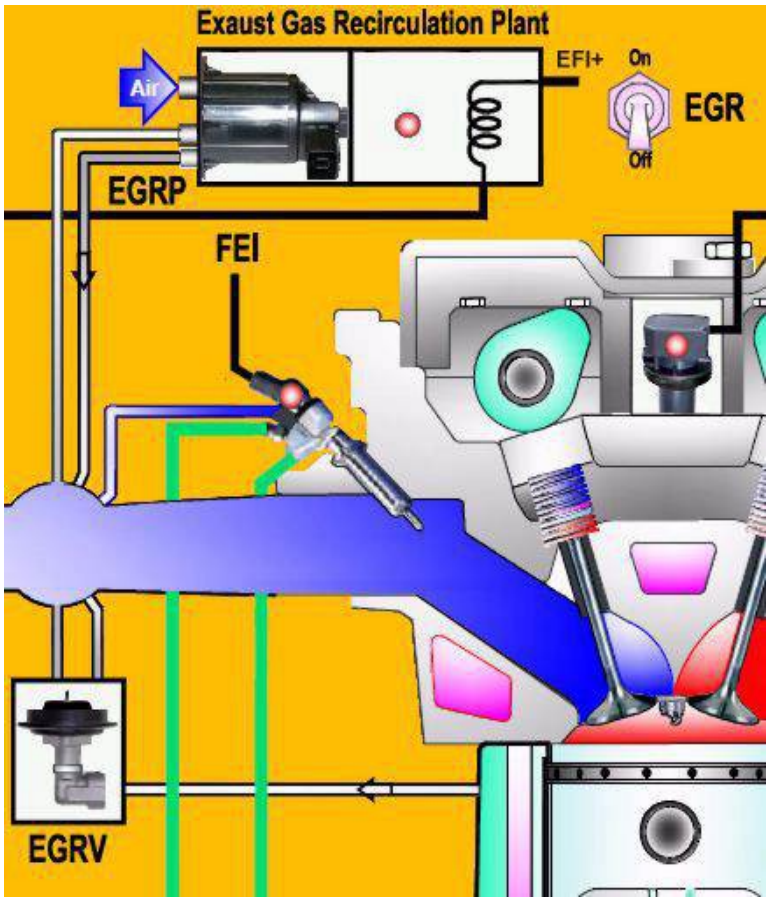
- diminuzione della potenza erogata in proporzione alla percentuale dei gas ricircolati;
- aumento del consumo specifico di carburante;
- diminuzione delle caratteristiche di guidabilità della vettura.

In seguito alla minore velocità di combustione, si adottano **valori maggiori per l'anticipo** della accensione, recuperando parzialmente una parte della potenza perduta per diluizione della carica fresca.

Il ricircolo dei gas di scarico in camera di combustione viene interdetto nei casi di funzionamento del motore nei quali non è desiderabile una diminuita efficienza della combustione, e precisamente:

- al minimo;
- a motore freddo;
- in fase di erogazione della massima potenza.

L'impianto di ricircolo dei gas di scarico della tCar, utilizzato in questo Trainer, è mostrato in figura.



Esso consiste nei seguenti componenti:

Control Valve (EGRV)	E' la valvola, direttamente connessa ai gas di scarico, usata per regolare la quantità di gas di scarico che vengono prelevati per essere immessi nel condotto di aspirazione.
Vacuum Modulator (EGRP)	Viene utilizzato per regolare accuratamente la quantità di gas di scarico prelevati, perchè la pressione dei gas di scarico varia al variare del carico del motore.
Vacuum Switching Valve (EGRP)	Viene usata per abilitare o disabilitare le operazioni EGR, sotto controllo della centralina ECU.

La parte elettrica dell'impianto EGR è costituito dalla sola valvola (**Vacuum Switching Valve**)che permette di attivare o disattivare l'effetto dell'impianto stesso.
La alimentazione elettrica della valvola (EFI+) viene ottenuta tramite il relè EFIR, comandato dalla ECU.Il comando della valvola è ottenuto tramite il segnale EGR-V, generato dalla ECU:

EGR-V	**Valvola**
0V	Attiva
12V	Non attiva

Questionario

Il ricircolo dei gas di scarico consiste nel:

1. Prelevare i gas di scarico ed immetterli direttamente nei cilindri
2. Prelevare i gas di scarico e mescolarli con l'aria fresca che entra nel motore
3. Prelevare i gas di scarico e mescolarli con l'aria di raffreddamento

Uno degli effetti del ricircolo dei gas di scarico è :

1. La diminuzione della temperatura dei gas emessi
2. L'incremento della temperatura dei gas emessi
3. La diminuzione della potenza erogata dal motore
4. L'aumento della potenza erogata dal motore

Quale dei seguenti dispositivi viene controllato direttamente dalla ECU per abilitare il ricircolo dei gas di scarico:

1. La Control Valve
2. Il Vacuum Modulator
3. La Vacuum Switching Valve

Eseguire le seguenti predisposizioni:

Dispositivo	Sigla sul Trainer	Posizione
Selettore Ignition Switch	**IGS**	**LOCK**
Accelerator Pedal	**APP**	**'min'**
Impianto "Immissione vapori"	**EVP**	**OFF**
Impianto "Ricircolo gas di scarico"	**EGR**	**OFF**
Impianto "Immissione aria"	**SAP**	**OFF**
Selettore "Marmitta catalitica"	**CCV**	**OFF**
Selettore "Temperatura Aria Esterna"	**EAT**	**40 °C**

Operazioni

Si agisca sull'Interruttore di Avviamento (Ignition Switch IGS) fino a metterlo in posizione ON

Avviare il motore con il tasto START.

Si può notare come, anche ponendo l'interruttore EGR in posizione ON, la valvola dell'impianto non viene comandata finchè la temperatura motore non raggiunge gli 80 °C.

Attendere la fine della fase di riscaldamento del motore, e l'ingresso nella fase Lambda Control.

Notare come l'impianto, se abilitato, risulta attivato tramite il segnale EGR-V solo se il pedale dell'acceleratore non è al minimo.

Notare inoltre, agendo sul commutatore EGR, come la concentrazione di NOx subisca un abbattimento significativo quando l'impianto EGR è inserito.

Portare ora il pedale dell'acceleratore al massimo.
Si entra nella fase di Full-Load.

In queste condizioni la ECU disattiva l'EGR perchè ha bisogno delle massime prestazioni da parte del motore.

Antievaporazione del Carburante (EVP)

Obiettivi: Conoscere:

- **Come nascono lo evaporazioni del carburante**
- **La necessità di un sistema di antievaporazione del carburantee**
- **Impianto di antievaporazione del carburantee**

Requisiti:

- **Conoscenza del motore a Ciclo Otto (MINICAR 01)**

Contenuti:

- **L'antievaporazione del carburante**
- **Funzionamento impianto EVP**

L'antievaporazione del carburante

Formazione di vapori di carburante

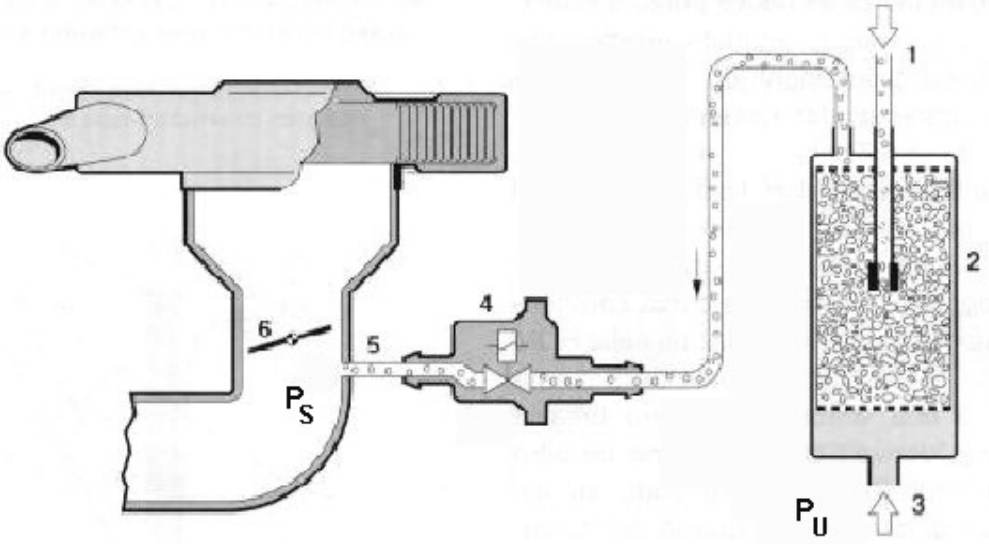
Il carburante nel serbatoio si riscalda:

- a causa dell'irradiazione di calore dall'esterno;
- a causa del carburante (in eccesso) che ritorna dal vano motore in cui si è riscaldato.

In tal modo si formano **emissioni HC che evaporano principalmente nel serbatoio carburante**.

Per ridurre le emissioni di idrocarburi, esistono, in vari paesi, delle disposizioni di legge che proibiscono l'emissione nell'aria dei vapori di carburante presenti nel serbatoio.

Per osservare quest'esigenza, i veicoli devono essere dotati di un **sistema antievaporazione carburante**. Lo schema base è mostrato in figura:



1 - Tubazione dal serbatoio carburante
2 - Serbatoio del carbone attivo
3 - Aria dall'ambiente esterno
4 - Valvola di rigenerazione
5 - Tubazione al collettore d'aspirazione
6 - Valvola a farfalla
P_U = pressione ambientale
P_S = pressione nel collettore d'aspirazione

Questi impianti di ritenuta dei vapori di carburante sono muniti di un **serbatoio di carbone attivo**, in cui termina la tubazione di sfiato proveniente dal serbatoio carburante.

Il carbone attivo trattiene il vapore di carburante e fa uscire nell'atmosfera solo l'aria. Inoltre si provvede in tal modo ad una compensazione di pressione.

Per rigenerare continuamente il carbone attivo, è installata un'altra tubazione dal serbatoio di carbone attivo al collettore d'aspirazione.

Con motore in moto, nel collettore d'aspirazione si forma una depressione. Questa depressione comporta afflusso d'aria ambientale attraverso il carbone attivo nel collettore d'aspirazione. Quest'aria trasporta i vapori di benzina accumulatisi e li invia alla combustione.

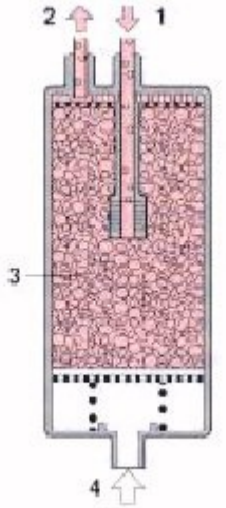
Una **valvola di rigenerazione** nella tubazione al collettore d'aspirazione dosa questo **flusso di rigenerazione o di lavaggio**.

Serbatoio del carbone attivo

Il serbatoio del carbone attivo è dimensionato in modo che, in media, risulti un equilibrio tra la quantità di carburante assorbita e desorbita.

Serbatoio del carbone attivo :

1. Dal serbatoio carburante
2. Alla valvola rigenerazione
3. Carbone attivo



4. Ingresso aria esterna

Per ridurre al minimo le dimensioni del serbatoio si definisce la massima portata d'aria di lavaggio per tutte le condizioni di impiego della valvola di rigenerazione (solitamente le fasi di regolazione Lambda = 1, poiché in tal caso risulta sempre possibile una eventuale correzione della miscela).

Il flusso del gas di rigenerazione dipende principalmente dalla differenza tra pressione nel collettore di aspirazione e pressione ambiente.

Al minimo la differenza di pressione è elevata, ma per evitare problemi di guida, è ammissibile soltanto un piccolo flusso di gas di rigenerazione.

Con un carico elevato del motore, le relazioni sono inverse perché il flusso di gas di rigenerazione potrebbe essere molto elevato, ma la differenza di pressione disponibile è ridotta.

Per il dosaggio esatto del flusso di vapore di carburante, la centralina elettronica comanda la valvola di rigenerazione detta anche "antievaporativa".

Flusso di rigenerazione

Il carburante accumulato nel serbatoio del carbone attivo viene assorbito attraverso il lavaggio del carbone con aria e trasportato al motore per la combustione.

Tramite una valvola di rigenerazione (temporizzata), disposta tra serbatoio del carbone attivo e collettore d'aspirazione, ha luogo il comando del flusso dei gas di rigenerazione.

Lo scopo di questo comando è quello di trasportare al motore la quantità massima del carburante accumulato, in tutte le condizioni di esercizio, cioè di prevedere il massimo flusso dei gas di rigenerazione senza compromettere la guidabilità.

Il flusso di rigenerazione è composto da una miscela aria-carburante, la cui composizione non è nota. Difatti può ricevere dal serbatoio del carbone attivo sia aria fresca sia aria arricchita fortemente con vapore di benzina.

Quando il flusso di rigenerazione è pari all'1 % dell'aria aspirata ed è costituito solo da aria fresca, la miscela viene impoverita dell'1 %.

Aria arricchita fortemente con benzina arricchisce invece la miscela di circa il 30 %, in quanto il vapore di benzina agisce con il fattore stechiometrico di 14,7 sul rapporto aria-carburante Lambda.

Inoltre la densità specifica del vapore di carburante è due volte più alta di quella dell'aria.

In genere si raggiunge il limite del valore del flusso dei gas di rigenerazione quando il carburante contenuto nel gas di rigenerazione è circa il 20 % del fabbisogno per quel corrispondente punto di esercizio.

Valvola di rigenerazione

La caratteristica di portata della valvola di rigenerazione permette, con delle pressioni differenziali relativamente piccole (funzionamento vicino al pieno carico), un gran flusso di rigenerazione e con delle grandi differenze di pressione (funzionamento al minimo) un flusso di rigenerazione ridotto.

Il corpo della valvola di rigenerazione di materiale plastico resiliente ha due raccordi per tubazioni flessibili per il collegamento con il serbatoio del carbone attivo ed il collettore di aspirazione.

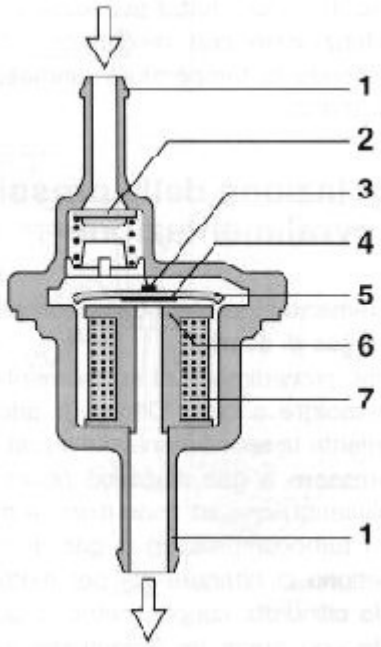
Quando la valvola è attivata, la bobina spinge l'indotto appoggiato sulla sede, con l'elemento di tenuta (guarnizione in gomma), aprendo l'uscita della valvola di rigenerazione e permettendo il flusso dei gas.

L'indotto è fissato su una sottile molla a balestra che chiude, in caso di bobina diseccitata, l'elemento di tenuta sulla sede della valvola, impedendo il flusso dei gas.

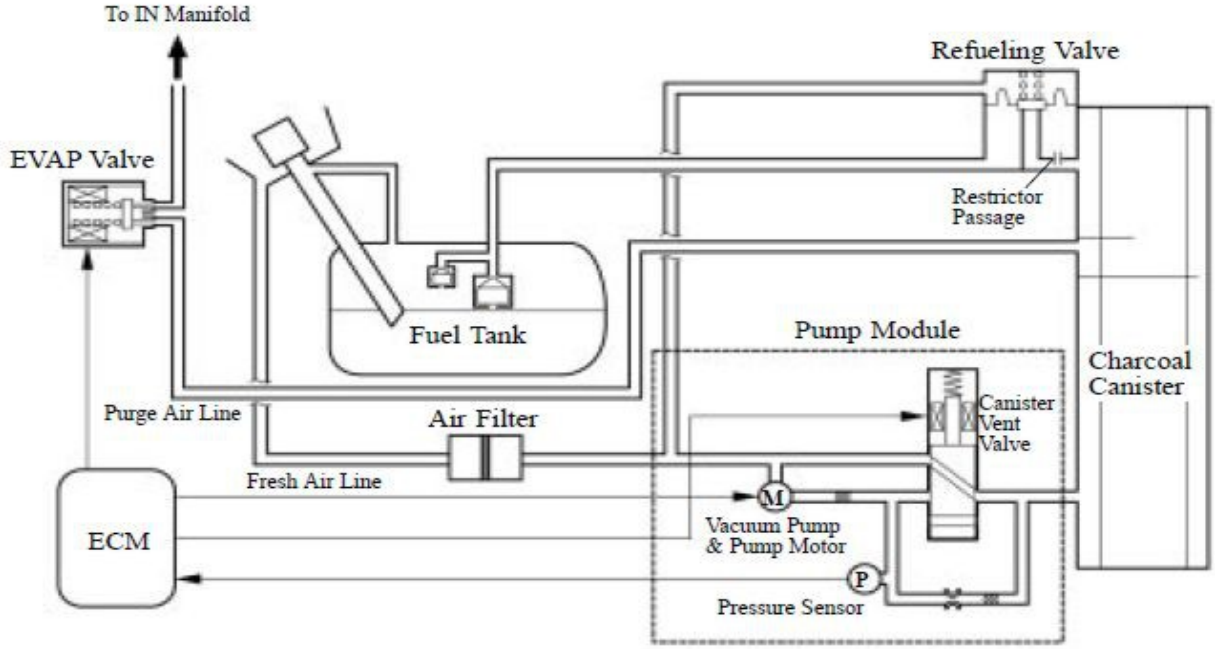
Con pressione differenziale crescente tra entrata e uscita della valvola di rigenerazione, la molla a balestra subisce, a causa delle forze che l'influenzano, una deviazione nella direzione di flusso, l'elemento di tenuta si avvicina alla sede e riduce la sezione di flusso effettiva.

Una valvola di non ritorno nella zona di entrata della valvola di rigenerazione impedisce il passaggio dei vapori di carburante con motore fermo dal serbatoio del carbone attivo al collettore di aspirazione.

1. Collegamenti con tubo flessibile
2. Valvola di non ritorno
3. Molla a balestra
4. Elemento di tenuta
5. Indotto magnetico
6. Sede di tenuta
7. Avvolgimento magnetico



Gli impianti di Antievaporazione Carburante reali sono più complessi di quello basilare descritto nella pagina precedente. L'impianto della tCar è mostrato in figura:



I componenti presenti, con le relative funzioni, sono riportati in tabella:

Serbatoio Carbone attivo	Charcoal Canister	Contiene carbone attivo che assorbe i vapori di carburante che si creano nel serbatoio
Valvola di riflusso	Refueling Valve	Controlla il flusso di vapore tra il Serbatoio Benzina ed il Serbatoio Carbone Attivo durante la pulizia o durante la rigenerazione
Condotto Aria Fresca	Fresh Air Line	Permette il passaggio dell'aria fresca che va nel Serbatoio Carbone Attivo, o dell'aria pulita che ritorna in atmosfera.
Valvola Ventilazione Serbatoio	Canister Vent Valve	Apre o chiude la linea dell'aria fresca sotto controllo della ECU.
Pompa del vuoto	Vacuum Pump	Applica una depressione al sistema sotto controllo della ECU.
Sensore di pressione	Pressure sensor	Misura la pressione nel sistema ed invia la informazione alla ECU
Valvola CPV	CPV Valve	Si apre, sotto controllo del ECU, per permettere ai vapori che sono stati assorbiti dal Serbatoio Carbone attivo di entrare nel condotto di aspirazione dell'aria del motore.
Filtro Aria	Air Filter	Filtra l'aria esterna che entra nel serbatoio carbone attivo.

Funzioni di controllo della centralina

Affinché l'adattamento della miscela possa operare indipendentemente dagli influssi dello sfiato del serbatoio carburante, la valvola di rigenerazione viene chiusa ad intervalli di tempo periodici.

Nella fase di rigenerazione è necessario rilevare il contenuto di carburante nella miscela di rigenerazione, per poter adattare i tempi di iniezione.

Poiché il flusso di rigenerazione costituisce una notevole grandezza di disturbo, si tende ad attivarlo solamente nelle fasi di regolazione Lambda = 1, dato che in tal caso errori di miscela possono essere corretti.

Nelle fasi di cut-off, il flusso di rigenerazione viene inibito immediatamente, per evitare che il catalizzatore venga irrimediabilmente danneggiato dall'arrivo di vapori di benzina incombusti.

Questionario

Che cosa succede nel serbatoio del carburante, a causa del riscaldamento :

1. Si formano dei vapori che rendono meno efficiente il carburante
2. Si formano dei vapori che contengono il gas nocivo HC
3. Si formano dei vapori che contengono il gas nocivo CO
4. Si formano dei vapori che contengono il gas nocivo NOx

A che cosa serve la valvola di rigenerazione :

1. Ad estrarre i vapori del carburante dal serbatoio
2. Ad immettere nell'aria esterna i vapori, una volta 'puliti' dai gas nocivi
3. Ad immettere nel condotto di aspirazione il flusso di vapore e aria del serbatoio di carbone attivo
4. Ad immettere nuovamente nel serbatoio i vapori dopo essere stati 'purificati' dai gas nocivi.

Il quale fase del motore si abilita la valvola di rigenerazione CPV (Canister Purge Valve) :

1. Nella fase di riscaldamento
2. Nella fase di controllo Lambda = 1
3. Nella fase di Cut-Off
4. Nella fase di pieno carico
5. Nelle fasi di accelerazione o decelerazione

Eseguire le seguenti predisposizioni:

Dispositivo	Sigla sul Trainer	Posizione
Selettore Ignition Switch	**IGS**	**LOCK**
Pedale Acceleratore	**APP**	**'min'**
Impianto "Immissione vapori"	**EVP**	**OFF**
Impianto "Ricircolo gas di scarico"	**EGR**	**OFF**
Impianto "Immissione aria"	**SAP**	**OFF**
Selettore "Marmitta catalitica"	**CCV**	**OFF**
Selettore "Temperatura Aria Esterna"	**EAT**	**-20 °C**

Operazioni

Si agisca sull'Interruttore di Avviamento (Ignition Switch IGS) fino a metterlo in posizione ON.

Avviare il motore con il tasto START.

Durante le fasi di riscaldamento l'impianto di evaporazione carburante blocca il flusso di rigenerazione.
Se si attiva l'impianto EVP con il relativo interruttore, si attivano la Leak Pump con il comando CPM-P e la Vent valve con il comando CPM-V, ma non si attiva la valvola di rigenerazione CPV.

Attendere il riscaldamento del motore, la fine della Heating Phase e l'ingresso in Lambda Control.

Nella fase di Lambda Control la valvola CPV (Canister Purge Valve), tramite il comando CPV-V, viene attivata nelle fasi di arricchimento della miscela.

Postcombustione Termica

Obiettivi: **Conoscere:**

- **La postcombustione termica**
- **L'impianto di immissione di aria secondaria**

Requisiti:

- **Conoscenza del motore a Ciclo Otto (MINICAR 01)**

Contenuti:

- **La aggiunta di aria esterna ai gas di scarico**
- **Prestazioni**
- **Impianto per l'immissione di aria secondaria nei gas di scarico**

Postcombustione Termica

In alcune condizioni d'esercizio la quantità di carburante occorrente si discosta notevolmente da quella stazionaria del motore caldo, per cui occorrono interventi correttivi nella preparazione della miscela.

Nella fase di riscaldamento del motore, due sono gli obiettivi da perseguire:

- **ottenere un rapido riscaldamento del motore e della marmitta catalitica**;
- **limitare le emissioni nocive di HC e CO**.

A seconda della concezione del motore, tali obiettivi possono essere perseguiti in uno dei due seguenti modi:

a) miscela povera ed accensione ritardata.

La combinazione di una miscela povera (Lambda compreso tra 1,10 ed 1,15), con un punto d'accensione ritardato aumenta la temperatura dei gas di scarico, e permette nel contempo di lavorare ai minimi di emissione di HC e CO.

b) Miscela ricca ed immissione di aria secondaria.

Un altro modo per ottenere un'elevata temperatura dei gas di scarico è dato dal ricco adattamento della miscela (Lambda inferiore ad 1), in abbinamento all'immissione di aria secondaria.

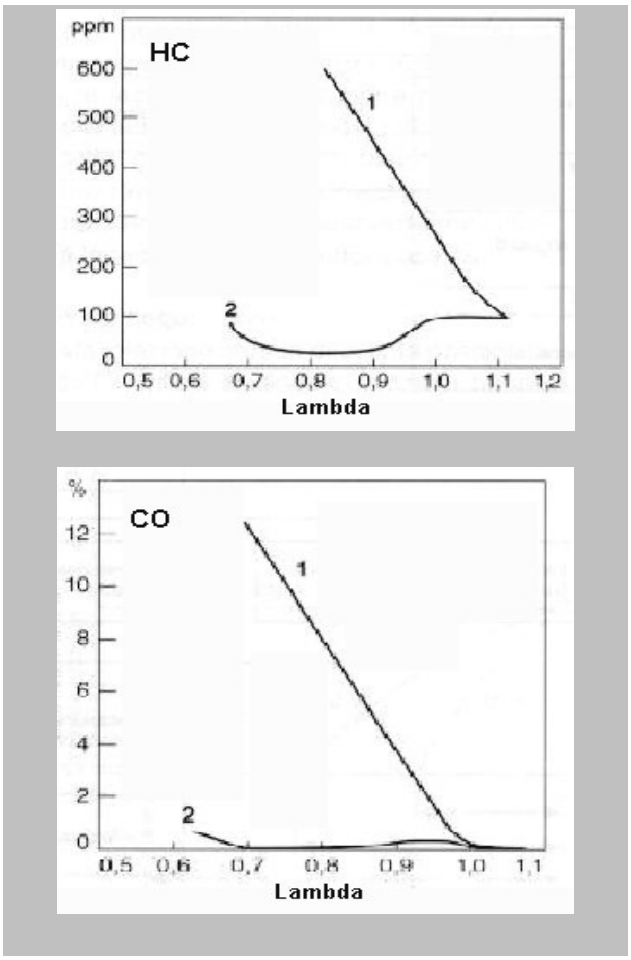
Per breve tempo dopo l'avviamento viene immessa aria nel sistema dei gas di scarico, a valle delle valvole di scarico.

Quest'aria supplementare può essere immessa, ad esempio, con l'ausilio di una pompa, alla pressione di circa 0,5 bar.

Influenza dell'aria secondaria su HC e CO
1 - Senza aria secondaria, 2 - Con aria secondaria

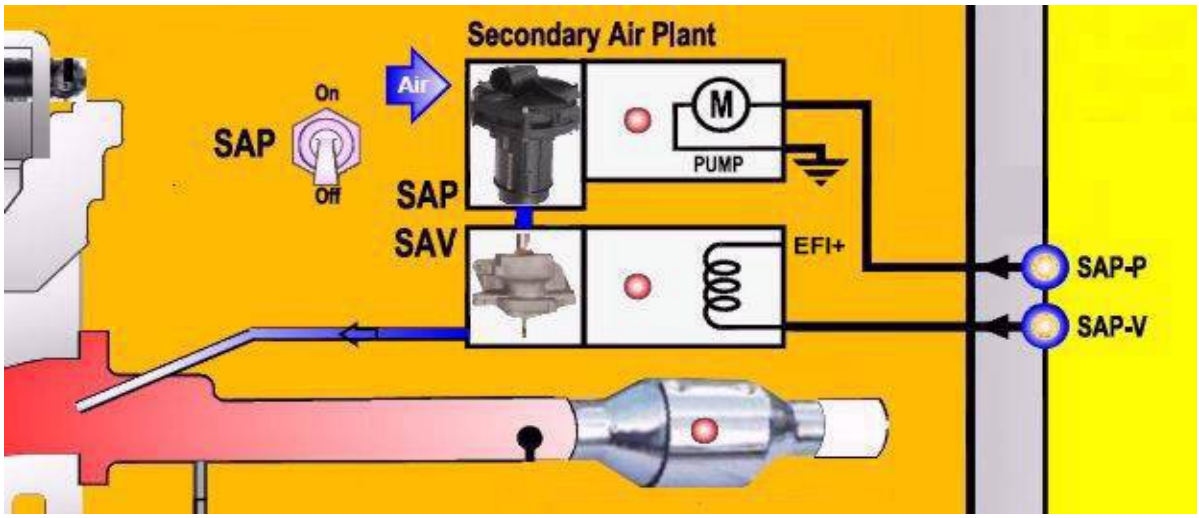
L'eccesso d'aria comporta, in presenza di un sufficiente livello di temperatura, l'ossidazione di HC e CO nell'impianto di scarico (figura a destra), e fa ottenere l'elevata temperatura desiderata dei gas di scarico.

In seguito alle alte temperature raggiunte, il collettore di scarico viene realizzato generalmente in ghisa sferoidale perché questo materiale presenta ottime caratteristiche meccaniche a caldo.



Impianto Aria Secondaria

L'impianto di immissione di aria secondaria utilizzato in questo Trainer è mostrato in figura:



Esso è composto da:

SAP: Secondary Air Pump — La pompa che provvede a mettere in pressione l'aria da inviare nel condotto di scarico del motore.

E' comandata dalla ECU tramite la linea SAP-P con la tecnica del High Side Drive.
Quando sul test point SAP-P si misura una tensione di circa 12V la pompa è attiva.

SAV: Secondary Air Valve

La valvola che comanda la immissione dell'aria in pressione.
E' comandata dalla ECU tramite la linea SAP-V con la tecnica del Low Side Drive.
Quando è presente la tensione EFI+ allora:
- se sul test point SAP-V si misurano 12V la valvola non è attiva
- se sul test point SAP-V si misurano 0V la valvola è attiva.

Questionario

La postcombustione termica consiste in:

1. Inserimento di aria nel condotto di scarico per 'pulire' i gas di scarico
2. Inserimento di aria nel condotto di scarico per 'bruciare' i gas di scarico
3. Inserimento di aria nel condotto di scarico per 'diluire' i gas di scarico

La immissione dei gas di scarico nel condotto di scarico fa:

1. Aumentare la temperatura dei gas di scarico
2. Diminuire la temperatura dei gas di scarico
3. Lascia inalterata la temperatura dei gas di scarico

Quale delle seguenti affermazioni è corretta per l'impianto SAP (Secondary Air Plant) :

1. La immissione di aria avviene quando la pompa SAP (Secondary Air Pump) è in funzione
2. La immissione di aria avviene quando la valvola SAV (Secondary Air Valve) è attivata
3. La immissione di aria avviene quando entrame, SAP e SAV, sono attive

Eseguire le seguenti predisposizioni:

Dispositivo	Sigla sul Trainer	Posizione
Selettore Ignition Switch	IGS	**LOCK**
Pedale Acceleratore	APP	**'min'**
Impianto "Immissione vapori"	EVP	**OFF**
Impianto "Ricircolo gas di scarico"	EGR	**OFF**
Impianto "Immissione aria"	SAP	**OFF**
Selettore "Marmitta catalitica"	CCV	**OFF**
Selettore "Temperatura Aria Esterna"	EAT	**40 °C**

Operazioni

Si agisca sull'Interruttore di Avviamento (Ignition Switch IGS) fino a metterlo in posizione ON.

Avviare il motore con il tasto START.

Durante la fase di riscaldamento si provi ad inserire e ad escludere limpianto di immissione di aria secondaria con l'interruttore SAP.

Si può osservare come con l'immissione di aria il valore delle emissioni prima della marmitta catalitica diminuisca il valore delle emissioni di gas nocivi.

Si attenda ora la fine della fase di riscaldamento e l'ingresso nella fase di Regolazione Lambda.

Si può osservare come, anche con interruttore SAP in posizione ON, la valvola di immissione aria secondaria SAV non viene comandata.
La ECU attiva la valvola di immissione di aria secondaria solo per valori di Lambda < 0.9 .

Per verificare l'intervento della valvola di immissione aria secondaria si provi, agendo sull'acceleratore APP, ad impostare condizioni di pieno carico o di accelerazioni violente, che fanno arricchire la miscela e quindi abbassre il valore di Lambda.

Si può osservare come, in queste condizioni, quando il valore di Lambda scendo sotto il valore di 0.9, la valvola di immissione aria secondaria SAV viene comandata.

Postcombustione Catalitica

Obiettivi: Conoscere:

- **La riduzione delle emissioni tramite catalizzatore**
- **Struttura e funzionamento di un catalizzatore**

Requisiti:

- **Conoscenza del motore a Ciclo Otto (MINICAR 01)**

Contenuti:

- **Il catalizzatore**
- **Struttura**
- **Funzionamento**

Postcombustione catalitica e catalizzatore

La composizione dei gas di scarico di un motore può essere influenzata in tre punti.

La prima possibilità è data dalla **composizione della miscela** a monte del motore, la seconda da **interventi sul motore** (ad esempio migliorando la camera di combustione) e la terza effettuando un **post-trattamento dei gas di scarico** sul lato scarico del motore.

Per quanto riguarda i gas di scarico del motore, il problema fondamentale è quello di ottenete una combustione completa del carburante incombusto.

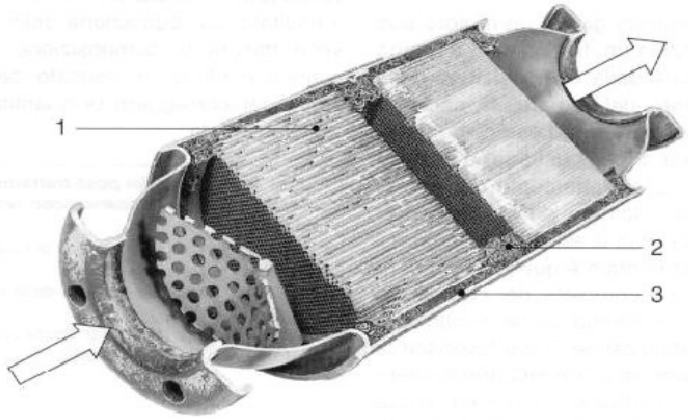
Il problema viene risolto con l'aiuto di un catalizzatore.

Esso favorisce la postcombustione di CO e HC, trasformandoli in anidride carbonica (CO_2) ed acqua (H_2O) e contemporaneamente riduce gli ossidi di azoto (NO_x) nei gas di scarico, trasformandoli in azoto (N) inerte.

Il post-trattamento catalitico è perciò notevolmente più efficace della postcombustione esclusivamente termica delle sostanze nocive con procedimento a fiamma.

Con l'aiuto di un catalizzatore, oltre il 90 % delle sostanze nocive può essere trasformato in composti innocui.
Il catalizzatore a tre vie scompone contemporaneamente le tre sostanze nocive CO, HC e NO_x.

Il catalizzatore è costituito da uno strato di metalli nobili, normalmente platino e rodio, supportato da una struttura tubolare in ceramica.



1 - Materiale ceramico rivestito con sostanze attive catalitiche
2 - Lana di acciaio per l'alloggiamento del materiale ceramico
3 - Scatola metallica esterna

Al passaggio dei gas di scarico attraverso la ceramica il platino e il rodio accelerano la scomposizione chimica delle sostanze nocive.
I catalizzatori possono essere impiegati **solo con benzina senza piombo**, poiché il piombo distrugge l'azione catalitica dei metalli nobili.

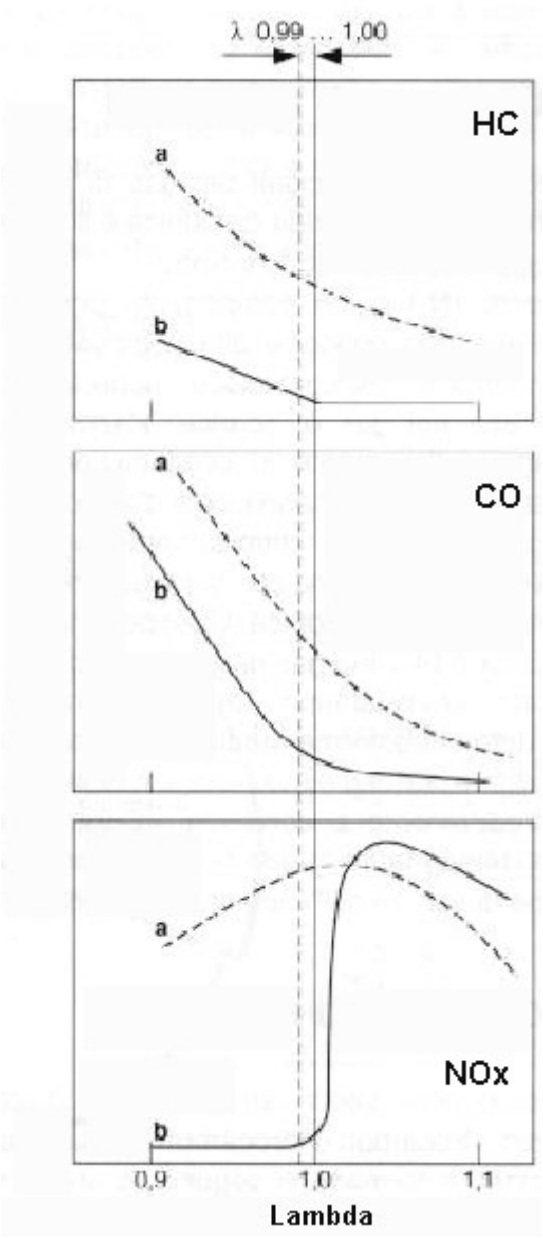
Il processo catalitico presuppone una composizione ottimale, cioè stechiometrica della miscela. Questa è caratterizzata da Lambda = 1.

Soltanto con questo coefficiente il catalizzatore lavora con il massimo rendimento (figura a lato). Già uno scostamento dell'1 % influisce notevolmente sul post-trattamento.

Non è possibile mantenere la composizione della miscela entro una tolleranza molto limitata per mezzo di un comando, ma è necessario ricorrere ad una regolazione della miscela che abbia un funzionamento preciso e quasi privo d'inerzia.

Il motivo sta nel fatto che il comando della miscela calcola e dosa sì la quantità di carburante necessaria, ma non ne controlla il risultato.

La regolazione della miscela invece misura la composizione dei gas di scarico e utilizza il risultato della misurazione per correggere la quantità di carburante calcolata.



a. senza catalizzatore
b. con catalizzatore

Questionario

Che cosa è la postcombustione catalitica:

1. Il processo di riduzione dei gas di scarico tramite combustione termica delle sostanze nocive
2. Il processo di riduzione dei gas di scarico tramite scomposizione chimica delle sostanze nocive
3. Il processo di riduzione dei gas di scarico tramite filtraggio

Quali dei seguenti gas di scarico viene ridotto tramite il catalizzatore:

1. HC
2. CO
3. NOx
4. Tutti e tre

Con quale valore di Lambda lavora in modo ottimale il catalizzatore:

1. Lambda < 1
2. Lambda = 1
3. Lambda > 1

Eseguire le seguenti predisposizioni:

Dispositivo	Sigla sul Trainer	Posizione
Selettore Ignition Switch	IGS	**LOCK**
Pedale Acceleratore	APP	**'min'**
Impianto "Immissione vapori"	EVP	**OFF**
Impianto "Ricircolo gas di scarico"	EGR	**OFF**
Impianto "Immissione aria"	SAP	**OFF**
Selettore "Marmitta catalitica"	CCV	**OFF**
Selettore "Temperatura Aria Esterna"	EAT	**40 °C**

Operazioni:

Si agisca sull'Interruttore di Avviamento (Ignition Switch IGS) fino a metterlo in posizione ON

Avviare il motore con il tasto START.

Attendere la fine della fase di riscaldamento del motore, e l'ingresso nella fase Lambda Control.

Finchè il motore non ha raggiunto la temperatura di 80 °C la marmitta catalitica CCV non è in funzione (anche se il relativo commutatore è ON) ed il LED è spento. Una altra condizione per il suo funzionamento è che la Sonda Lambda OXS sia in temperatura (Led OSH acceso).

Osservazioni

Le barre a led poste a monte (EMB) ed a valle (EMA) della marmitta catalitica CCV forniscono una indicazione qualitativa del contenuto di HC, NO_x e CO presenti nei gas di scarico a monte e a valle della marmitta stessa.

Si può facilmente verificare, agendo sul potenziometro del Pedale Acceleratore (APP), ed inserendo/disinserendo il funzionamento della marmitta catalitica (commutatore CCV), che:

- una volta in temperatura, la marmitta catalitica mantiene la sua funzionalità in ogni condizione d'esercizio del motore;
- le concentrazioni di HC, NO_x e CO subiscono un abbattimento consistente con l'inserimento della marmitta catalitica;
- tale comportamento è particolarmente significativo per Lambda = 0,99...1 .

Modulo Studente: Risposta Domande

Cognome e Nome: _____ **Classe :** _____

Data: _____

Trainer: _____

Lezione N.1: Prodotti della combustione		
	Domanda A	Risposta:
	Domanda B	Risposta:
	Domanda C	Risposta:
Lezione N.2: Preparazione della miscela e condizioni di esercizio		
	Domanda A	Risposta:
	Domanda B	Risposta:
	Domanda C	Risposta:
	Domanda D	Risposta:
Lezione N.3: Adattamento alle condizioni di esercizio		
	Domanda A	Risposta:
	Domanda B	Risposta:
	Domanda C	Risposta:
	Domanda D	Risposta:
Lezione N.4: Regolazione Lambda		
	Domanda A	Risposta:
	Domanda B	Risposta:
	Domanda C	Risposta:
Lezione N.5: Ricircolo dei gas di scarico		
	Domanda A	Risposta:
	Domanda B	Risposta:
	Domanda C	Risposta:
Lezione N.6: Antievaporazione del carburante		
	Domanda A	Risposta:
	Domanda B	Risposta:
	Domanda C	Risposta:
Lezione N.7: Postcombustione termica		
	Domanda A	Risposta:
	Domanda B	Risposta:
	Domanda C	Risposta:
Lezione N.8: Postcombustione catalitica		
	Domanda A	Risposta:
	Domanda B	Risposta:
	Domanda C	Risposta:

Modulo Studente: Ricerca Guasti

Cognome e Nome: _____ **Classe :** _____

Data: _____

Trainer: _____

Attivazione spia MIL: ____

Descrizione del comportamento del sistema con il guasto:

_____

_____

_____

_____

_____

Diagnostica con ScanTool:

Eseguita (S/N): ___

Diagnostic Trouble Code: _____

Descrizione diagnostica con ScanTool:

_____

_____

_____

_____

Descrizione del guasto individuato:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Risposte Esatte

Lezione N.1: Prodotti della combustione		
	Domanda A	Risposta: 4
	Domanda B	Risposta: 2
	Domanda C	Risposta: 6
Lezione N.2: Preparazione della miscela e condizioni di esercizio		
	Domanda A	Risposta: 6
	Domanda B	Risposta: 5
	Domanda C	Risposta: 3
	Domanda D	Risposta: 2
Lezione N.3: Adattamento alle condizioni di esercizio		
	Domanda A	Risposta: 2
	Domanda B	Risposta: 2
	Domanda C	Risposta: 1
	Domanda D	Risposta: 3
Lezione N.4: Regolazione Lambda		
	Domanda A	Risposta: 3
	Domanda B	Risposta: 1
	Domanda C	Risposta: 1
Lezione N.5: Ricircolo dei gas di scarico		
	Domanda A	Risposta: 2
	Domanda B	Risposta: 3
	Domanda C	Risposta: 3
Lezione N.6: Antievaporazione del carburante		
	Domanda A	Risposta: 2
	Domanda B	Risposta: 3
	Domanda C	Risposta: 2
Lezione N.7: Postcombustione termica		
	Domanda A	Risposta: 2
	Domanda B	Risposta: 1
	Domanda C	Risposta: 3
Lezione N.8: Postcombustione catalitica		
	Domanda A	Risposta: 2
	Domanda B	Risposta: 4
	Domanda C	Risposta: 2

© 1996 - 2014 DE LORENZO SPA - Printed in Italy - All right reserved

DE LORENZO SPA
V.le Romagna, 20 - 20089 Rozzano (MI) Italy
Tel. ++39 02 8254551 - Fax ++39 02 8255181
E-mail: info@delorenzo.it
Web sites: www.delorenzoglobal.com