

CICLI TERMODINAMICI

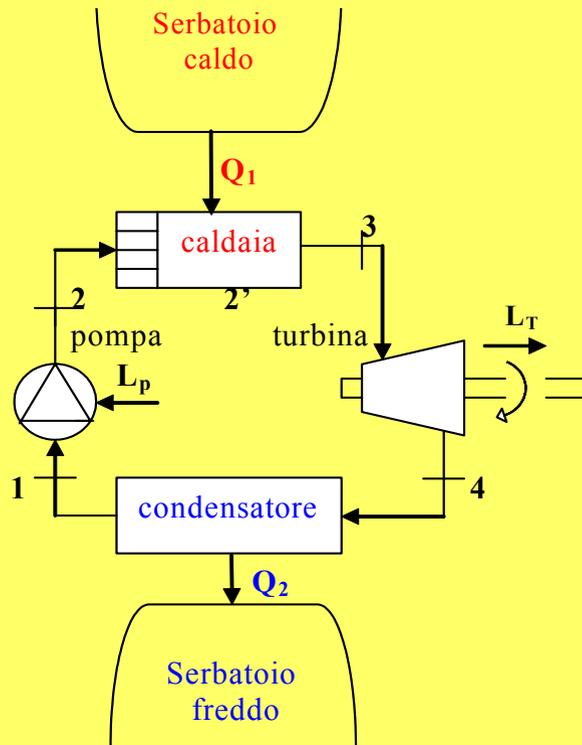
CICLO RANKINE - TURBINE A VAPORE

LE TURBINE A VAPORE SONO MACCHINE MOTRICI, INSERITE IN UN IMPIANTO BASATO SU UN CICLO TERMODINAMICO, DETTO CICLO RANKINE, COMPOSTO DA QUATTRO TRASFORMAZIONI PRINCIPALI (COMPRESSIONE, RISCALDAMENTO, ESPANSIONE E CONDENSAZIONE), PIÙ ALTRE TRASFORMAZIONI ACCESSORIE CHE CARATTERIZZANO LE DIVERSE VARIANTI POSSIBILI

IL FLUIDO DI LAVORO È COSTITUITO, NELLA STRAGRANDE MAGGIORANZA DELLE APPLICAZIONI, DA ACQUA, CHE SI ALTERNA NELLE FASI LIQUIDO E VAPORE

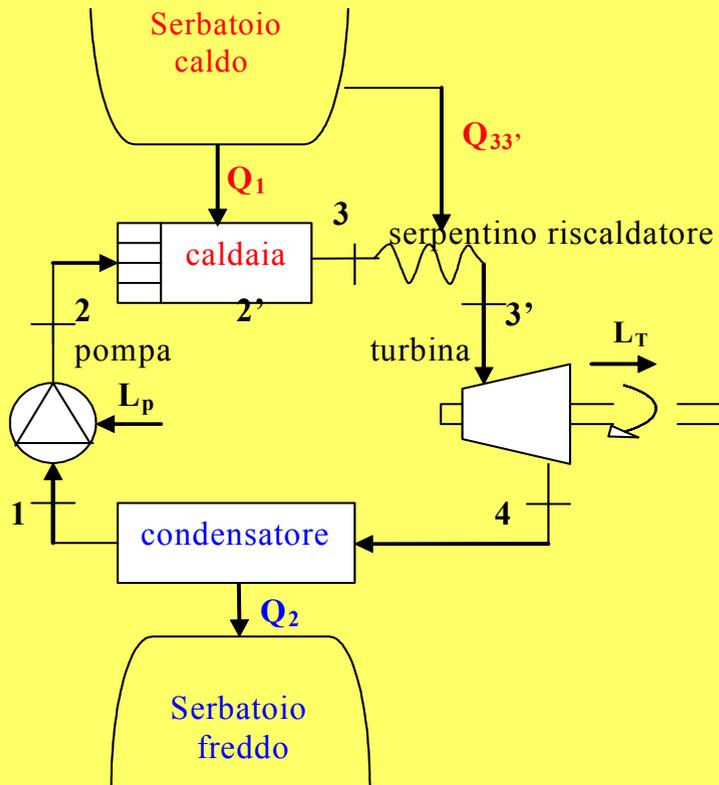
L'APPLICAZIONE TIPICA DEL CICLO RANKINE È PER IMPIANTI FISSI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, DI ELEVATA POTENZA

CICLO RANKINE SEMPLICE A VAPORE SATURO



- 1 - 2 POMPAGGIO DEL LIQUIDO
- 2 - 2' RISCALDAMENTO DEL LIQUIDO
- 2' - 3 EVAPORAZIONE
- 3 - 4 ESPANSIONE
- 4 - 1 CONDENSAZIONE

CICLO RANKINE SEMPLICE A VAPORE SURRISCALDATO



- 1 - 2 POMPAGGIO DEL LIQUIDO
- 2 - 2' RISCALDAMENTO DEL LIQUIDO
- 2' - 3 EVAPORAZIONE
- 3 - 3' SURRISCALDAMENTO DEL VAPORE
- 3' - 4 ESPANSIONE
- 4 - 1 CONDENSAZIONE

CAMPI DI IMPIEGO DELLE TURBINE A VAPORE

- CENTRALI ELETTRICHE ENEL DI GRANDE POTENZA, UTILIZZATE PER COPRIRE LA BASE DEL DIAGRAMMA DI CARICO
- CICLI COMBINATI GAS-VAPORE (CON I GAS DI SCARICO A TEMPERATURA ELEVATA DELLE TURBINE A GAS SI RISCALDA VAPORE, CHE VIENE ESPANSO IN UNA TURBINA A VAPORE, OTTENENDO UN CICLO DAL RENDIMENTO COMPLESSIVO CHE PUÒ SUPERARE ANCHE IL 50%)
- IMPIANTI DI COGENERAZIONE, SIA PER USO INDUSTRIALE CHE PER RISCALDAMENTO URBANO

CICLO BRAYTON - TURBINE A GAS

LE TURBINE A GAS SONO MACCHINE MOTRICI, BASATE SU UN CICLO TERMODINAMICO COMPOSTO DA QUATTRO TRASFORMAZIONI, DETTO CICLO BRAYTON

IL FLUIDO DI LAVORO, IN TUTTE LE QUATTRO TRASFORMAZIONI, E' ALLO STATO GASSOSO E QUINDI COMPRIMIBILE

CICLO BRAYTON - TURBINE A GAS

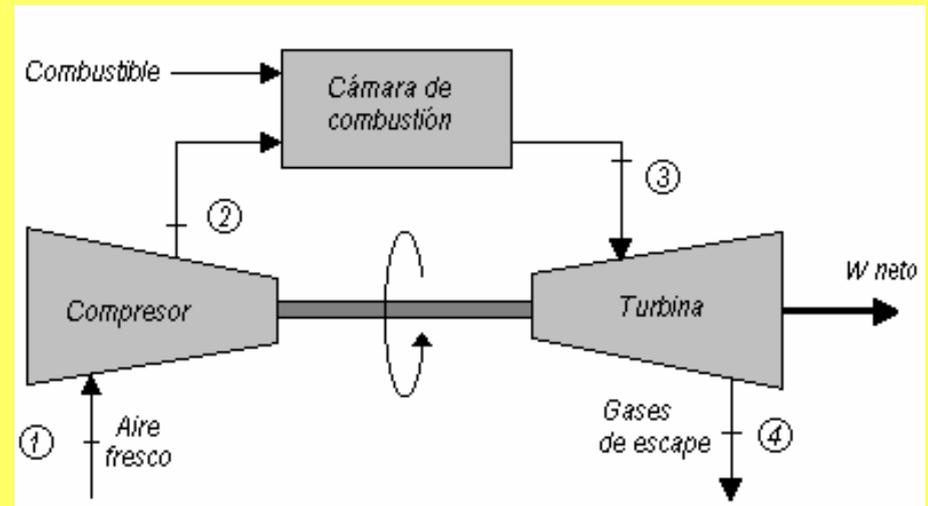
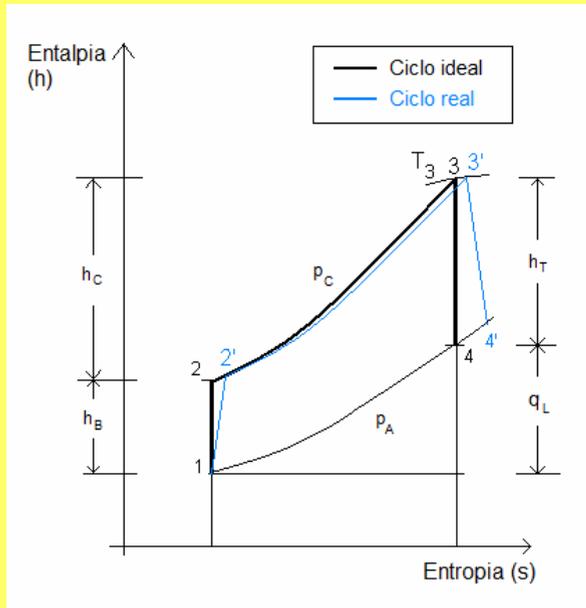
CICLO APERTO CON COMBUSTIONE ESTERNA

TEORICAMENTE, IL CICLO INCLUDEREBBE QUATTRO TRASFORMAZIONI. IN REALTA' IL FLUIDO DI LAVORO E' ARIA, CHE COMPIE LE PRIME TRE TRASFORMAZIONI E POI VIENE SCARICATA ALL'ESTERNO, ELIMINANDO LA NECESSITA' DEL RAFFREDDAMENTO NELLA QUARTA TRASFORMAZIONE

DAL PUNTO DI VISTA TERMODINAMICO, LO SCARICO DELL'ARIA ALL'ESTERNO EQUIVALE ALLA TRASFORMAZIONE 4-1 DEL CICLO CHIUSO

CICLO BRAYTON - TURBINE A GAS

CICLO APERTO CON COMBUSTIONE ESTERNA



- 1-2 Compresione adiabatica (isoentropica nel ciclo ideale)
- 2-3 Combustione isobara
- 3-4 Espansione adiabatica (isoentropica nel ciclo ideale)
- 4-1 Scarico in atmosfera (= raffreddamento)

IMPIEGO DELLE TURBINE A GAS

- **MOTORI A REAZIONE DI AEREI**
- **CENTRALI ELETTRICHE ENEL UTILIZZATE SOLAMENTE PER COPRIRE LE PUNTE DI CARICO**
- **IMPIANTI DI PICCOLA POTENZA**
- **CICLI COMBINATI GAS-VAPORE (CON I GAS DI SCARICO A TEMPERATURA ELEVATA DELLE TURBOGAS SI RISCALDA VAPORE, CHE VIENE ESPANSO IN UNA TURBINA A VAPORE, OTTENENDO UN CICLO DAL RENDIMENTO COMPLESSIVO CHE PUO' SUPERARE ANCHE IL 50%)**
- **IMPIANTI DI COGENERAZIONE (EVENTUALMENTE CON NECESSITA' DI CALORE A TEMPERATURA ELEVATA)**

CICLO OTTO E CICLO DIESEL MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

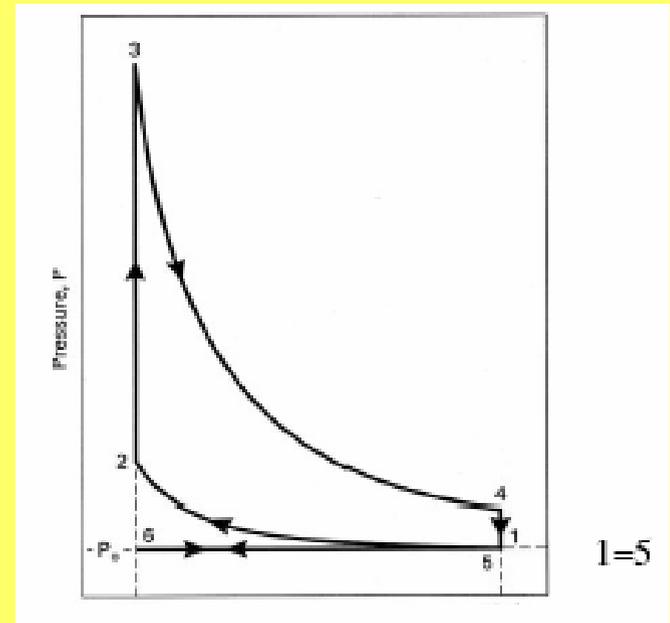
I MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA SONO MACCHINE MOTRICI, BASATI SU DUE POSSIBILI CICLI TERMODINAMICI, ENTRAMBI COMPOSTI DA QUATTRO TRASFORMAZIONI, L'UNO DETTO CICLO OTTO, L'ALTRO CICLO DIESEL

IL FLUIDO DI LAVORO, IN TUTTE LE QUATTRO TRASFORMAZIONI, È ALLO STATO GASSOSO E QUINDI COMPRIMIBILE

IL FLUIDO DI LAVORO UTILIZZATO È ARIA, CHE VIENE ADDIZIONATO COL COMBUSTIBILE, PRIMA DELLA FASE DI RISCALDAMENTO (CHE AVVIENE MEDIANTE COMBUSTIONE DIRETTA DELLA MISCELA DI LAVORO)

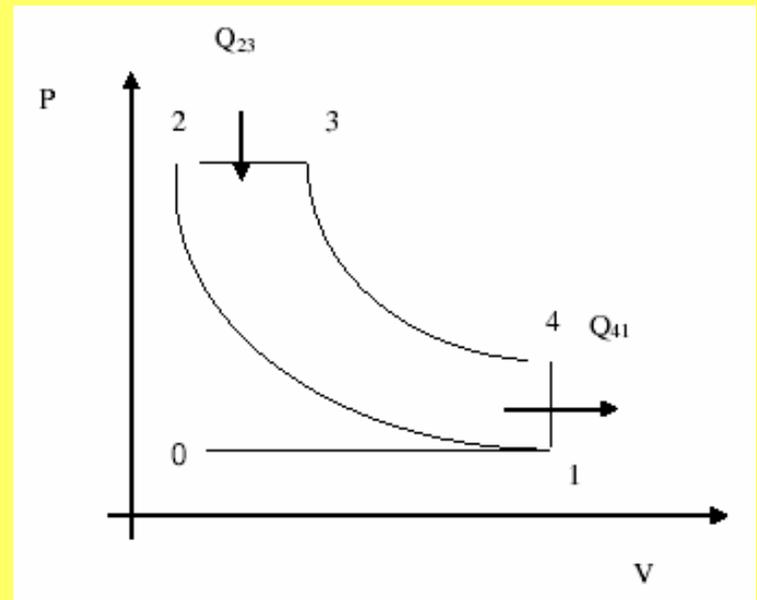
CICLO CON COMBUSTIONE A VOLUME COSTANTE - CICLO OTTO

- 1-2 COMPRESSIONE ADIABATICA
- 2-3 COMBUSTIONE (introduzione di calore)
A VOLUME COSTANTE
- 3-4 ESPANSIONE ADIABATICA
- 4-1 RAFFREDDAMENTO A VOLUME COSTANTE
- 5 e 6 = CICLO DI LAVAGGIO (3° E 4° TEMPO)



CICLO CON COMBUSTIONE A PRESSIONE COSTANTE - CICLO DIESEL

- 1-2 COMPRESSIONE ADIABATICA
- 2-3 COMBUSTIONE (introduzione di calore)
A PRESSIONE COSTANTE
- 3-4 ESPANSIONE ADIABATICA
- 4-1 RAFFREDDAMENTO A VOLUME COSTANTE



APPLICAZIONI DEI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

- AUTOTRAZIONE
- GRUPPI ELETTROGENI TRASPORTABILI
- GRUPPI ELETTROGENI DI EMERGENZA
- GRUPPI DI COGENERAZIONE DI PICCOLA POTENZA
- GENERAZIONE DI POTENZA ELETTRICA CON POTENZE MEDIO PICCOLE, SIA PER LA COPERTURA DEI CARICHI DI BASE, CHE PER QUELLI DI PUNTA, CON O SENZA COGENERAZIONE