

**SECONDO PRINCIPIO
DELLA TERMODINAMICA**

MACCHINA TERMICA

APPARATO CHE CONVERTE CALORE (CEDUTO DALL'AMBIENTE ESTERNO AL SISTEMA TERMODINAMICO) IN LAVORO (FATTO DAL SISTEMA TERMODINAMICO E UTILIZZABILE DEL MONDO ESTERNO)

MACCHINA TERMICA CICLICA

APPARATO CHE CONVERTE CALORE IN LAVORO TRAMITE UN CICLO TERMODINAMICO, CHE PUO' QUINDI ESSERE RIPETUTO INDEFINITAMENTE

FUNZIONAMENTO DI UNA MACCHINA TERMICA CICLICA

IL MONDO ESTERNO FORNISCE ALLA MACCHINA TERMICA IL CALORE Q_H TRAMITE UNA SORGENTE AD ALTA TEMPERATURA E LA MACCHINA PRODUCE UN LAVORO L , CEDENDO UNA QUANTITA' DI CALORE $Q_L = Q_H - L$ AD UNA SORGENTE A PIU' BASSA TEMPERATURA

L = LAVORO PRODOTTO DAL SISTEMA TERMODINAMICO (VALORE ASSOLUTO)

Q_H = CALORE COMPLESSIVAMENTE ASSORBITO IN DIVERSE TRASFORMAZIONI DAL SISTEMA TERMODINAMICO (VALORE ASSOLUTO)

Q_L = CALORE COMPLESSIVAMENTE CEDUTO IN DIVERSE TRASFORMAZIONI DAL SISTEMA TERMODINAMICO (VALORE ASSOLUTO)

FUNZIONAMENTO DI UNA MACCHINA TERMICA CICLICA

PER IL PRIMO PRINCIPIO, IN UN CICLO TERMODINAMICO IL CALORE TOTALE FORNITO ALLA MACCHINA $Q = Q_H - Q_L$ DEVE ESSERE UGUALE AL LAVORO L PRODOTTO

$$Q_H - Q_L = L$$

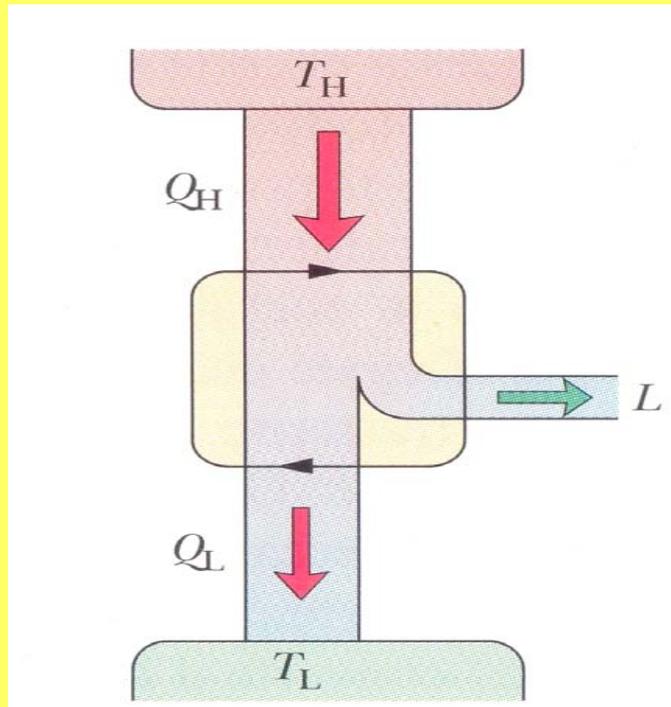
$$Q_H = Q_L + L$$

$$Q_L = Q_H - L$$

RENDIMENTO DI UNA MACCHINA TERMICA CICLICA

RAPPORTO FRA IL LAVORO PRODOTTO DALLA
MACCHINA CICLICA ED CALORE ASSORBITO DALLA
MACCHINA STESSA

$$e = L / Q_H = (Q_H - Q_L) / Q_H = 1 - Q_L / Q_H$$



MACCHINA FRIGORIFERA CICLICA

APPARATO CHE FUNZIONA COME UNA MACCHINA TERMICA CICLICA IN SENSO INVERSO

IL MONDO ESTERNO FORNISCE ALLA MACCHINA FRIGORIFERA UN LAVORO L PER ASSORBIRE UNA QUANTITA' DI CALORE Q_L DA UNA SORGENTE A BASSA TEMPERATURA E TRASFERIRE UNA QUANTITA' DI CALORE $Q_H = Q_L + L$ AD UNA SORGENTE A PIU' ALTA TEMPERATURA

L = LAVORO ASSORBITO DAL SISTEMA TERMODINAMICO (VALORE ASSOLUTO)

Q_L = CALORE COMPLESSIVAMENTE ASSORBITO IN DIVERSE TRASFORMAZIONI DAL SISTEMA TERMODINAMICO (VALORE ASSOLUTO)

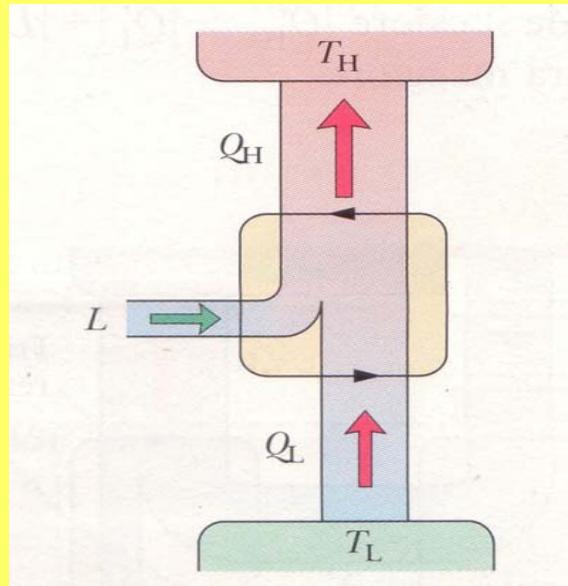
Q_H = CALORE COMPLESSIVAMENTE CEDUTO IN DIVERSE TRASFORMAZIONI DAL SISTEMA TERMODINAMICO (VALORE ASSOLUTO)

EFFICIENZA DI UNA MACCHINA FRIGORIFERA

RAPPORTO FRA IL CALORE Q_L ASSORBITO DALLA SORGENTE A BASSA TEMPERATURA ED IL LAVORO L FORNITO ALLA MACCHINA

$$e = Q_L / L = Q_L / (Q_H - Q_L)$$

E' DETTA ANCHE COP (COEFFICIENT OF PERFORMANCE)



SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

HA DUE ENUNCIATI, CHE SONO FRA DI LORO EQUIVALENTI

- KELVIN-PLANCK (MACCHINE TERMICHE)
- CLAUSIUS (MACCHINE FRIGORIFERE)

NEGANDONE UNO, RIMANE AUTOMATICAMENTE NEGATO ANCHE L'ALTRO, PER CUI COSTITUISCONO APPUNTO DUE MODI DIVERSI DI ENUNZIARE UN UNICO PRINCIPIO

ENUNCIATO DI KELVIN-PLANCK

NON E' POSSIBILE UN PROCESSO, CHE ABBAIA COME UNICO RISULTATO LA CONVERSIONE TOTALE DI CALORE IN LAVORO

$$Q_L > 0$$

$$L < Q_H$$

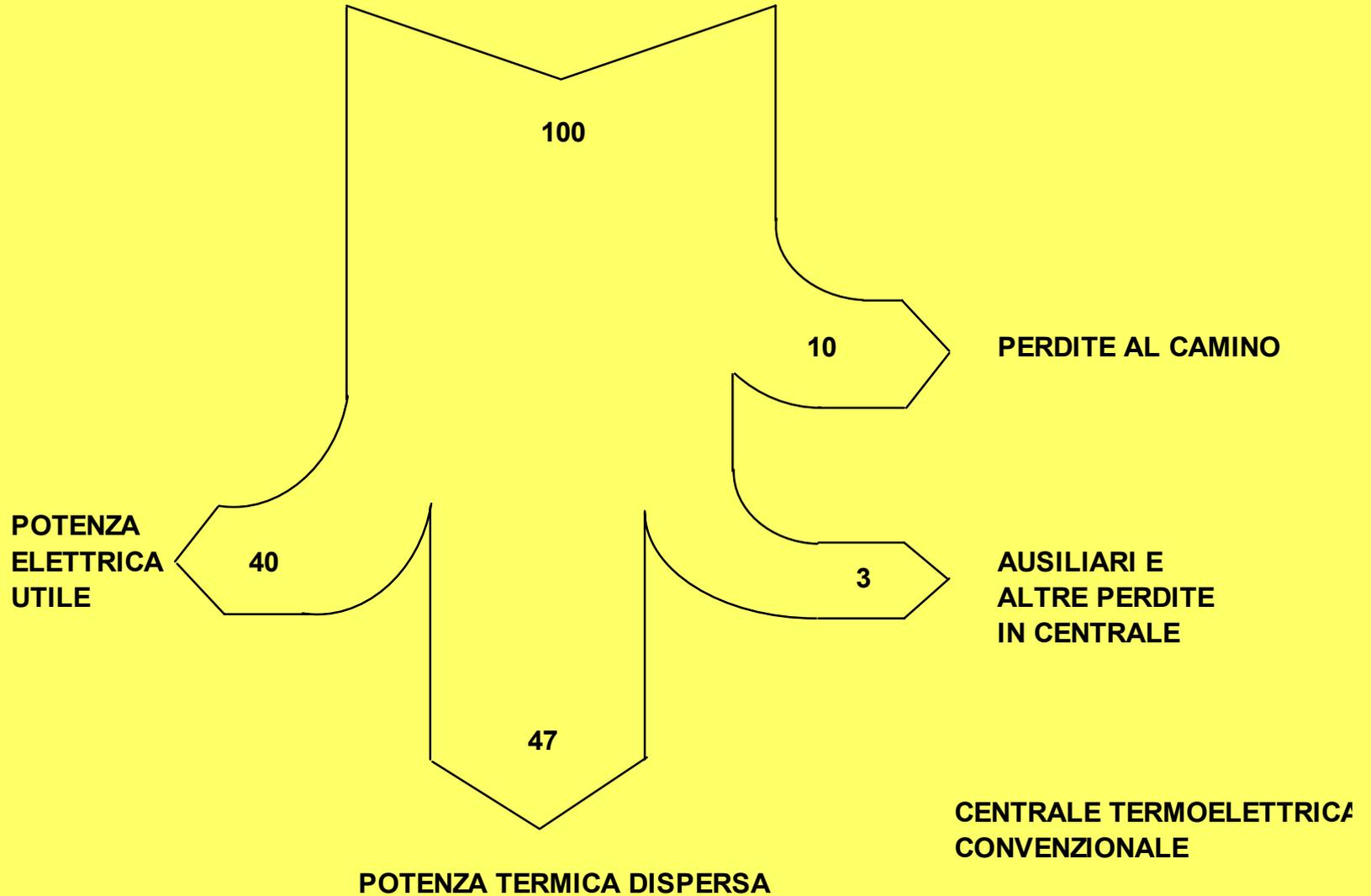
ENUNCIATO DI CLAUSIUS

NON E' POSSIBILE UN PROCESSO, CHE ABBAIA COME UNICO RISULTATO IL TRASFERIMENTO DI CALORE DA UN CORPO AD UN ALTRO A TEMPERATURA MAGGIORE

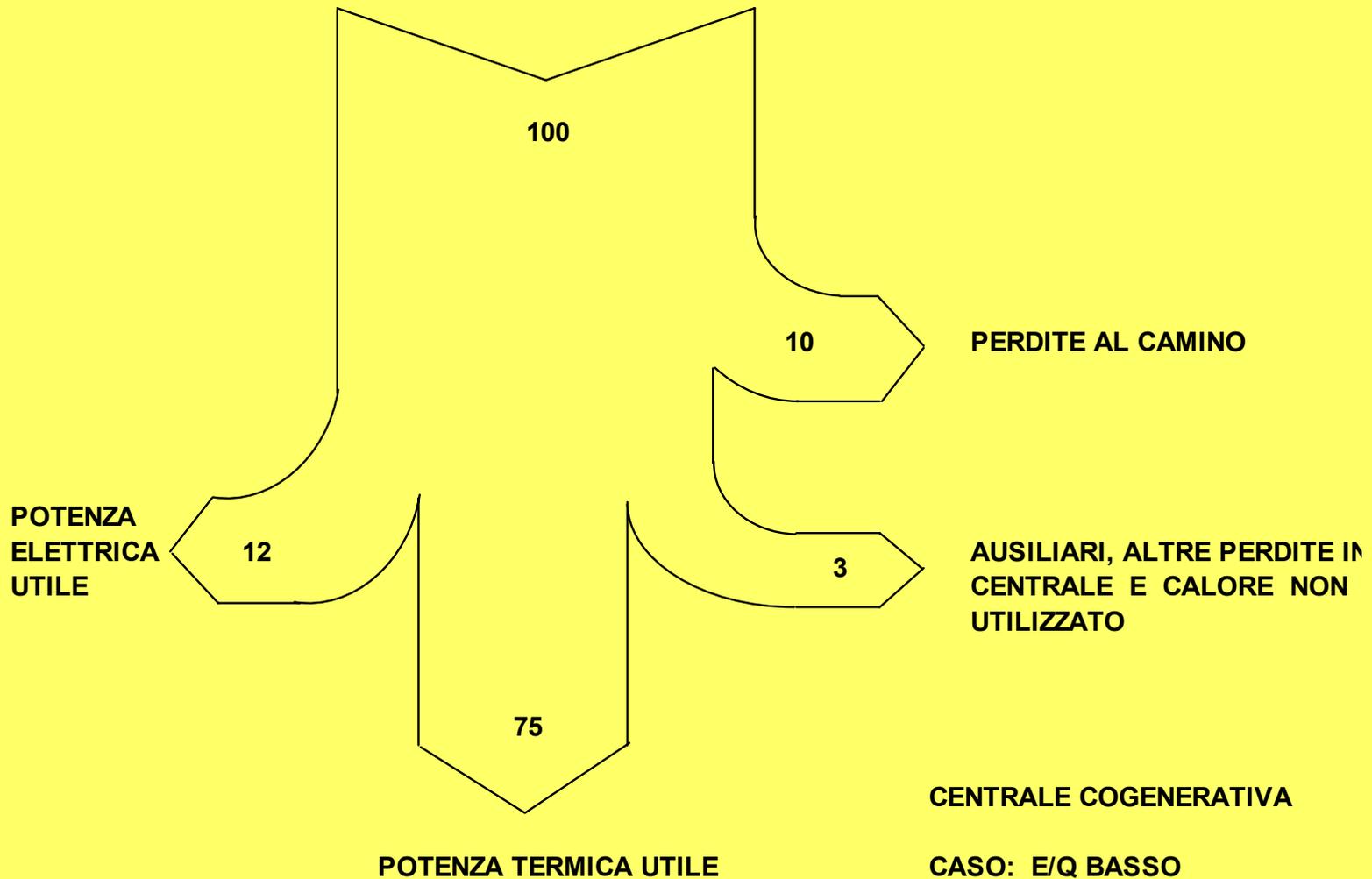
IMPLICA CHE PER TRASFERIRE CALORE DA UN CORPO AD UN ALTRO A TEMPERATURA MAGGIORE E' NECESSARIO FORNIRE LAVORO

$$L > 0$$

POTENZA IMMESSA COL COMBUSTIBILE



POTENZA IMMESA COL COMBUSTIBILE



CENTRALE COGENERATIVA

CASO: E/Q BASSO

POTENZA IMMESSA COL COMBUSTIBILE

