

asdf

## ALCUNE APPLICAZIONI DELLA TURBINA A GAS

21 February 2012

Il seguente articolo vuole essere una breve discussione alcuni tra gli impieghi principali delle **turbine a gas**.

### Produzione di energia elettrica

Inizialmente le turbine a gas destinate a tale impiego, erano principalmente necessarie a soddisfare le eccedenze di richiesta che si verificano in alcune ore del giorno, specie nel periodo invernale e che non potevano essere coperte dall'impianto termoelettrico di base; ciò era "facilitato" anche da alcune caratteristiche "favorevoli" della turbina a gas quali la rapidità di avviamento e la presa del carico.

La prima turbina a gas impiegata in questo settore fu installata e **Neuchatel** in Svizzera nel 1938 ed era capace di erogare 4400 kW circa che si aggiungevano alla potenza erogata dall'impianto di base.



(Turbina a gas di Neuchatel)

In seguito le turbine a gas per la produzione di energia elettrica di punta ebbero una significativa diffusione negli anni 50 che divenne sempre più vasta in seguito al blackout elettrico del 1965 nel Nord Est degli Stati Uniti, che coinvolse anche la città di New-York.

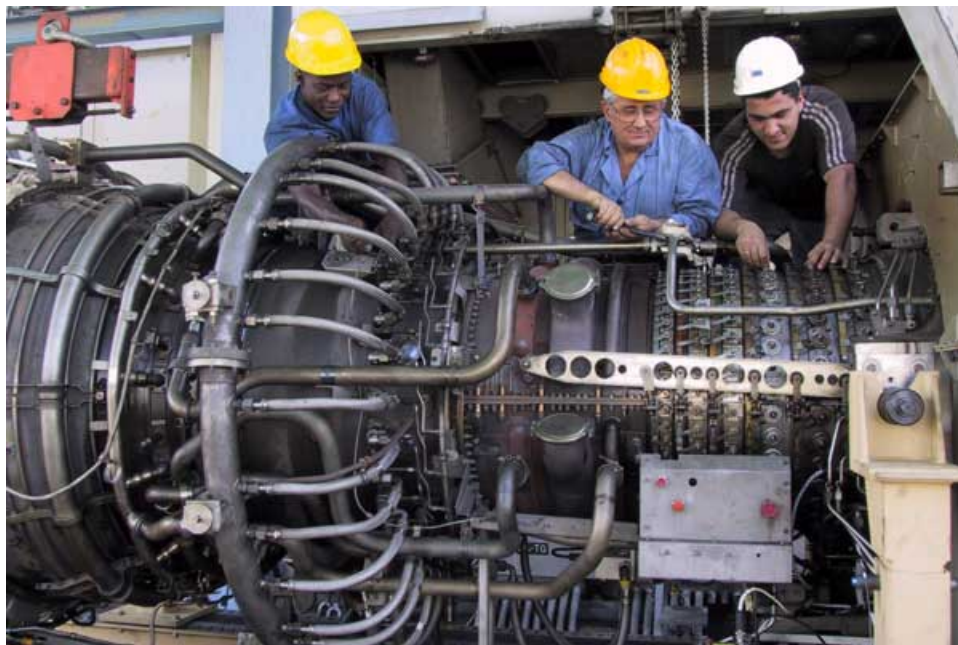
Venne quindi adoperata per tenere testa non solo per far fronte alle punte di carico

ma anche alle situazioni di emergenza che si possono verificare nel caso in cui vi siano blocchi ad una o più centrali a vapore.

La turbina quindi interviene subito poiché è in grado di partire automaticamente in **blackstart** cioè senza l'ausilio dell'energia elettrica.

A partire dal 1965 ci fu un aumento delle centrali a gas di questa tipologia, specialmente negli Stati Uniti, passando dai 1000 MW/anno installati nel 1964 agli 8000 MW/anno del 1972 a tal punto che, relativamente alla produzione di energia elettrica tramite turbogas, più della metà della potenza installata nel mondo era presente negli Stati Uniti ed era erogata da turbine a gas perlopiù di tipo **aeroderivativo**, che seppure richieda un costo maggiore per quanto riguarda il combustibile più pregiato, ha una maggiore ripresa di avviamento e di presa del carico e un ridotto ingombro.

Nella figura che segue (tratta da: <http://ter-mec.com/specializzazione.html>) è ritratta una turbina aeroderivata:



Nel periodo degli anni 60-70 conobbero una certa diffusione anche gli impianti con turbine a gas per produzione di energia elettrica di base malgrado i rendimenti bassi delle macchine dell'epoca ( $0.20 \div 0.25$ ).

Verso la metà degli anni 70 a causa della crisi energetica conseguente alle decisioni dell'OPEC (aumento dei prezzi del greggio), l'espansione delle centrali termoelettriche in generale e, in particolare, di quelle con turbine a gas fu ridotta al punto che ci fu un decremento, in termini di potenza con turbogas installata nel mondo, da 15000 MW/anno del 1975 a 5000 MW/anno nel 1981.

In paesi come Algeria, Arabia Saudita ed OMAN, le turbine a gas per la produzione di energia elettrica di base continuarono ad essere impiegate, grazie anche al basso costo del combustibile estratto sul posto, cosa che, ad oggi, del resto, continua ad avvenire. Il tutto era, ed è, favorito anche dal fatto che non è richiesta acqua, peraltro scarsa nelle zone sopra citate.

Verso la fine degli anni 70 però, grazie all'introduzione delle turbine a gas con un rendimento più elevato e l'interesse crescente per i cicli combinati, ha portato le centrali turbogas a superare la crisi arrivando anche a rilanciarle negli anni 80 fino al punto che l'energia elettrica per molti decenni di questo secolo verrà prodotta con impianti combinati in cui una turbina a gas è affiancata da un impianto a vapore.

### **Trazione ferroviaria**

La turbina a gas ha riscontrato alcune applicazioni nel campo della trazione ferroviaria negli anni 60 e all'inizio degli anni 70 su delle locomotive impiegate nella trazione dei veloci treni passeggeri e dei treni che trasportavano le merci pregiate o comunque deperibili su linee di traffico modesto al punto da non giustificare gli alti costi di installazione di una linea elettrificata.

La prima locomotiva il cui motore di trazione era costituito interamente da una turbina a gas fu realizzata in Svizzera nel 1941, con una potenza di 1600 kW, e fu costruita dalla **Brown Boveri** ed era una macchina a rigenerazione con un compressore assiale a 18 stadi ed una turbina a 5 stadi. Entrata in servizio nel 1943, vi rimase fino al 1959.

Altre applicazioni furono realizzate in Francia, Germania, Svezia, Inghilterra, Stati Uniti, Canada e Russia. A causa della crisi petrolifera del '74, però, l'impiego delle turbine a gas fu reso sempre meno ampio a causa dell'aumento del prezzo dei combustibili (dovuto proprio alla crisi) e all'introduzione del motore diesel, che erogava le stesse potenze ma con rendimenti molto più grandi, con un ingombro ridotto e riuscendo a bruciare anche combustibili più scadenti.

La seguente figura ritrae la locomotiva con turbina a gas 18000 della Brown Boveri (la figura è tratta da: [http://www.therailwaycentre.com/Picture%20of%20the%20Day%20index/Old\\_POD\\_May2010.html](http://www.therailwaycentre.com/Picture%20of%20the%20Day%20index/Old_POD_May2010.html)):



## Propulsione navale

Le prime applicazioni rilevanti della turbina a gas nella propulsione navale risalgono alla fine degli anni 50.

La turbina a gas **aeroderivativa** ha trovato applicazione come motore principale di propulsione sulle navi mercantili e sulla navi militari delle Marine di molti paesi del mondo, anche se la diffusione registrata nella marina mercantile non è stata così vasta come quella che si ebbe nel settore militare dove oggi la turbina a gas assume un ruolo senza dubbio rilevante.

Relativamente alla marina mercantile la turbina a gas, negli anni 60-70 (in particolare tra il 1972 e il 1975), fu impiegata diffusamente su navi come **portacontainers, tankers, metaniere, traghetti** e **rompighiaccio**. A causa della crisi energetica del 1974 però arrestò lo sviluppo di questo tipo di impianto, che presentava un consumo specifico del combustibile molto più elevato rispetto a quello degli impianti a vapore e del motore diesel e si ebbe quindi la conversione a diesel delle navi per cui questo tipo di operazione era ritenuto economicamente favorevole.

Attualmente la turbina a gas non trova impiego sulle navi di grande tonnellaggio, bensì trova impiego sui traghetti veloci che si stanno rapidamente diffondendo.

Questo sviluppo è dovuto al fatto che in molti paesi sono sempre più numerose le persone che preferiscono evitare il traffico terrestre scegliendo le linee marittime inter cittadine e costiere.

I mezzi che consentono tali spostamenti devono avere valori elevati della velocità (anche più di 40 nodi) e devono verosimilmente poter trasportare anche un numero più o meno elevato di passeggeri. La turbina gas riesce quindi a soddisfare due esigenze fondamentali, connesse a questo "tipo di situazioni":

- da un lato sono richieste carene sottili e filanti che permettono di raggiungere le velocità prefissate con potenze ragionevoli, anche se elevate;
- dall'altro lato vanno adoperati motori che erogano le potenze desiderate ma di dimensioni adeguate per poterli inserire negli spazi appositi, disponibili nelle carene sottili.

La crisi del '74 però non provocò il rallentamento dell'impiego della turbina a gas nel settore militare al punto che, attualmente, fatti salvi i sottomarini e le grosse portaerei che impiegano le turbine a vapore, sia che si tratti di piccolo che di grande tonnellaggio la turbina a gas o l'impianto misto diesel-turbina a gas fa parte dell'equipaggio delle navi delle Marine militari di molti paesi.

I tecnici del settore prestano molta attenzione per mettere a punto degli accorgimenti che riescano a ridurre il consumo specifico di combustibile, anche per le turbine a gas atte alla propulsione navale militare.

E' una conferma di ciò la realizzazione di un impianto di turbina a gas aeroderivativa derivante dalla collaborazione tra **Rolls-Royce** e **Westinghouse**.

Questo impianto è denominato con la sigla **WR-21 ICR** cioè *Westinghous Rolls-Royce per il 21° Secolo, Inter-Cooled-Recuperated*.

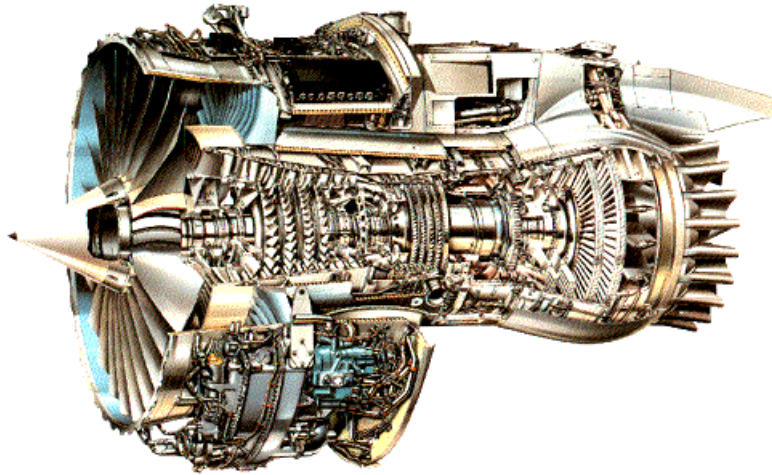
Questo impianto presenta un elevato rendimento al carico nominale, nonché la capacità di mantenerlo entro valori accettabili quando il carico si riduce al 30% del valore nominale, cioè quando alla velocità di crociera occorre un valore della potenza molto più contenuto di quello necessario alla velocità di tutta forza.

La seguente figura, tratta da <http://www.rolls-royce.com/reports/2008/br-kba-engi-technology.html>, ritrae l'HMS Daring alimentato dal WR-21 ICR:



I **motori aeronautici** dai quali deriva gran parte del WR-21 sono:

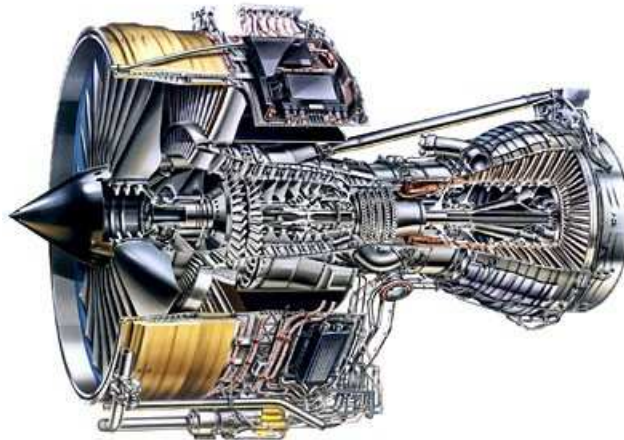
- il turbogetto **RB211-535E5** della Rolls-Royce;
- il turbogetto **RB211-524G/H**;



(Rolls-Royce RB211-524G/h, immagine tratta da:

<http://www.aircraftenginedesign.com/custom.html4.html>)

- il turbogetto **RB211-Trent 800**.



(Rolls-Royce-Trent-800-0511a, immagine tratta da: <http://www.aero-news.net/index.cfm?do=main.textpost&id=2a31472c-1313-4a22-9382-582c41cbcb7d>)

## Autotrazione

Dal punto di vista automobilistico, i **vantaggi** di una turbina a gas sono vari:

- coppia elevata allo spunto, gradualmente decrescente con la velocità;
- livelli bassi di emissioni inquinanti relativamente agli idrocarburi incombusti e all'ossido di carbonio;
- livelli bassi di vibrazioni dovuti alla combustione continua ed al moto rotativo di tutti gli organi mobili;
- peso modesto e quindi valori elevati del rapporto potenza/peso;
- minimo consumo di olio dovuto all'assenza di attrito generato dal movimento di organi dotati di moto alterno;
- funziona con diverse tipologie di combustibile;
- facile avviamento a freddo grazie ai modesti attriti (l'avviamento è tanto più facile quanto più fredda è l'aria);
- manutenzione limitata ed estrema semplicità.

Considerati tali vantaggi, negli anni 60 ci furono alcune applicazioni della turbina a gas nel settore dell'autotrazione.

La **Chrysler** fu una tra le case automobilistiche più attive in tal senso e nel 1964 realizzò cinquanta autovetture date in uso a clienti di caratteristiche particolari affinché fossero sperimentate. Queste auto compirono un percorso di due milioni di chilometri circa e furono guidate da oltre 200 persone ma non ci fu, al termine del programma di prova, un seguito.



(Chrysler turbine car)

In Italia, la **Fiat** fu la prima casa automobilistica europea a realizzare, nel 1954,

un'auto azionata da una turbina a gas.

Era la **Fiat Turbina**, ora esposta al **Salone dell'automobile di Torino**:



(Fiat Turbina, 1954)

Ad oggi non vi sono delle applicazioni rilevanti della turbina a gas nell'autotrazione.

Tra le **motivazioni** si segnalano:

- i costi elevati;
- il fatto che la turbina a gas non riesce a rispondere con sufficiente rapidità alla brusche e continue variazioni di carico richieste dalle mutevoli condizioni del traffico automobilistico;
- consumo specifico elevato ai carichi ridotti (è quindi richiesta la rigenerazione);
- forte rumorosità al minimo;
- insufficiente freno motore.

### Per approfondire

- [http://web.mit.edu/aeroastro/labs/gtl/early\\_GT\\_history.html](http://web.mit.edu/aeroastro/labs/gtl/early_GT_history.html) .
- [Wikipedia - Blackout del Nord Est america del 1965](#) .
- [Wikipedia - Blackstart](#) .
- [Wikipedia - OPEC](#) .
- [Wikipedia - Brown, Boveri & Cie](#) .
- <http://www.omniauto.it/magazine/11704/chrysler-turbine-car> .

- <http://www.zarattini.com/fiat-1900/fiat-turbina.htm> .
- [http://www.rolls-royce.com/marine/products/diesels\\_gas\\_turbines/gas\\_turbines/](http://www.rolls-royce.com/marine/products/diesels_gas_turbines/gas_turbines/) .
- [http://www.rolls-royce.com/marine/products/diesels\\_gas\\_turbines/gas\\_turbines/wr21.jsp](http://www.rolls-royce.com/marine/products/diesels_gas_turbines/gas_turbines/wr21.jsp) .
- [http://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2003/00916/pdf/igtc2003tokyo\\_os203.pdf](http://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2003/00916/pdf/igtc2003tokyo_os203.pdf) .

## **Bibliografia**

Macchine - Renato della Volpe.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Asdf:alcune-applicazioni-della-turbina-a-gas>"