

Fig.2: Alfa Stirling. (fonte dell'illustrazione: [4])

I due pistoni si muovono in questo modo: con il pistone caldo al PMS, il cilindro freddo inizia la corsa di compressione. Poco dopo il pistone caldo inizia a scendere (fig. 3): quando il volume spazzato nell'unità di tempo dal pistone caldo (che accelera) è uguale a quello del pistone freddo (che decelera), il volume complessivo dei due cilindri è minimo.

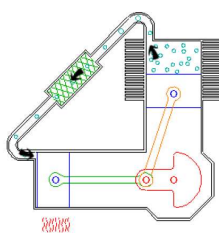


Fig.3: Alfa Stirling, riscaldamento (fonte dell'illustrazione: [4])

Nel frattempo la massa di gas che percorre il condotto di collegamento fra i due cilindri ha iniziato ad essere riscaldata prima dal rigeneratore (che ha memoria del calore rilasciato dal precedente passaggio di gas caldo) e poi dalla zona prospiciente il cilindro caldo, che è riscaldata dalla fonte di calore (fig. 4). Il rigeneratore ha la stessa funzione del recuperatore di calore, che invece è uno scambiatore, presente in altri schemi funzionali (ad es. l'Ericsson, vedi [1]). Normalmente è formato da una matassa di filo di rame, oppure da una pila di dischi forati disposti trasversalmente rispetto al flusso. In questo caso è bene che i dischi siano termicamente isolati fra loro, in quanto così tenderanno ad assumere temperature diverse l'uno dall'altro, migliorando molto l'efficienza di rigenerazione.

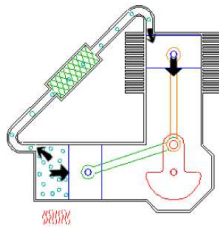


Fig.4: Alfa Stirling, espansione (fonte dell'illustrazione: [4])

A questo punto il pistone freddo decelera ed il pistone caldo accelera ancora: è la fase di espansione. Successivamente il pistone freddo invertirà la marcia e, dopo che l'avrà invertita anche il pistone caldo, si avrà di nuovo una situazione in cui i volumi spazzati nell'unità di tempo dai due pistoni sono uguali, ma opposti in verso (fig. 5): questa sarà la condizione di massimo volume, corrispondente alla fine dell'espansione del gas.

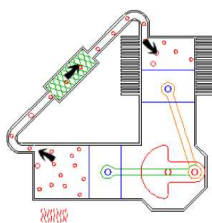


Fig.5: Alfa Stirling, raffreddamento (fonte dell'illustrazione: [4])

Nel frattempo il flusso attraverso il condotto di collegamento si è invertito, per cui ora il rigeneratore viene scaldato anziché raffreddato, ed a sua volta raffredda il gas. Il raffreddamento viene completato all'imboccatura (ed anche all'interno) del cilindro freddo (fig. 6).

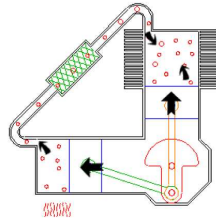


Fig.6: Alfa Stirling, compressione (fonte dell'illustrazione: [4])

Infine, il pistone caldo raggiunge il PMS ed il ciclo ricomincia.

Pregi e difetti di questa soluzione: il pregio maggiore è la possibilità di utilizzare un imbiellaggio molto simile a quelli in uso nei motori per autotrazione, con la possibilità di raggiungere regimi di rotazione elevati, e quindi potenze elevate. Negli anni '70 alcuni motori di questo tipo, sviluppati negli USA per autotrazione, raggiungevano potenze di oltre 50 kW a circa 5000 rpm, tanto per fare un esempio.

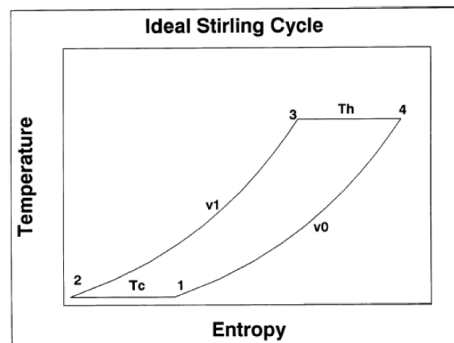


Fig.11: Ciclo Stirling ideale nel piano T-S (fonte dell'illustrazione: [1])

Vediamo che esso è composto di una compressione isoterma (1-2) alla temperatura della sorgente fredda T_c , di un riscaldamento isocoro da T_c a T_h (2-3), di una espansione isoterma a T_h (3-4) ed infine di un raffreddamento isocoro da T_h a T_c (4-1).

Pertanto è materialmente impossibile, anche solo idealmente, raggiungere il rendimento del ciclo di Carnot, in quanto si preleva calore dalla sorgente calda per scaldare il fluido lungo tutto il percorso (2-3), ed analogamente si riversa calore nella sorgente fredda lungo (4-1). Si potrebbe raggiungere (idealmente) il rendimento di Carnot scambiando calore fra (2-3) e (3-4), come si fa in altri cicli termodinamici (es.: Rankine), ma sappiamo che questo, nello Stirling, non è possibile. E' però possibile utilizzare il rigeneratore, ovvero un dispositivo che prende una parte del calore rilasciato nella fase (4-1) e lo riversa nella fase (1-2).

