

il risparmio sarà la primaria sorgente energetica del futuro!

Ed il potenziale maggiore arriva dal RECUPERO dell'ENERGIA di FRENATA dei veicoli

studio, ricerca e relazione per scegliere quale e', e come deve essere un sistema che sia

DEFINITIVO

perchè difficilmente o non migliorabile

e che sia anche durevole...senza o con pochissima usura

mirco sangalli: 3474078367

mirkosangalli@yahoo.it

via s.lazzaro 2 bergamo

pag 1 descrizione di base

pag 2 sistemi alternativi e hrb serie

pag 3 hydrostatic regenerative braking

pag 4-5 come funziona e dati quantitativi

pag 6-7 phisic computing rese

pag 8 mezzi maggiormente interessati

pag 9-10 NOVITA' addendum su gestione termica integrata

pag 11 NOVITA' addendum su Komact system

pag12 accenni socio-economici

premessa :

per molto tempo, si e' sentito spesso parlare di un'automobile che funzionava ad aria compressa, e che questa "sarebbe" stata fermata dalle compagnie petroli-fiche!

spero che in fiducia mi crediate se vi dico che l'auto in questione
NON POTRA' MAI SOSTITUIRE QUELLE ESISTENTI !!

Quando si e' visto il vero problema, che e' l'AUTONOMIA ...di qualche centinaio di metri
molti, disillusi, hanno gettato il bambino con l'acqua sporca.

MENTRE, qualcosa di simile, sarebbe molto utile nel recupero dell'energia di FRENATA
dove il serbatoio va' in compressione usando energia cinetica ad ogni frenata-STOP e

la si usa ad ogni successiva accelerata che si effettua...and GO

anche >60 volte in un ora....COSI, SI che la cosa Funge molto bene!

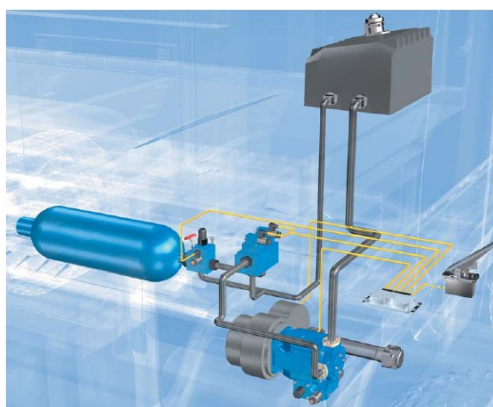
FRENARE LA CRISI ed ACCELERARE la RIPRESA

Alta pressione per risparmiare carburante

Il sistema di frenata idrostatica rigenerativo:

Mai come oggi è valsa la pena di risparmiare carburante: l'innovativo sistema di frenata idrostatica rigenerativo **riduce il consumo di gasolio per più del 35%**.

Il sistema di frenata idrostatica rigenerativo: una soluzione di sistema realizzata con componenti Rexroth.



Questo è il sistema BASE che se avesse l'attuatore per staccare la frizione, recupererebbe anche l'energia dissipata nel FRENO MOTORE:

le prestazioni sarebbero incrementabili ben oltre il 50%

Sin dall'invenzione della ruota, l'uomo si affida...

al principio meccanico della frenata, che genera una decelerazione a seguito dell'attrito.

L'energia che si forma nel processo sotto forma di calore, si spreca senza venire utilizzata.

Vi è tuttavia un principio di frenata totalmente differente, la frenata a recupero, affermatosi in numerose applicazioni idrauliche stazionarie. L'idea di base è la seguente: mediante l'energia liberata dalla frenata, una pompa a pistoni assiali carica un accumulatore di pressione.

Questo accumulatore stagno, può arrivare ad una pressione sino a >300 bar, che, liberata in modo controllato, supporta efficacemente l'azionamento nella successiva accelerazione, facendo così risparmiare Molta energia, attraverso il recupero

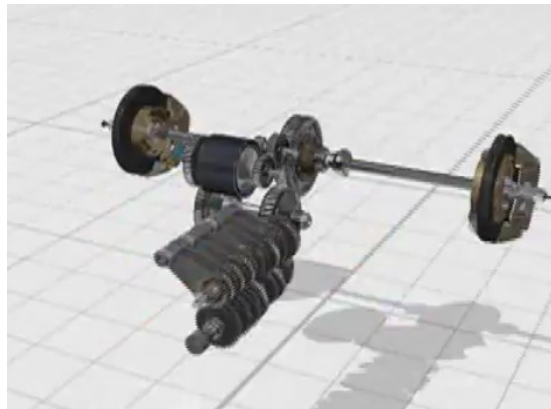
Meno gas di scarico

Grazie al sistema di frenatura idrostatica rigenerativo (HRB), questo principio è ora disponibile anche per le macchine operatrici mobili. L'HRB è realizzato con componenti Rexroth provenienti dall'apprezzata gamma di prodotti per le applicazioni idrauliche: l'unità a pistoni assiali, le valvole logiche, l'accumulatore a sacca e l'elettronica mobile. L'ottimizzazione per l'applicazione specifica provvede inoltre ad uno sfruttamento ottimale dell'energia. Nei veicoli compattatori, nelle caricatori gommate e nei mulletti, che funzionano quasi esclusivamente **in regime di "Stop&Go"**, le simulazioni e le prime esperienze d'esercizio indicano riduzioni di consumo sino al 35%, con **l'ulteriore vantaggio di minori emissioni di scarico**. E anche l'usura ai freni risulta notevolmente ridotta. Le modellizzazioni dimostrano che i risparmi nei costi d'esercizio ammortizzano in tempi brevissimi la spesa supplementare per l'installazione del sistema di frenatura idrostatica rigenerativo. Questo nuovo tipo di risparmio energetico richiede soltanto lievi modifiche alla catena cinematica delle macchine operatrici mobili.

I costruttori possono integrare questa concezione con una minima spesa in veicoli di tipo attuale, oppure riequipaggiare parchi macchine già esistenti.

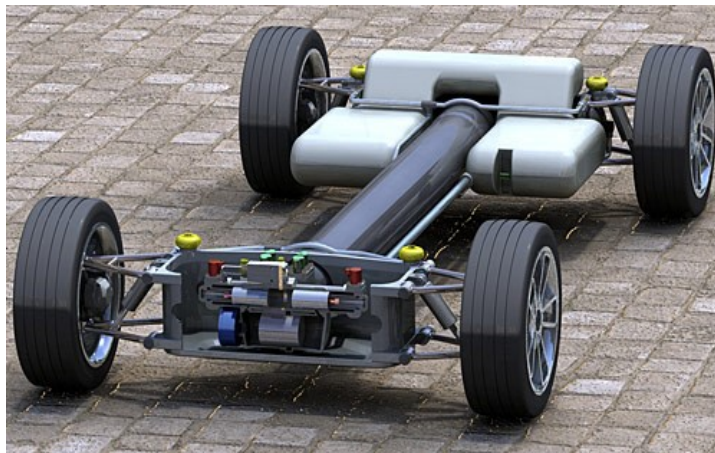
schemi alternativi:

- 1) Il recupero d'energia di frenata nelle macchine ibride tipo Prius o Civic recupera solo il 30%, per colpa delle poco efficienti batterie in situazioni di carico intenso e in breve tempo. quindi il giudizio del sistema in generale e' **VOTO: 30** ma nel componente Dynastart alternatore-motorino di avviamento merita un VOTO:90
- 2) HI-Voltage e super condensatori: costo alto, degradabilità e resa 50% **VOTO: 50**
VIDEO Kers HiVolt F1: <http://www.youtube.com/watch?v=yCjueI9FQG0>
- 3) flyweel: ottima resa 70% ottima capacita' (900 000J),light weight (25Kg) **VOTO:70**



VIDEO Kers flyweel Honda F1: http://www.youtube.com/watch?v=wr_77ZtdW6I

- 3) Hydrostatic recovery brake: ottima resa 70% (2000kJ)
POI vedremo i volumi necessari... **VOTO : 100++**
Nb: $2000\text{kJ} = \text{FRENA } 10\ 000 \text{ kg da } 70 \text{ km/h a } 0 = (10\ 000 \times 20^2 \text{ mt sec}) : 2$



Hydrostatic recovery brake series (Solo mercato USA)

con impianto su trasmissione idraulica:

[HHV launch assist EATON \(usato su UPS\)](#)

[Lightninghibrid USA](#)

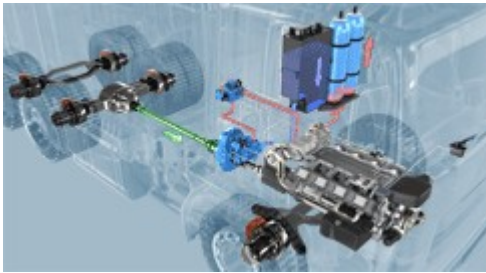
[center of compact and efficent fluid power](#)

[RunWise Parker](#)

[Ottimo Hidrid della Innas ...Holland](#)

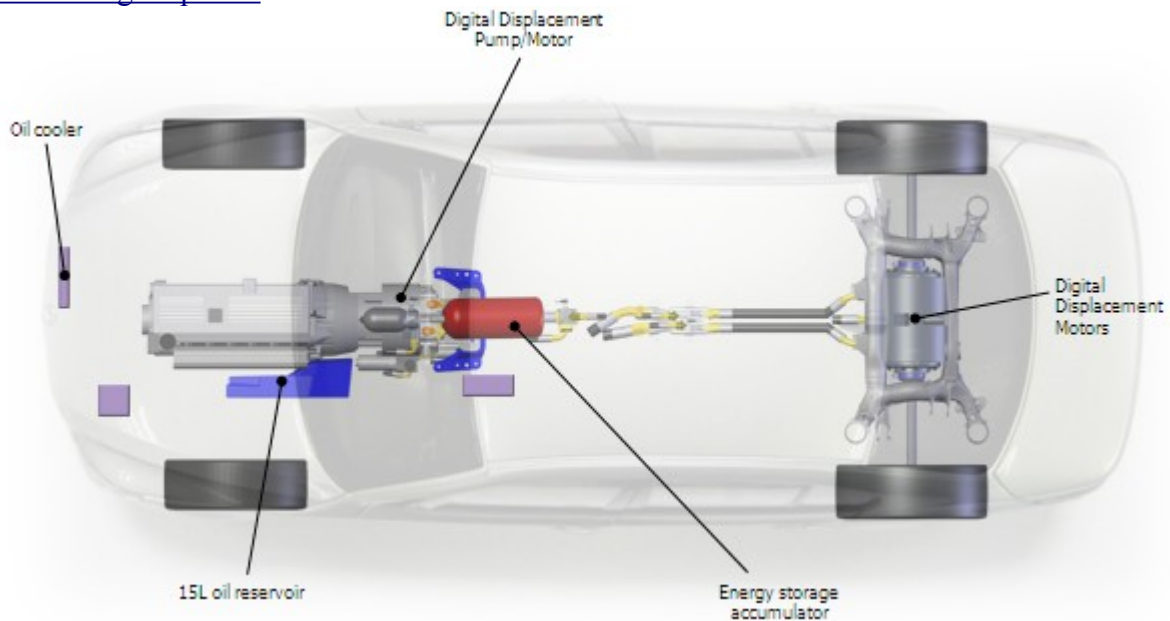
[+ ottimo: INGOCAR Valentine](#)

Hydrostatic regenerative braking system (Parallel)



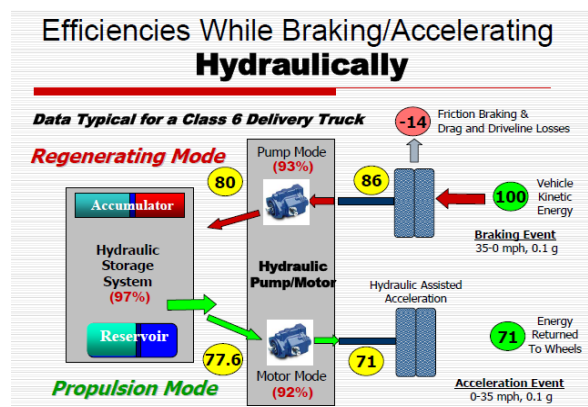
[bosch HRB](#)
[foto animation](#)

[artemis intelligent power](#)



le parti che compongono questo sistema sono:

- A4VSO Axial **Piston pump** Unit + Gearbox
- Hydraulic Accumulator
- Pressure **Relief Valve**
- Valve Control** Block HIC
- BODAS **Controller** RC
- nel modello artemisIP c'è anche:
attuatore STACCO FRIZIONE



[mechegan clean fleet](#)

[EPA Hydraulic Hybrid on heavy duty](#)

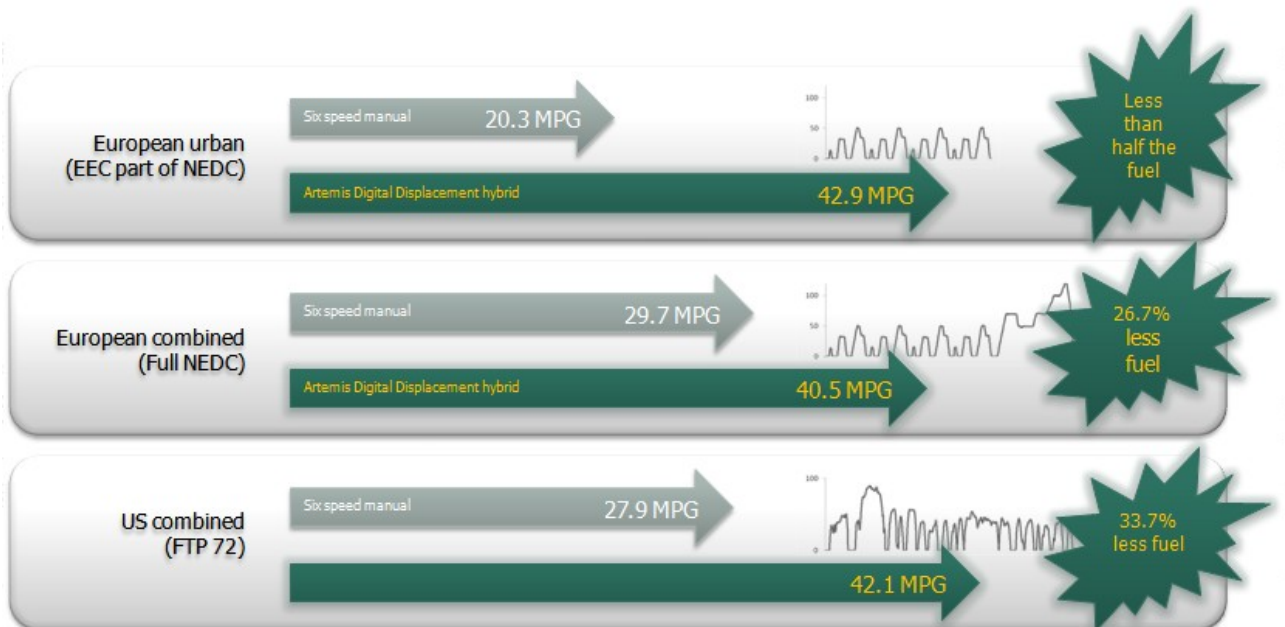
COME FUNZIONA :

in fase di decelerazione con marcia inserita, rilasciando il pedale dell'acceleratore interviene il **CUT-OFF** come segnale, tagliando l'aspirazione di combustibile e il freno motore e l'effetto che si ottiene

nel nostro caso contemporaneamente in modo automatico si programmerà l'azionamento dell'ATTUATORE **posto sulla FRIZIONE** che verrà staccata (perché sostituiremo il freno del motore con il freno a recupero) questa funzione sul sistema HRB della Bosch-Rexroth NON c'è! Seppur viene indicato **un risparmio netto del 35% e come si può vedere dal disegno: NON stacca la frizione**, e quindi PERDE l'energia del freno-motore! cosa che questo [artemisIP](#) certamente "FATTO MEGLIO" fa', **stacca la frizione in fase di decelerazione**, arrivando a un **risparmio netto sulle auto del 50%** del combustibile !

L'energia cinetica (o di scarico) viene trasferita sulla **POMPA REVERSIBILE** allo stesso tempo dell'entrata in funzione del cut-off, la pompa Hydraulica **VARIABILE** avrà collegata sia all'entrata che all'uscita due serbatoi, i quali in **FASE di riposo sono entrambe a 110ATM** quindi la pompa, trasferirà olio idraulico e quindi pressione da un serbatoio di azoto ad un altro scompensandoli; fino ad avere al massimo 330ATM nell'Hi-Pressure e 1 atm nell'altro LOW-Pressure,

ottenendo così con la scompensazione un differenziale o carico che è il risultato del recupero di energia cinetica di frenata che normalmente viene disperso nei freni



IMPORTANTE NB: non interferisce per niente su quello che è l'impianto frenante **STANDARD**, che anzi sarà soggetto a minor uso e minor usura!

testo EATON :

“In a series hybrid hydraulic system, demonstrated **fuel economy improvements between 50 and 70 percent** is achieved in three ways “

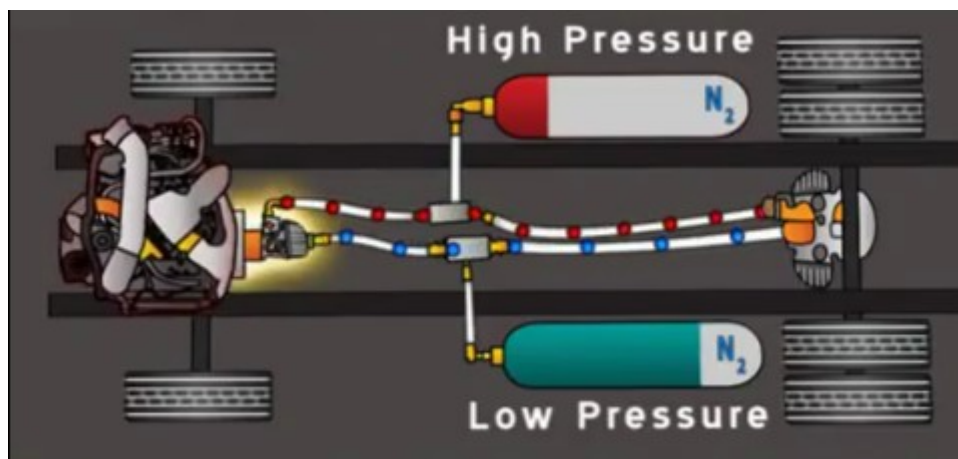
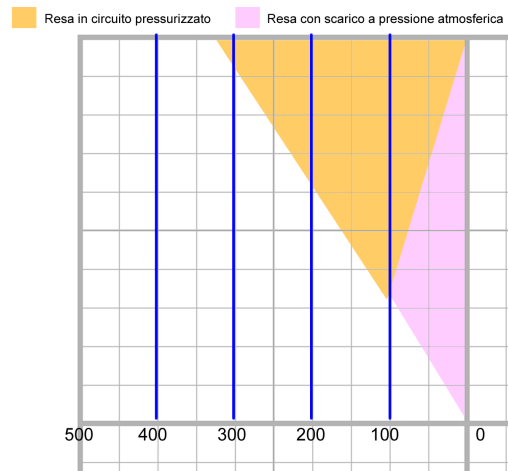
Sul sito della eolo (<http://www.webdomino.it/MacchinaAriaCompressa.asp>) si parla di usare bombole in carbonio da 300 bar che vengono definite sicure,

si arriva in questo caso a densità di energia pari a:

- Peso bombole = 5.5 Kg
- Peso aria = 2.63 Kg
- Volume aria a 300 atm = 8 Lt
- Volume olio = 16 Lt
- Energia totale = 265 000 J

- Densità Azoto 1m³=1,200kg
- Densità a 110 atm =1Kg 9,17 Litri
- Densità a 330 atm =1Kg 3,06 Litri
- Energia specifica = 110 000J o 30Wh /Kg di GAS

Si evince dal grafico che in circuito pressurizzato chiuso Useremo 6,13 Lt per una pressione media di 165 atm



la resa a 330 atm = 30 Wh per chilogrammo.

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO SERBATOI

Il circuito è dimensionato per una pressione d'esercizio massima di 330 atmosfere, ed a riposo a 110 atmosfere per **ogni chilogrammo di gas**, sarà composto:

- un serbatoio Low Pression 55,6 cc a 110 atm
- massa flottante (olio idraulico) in Lowpress tank 6,12 litri
- un serbatoio Hi Pression 9,18 litri a 110 atm

i mezzi da/a 36 Km/h , secondo la formula **Massa (kg) x Velocità (mt/sec) al quadrato : 2** e consumo di combustibile con 32Mj di potere eng al litro e resa motore del 25% = 8MJ Lt

Camion 4 assi	Fino a 440 ql	2 200 000 J	0,260 Lt a botta!
Autobus	100 ql	500 000 J	1/16 di litro a frenata
Compattatore	160 a 260 ql	800kJ – 1 300 000J	100cc a 162 cc di Gasolio
Furgoni UPS	22 ql	110 000J	0,018 = 52 un Lt !

Specifiche 2001 della Toyota Camry (a benzina 32Mj Lt)

consumo in città : 0.103 Litre/km
 massa a vuoto: 1420 chilogrammi
 CX 0.29 x area frontale: 2.42 m²
 Coefficiente del rotolamento : 0.015

Consumo di combustibile dovuto resistenza di rotolamento da copertoni ed attrito meccanico

Possiamo calcolare il consumo di combustibile per chilometro.

$$\begin{aligned} \text{Force of rolling resistance} &= (\text{Coefficient of rolling resistance})(\text{mass})(g) \\ &= (0.015)(1420 \text{ kg} + 70 \text{ kg} + 30 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) \\ &= 223 \text{ Newtons} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Work done against rolling resistance} &= (\text{Force of rolling resistance})(\text{distance}) \\ &= (223 \text{ N})(1000 \text{ m}) \\ &= 223 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Tenendo conto dell'efficienza del combustibile, l'input di energia necessaria a un **motore endoT: con resa al 25%** = 223x4 = 892 kJ.....E per fornire questa quantità di energia, dobbiamo usare:

$$\begin{aligned} \text{Energy per litre} &= \frac{\# \text{ of Joules}}{\# \text{ of litres}} \\ \# \text{ of litres} &= \frac{\# \text{ of Joules}}{\text{Energy per litre}} \\ &= \frac{892 \text{ kJ}}{32 \text{ MJ/L}} \\ &= 0.028 \text{ L} \end{aligned}$$

Così, **0,028 Lt** di benzina sono richieste per sormontare **la resistenza di rotolamento** per ogni chilometro percorso dall'automobile.

Consumo di combustibile dovuto alla resistenza

Per per calcolare l'effetto di resistenza che dell'aria dobbiamo scegliere una velocità tipica l'automobile. Scegliamo la media di **50 km/ora**.

A volte l'automobile potrà viaggiare più veloce o più lenta di questa V, ma poiché la guida come riferimento e' quella della città in cui si accelera fino a 90 km/ora, questa velocita' sembra ragionevole

A seguito della nostra procedura da “uso di energia in automobili 2”, vediamo che il lavoro fatto contro la resistenza di aria è:

$$\begin{aligned} \text{Work done against air resistance} &= \frac{1}{2} \rho A_{car} C_D dv^2 \\ &= \frac{1}{2} (1.3 \text{ kg/m}^3) (2.42 \text{ m}^2) (0.29) (1000 \text{ m}) (14 \text{ m/s})^2 \\ &= 89.4 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Possiamo calcolare fuori quanto combustibile è richiesto per questo che usando la formula: con **efficienza del motore al 25%** = 89.4 x 4 = 357,6 kJ....

Così, **0.011 L** sono richieste per sormontare **la resistenza dell'aria** per ogni chilometro percorso dall'automobile in città.

Consumo di combustibile dovuto ad accelerazione ripetuta e buttato in frenata in pratica il VALORE dell' ENERGIA CINETICA

Sottraendo le figure di cui sopra dal consumo di combustibile totale per la Toyota Camry ci permette di calcolare il consumo di combustibile necessario solo l'accelerazione ripetuta dovuta allo Stop&Go

$$\begin{aligned} \text{Consumption due to repeated acceleration} &= \text{Total Camry fuel consumption} \\ &\quad - \text{Fuel consumed by rolling resistance} \\ &\quad - \text{Fuel consumed by air drag} \\ &= 0.103 \text{ L/km} - 0.028 \text{ L/km} - 0.011 \text{ L/km} \\ &= 0.064 \text{ L/km} \end{aligned}$$

Ciò ci dice che **lo Stop&Go** è responsabile di circa $0.064/0.103 = 62\%$ **del consumo di combustibile** nel ciclo cittadino, e questo per un'auto come la Toyota Camry.

Conservazione dell'energia del gas compresso. Quando lasciate il pedale dell'acceleratore, questo sistema aggancia una pompa che forza l'azoto compressa in un serbatoio. Ciò converte l'energia meccanica "cinetica" in energia elastica nel gas. Quando volete re-accelerare, il gas viene rilasciato tramite la pompa reversibile per accelerare l'automobile. Questi sistemi possono bloccare e restituire **intorno 70% dell'energia persa** e dunque **potremmo recuperare il 70% di questa energia per gli Stop&Go, 70% x 62%=**

risparmiando (70% x 62%) il 43% del combustibile totale della città!

Così, siamo ragionevolmente vicini alla quantità indicata nei siti..... e questo risparmio è definitivamente qualcosa di IMPORTANTE.

Tanto da dire che **NON si riesce a capire perchè queste tecnologie ancora non sono state integrate nelle automobili in produzione,**

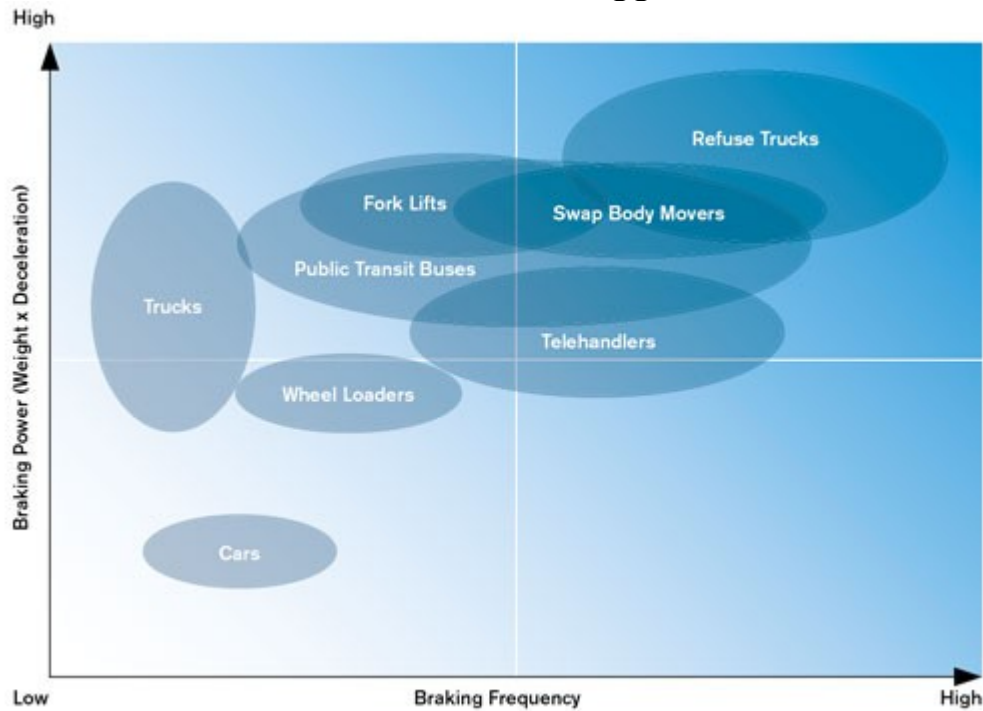
dato che hanno il potenziale di migliorare significativamente la loro autonomia.

Tuttavia la frenata rigenerata è una caratteristica comune delle automobili elettriche ed ibride ma assai più limitata in efficienza (30% contro il 70% del presente), ma che comunque è uno dei motivi per il consumo di combustibile basso di quei veicoli.

Ancor più incomprensibile è il mancato montaggio su mezzi pesanti urbani, i quali otterrebbero enormi vantaggi sia di risparmio energetico che di quantità di CO2 immessa nell'atmosfera generalmente urbana ed abitata intensamente; tenendo conto anche del fatto che **la quota di consumi per Stop&Go** che nella Toyota è del 62%, in questi mezzi è assai più elevata ...

fino all'85% della frenata (x 80% cinetica =)
>70% di risparmio di combustibile nei mezzi per raccolta della spazzatura ed autobus

Mezzi di maggior interesse



schema quantita' (massa per frequenza) da moltiplicare per il Tempo (di servizio mezzo)

MEZZI	DISPERSIONI	CINETICA	CONSUMO ORARIO	PESO	RISPARMIO 70%	RISPARMI ORARIO
Autobus	15%	85%	20 lt	100 ql	58%	10 lt
Compattatore	15%	85%	25 lt	160 – 260 ql	58%	14 lt
Last Mile (posta)	38%	62%	10-15 lt	10 – 20 ql	43%	4 – 7 lt
Taxi	38%	62%	10 lt	10 ql	43%	4,3 lt
Camion 4 assi	38%	62%	20 lt	200 – 440 ql	43%	>10 lt

APPUNTO per MIGLIORIA 1

abbiamo visto fin qui che un litro di combustibile con la Potenza energetica di 32 MJ (=8,8 kWh) un motore endotermico, normalmente rende il 25% in cinetica (2,2kWh effettivi! Convertibili in EE) mentre il restante 75% viene disperso-buttrato in termica , dallo scarico e dal radiatore.(ed atriti)

E del 25% che e' la cinetica ALMENO il 50% viene sprecato nella frenata, equivale a dire che in città, la resa SU STRADA e' del 10-12,5%

se invece come in città' l'80% va' in frenata: siamo a una resa a servizio REALE del 5%!!

ADDENDUM 1 la gestione della TERMICA

PREMESSA 1

da nessuna parte si legge che si potrebbe usare la termica, che normalmente viene BUTTATA!!
ma studi di case automobilistiche, anche se in un modo "diverso" sono stati fatti ...

e hanno **incrementato la resa del 13%** ($25+13 = 38\%$), ma in modo complesso e senza recupero della frenata, naturalmente [motore con ciclorankine aggiunto, di Honda e BMW;](#)

DISEGNO e GRAFICO

PREMESSA 2

nella scheda della [Enviroment Protection Agency USA](#) a pag 41,

il sistema proposto parla di un recupero del 74%,

(perde il 12% in attrito copertoni piu il 7% di perdita pompa in compressione e 7% in rilascio)

ma **non si descrive come e quanto perde** per lo smaltimento del calore da compressione !!

VEDIAMO se di fare due conti:

considerando che l'utilizzo puo essere bidirezionale.....

ma che per ora faremo i conti **SOLAMENTE nella fase di SCARICO-ACCELERAZIONE:**

VERIFICA sempre su' 1Kg di gas : [equazione dei gas perfetti -Wiki](#)

ZERO ASSOLUTO 0K = a -273

partendo da 9,19 Lt di azoto a **110 ATM**

COMPRIMiamo 1 Kg di gas fino a **330 Atm** (=3,05Lt)

in modo isotermico alla temperatura di 15° C o **288K**

avremo azoto (N2) a un "potenziale" 96K (-177°C) di temperatura (1/3 di 288K)

e potremmo spremere termica come in una pompa di calore,

utilizzando la compressione in frenata.... da dissipare!

$(288-96) \times C_{spec} (1008J/K \text{ al Kg}) = 192 \times 1008J = \mathbf{192\ 000J} \dots COP 2$

terminata la compressione (o carico) allo stop del mezzo seguirà

l'ESPANSIONE ISOTERMICA in spinta del veicolo,

questo Kg di azoto a 330ATM a 15°C se scaldato dal motore a 90°C o 363K

UTILIZZANDO il CALORE proveniente dal motore termico (radiatore)

assorbirà a veicolo fermo (363 - 288) 1008 J = 75 x 1008 = fino a **75 000J**

quindi: 192kJ assorbibili fino alla temperatura ambiente +75000J termici fino a 90°C

danno uno SPUNTO maggiorato del 25%

contro Verifica:

288K sta a 330 atm COME 363K sta a X ed X = 415 ATM

dove, dato lo stato di riposo del sistema pneumatico e' a 110, la **pressione reale** sarà di **315 fruibili** **invece che le "sole" 220 ATM** di pressione recuperata tramite la frenata

il tutto usando solo due semplici rubinetti a croce , con relativo comando per immettere calore dal "momento" STOP, e durante la fase di accelerazione...ma

ma POTREBBE essere nei due versi che sono carico e scarico

RAPPRESENTAZIONE, Immaginiamo

un pendolo che lasciato a quota 10, ritorna alla partenza a quota 7 per dispersioni varie che avvengono tra l'andata e il ritorno.....la resa 70% **nel nostro caso**, aiutiamo questo "pendolo" con una spinta ottenuta gestendo la **TERMICA** del motore

sia in un verso $[+C^\circ > \text{---}\S\text{---}>> -C^\circ]$ aiutando **la resa in compressione**,

che nell'altro verso $[-C^\circ <<\text{---}\S\text{---}< +C^\circ]$ **aumentando la spinta !!**

magari facendo attenzione a incrementare lo S-PUNTO....

alla fine il vantaggio viene scaricato alla ruota e il ciclo riprende sempre dalla posizione iniziale.

RISULTATO:

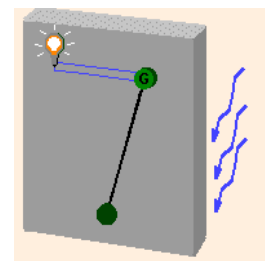
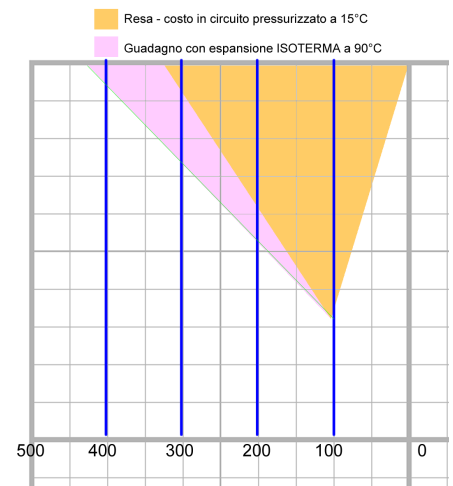
se abbiamo una resa dell'impianto BASE del **74%** che recupera **energia CINETICA** magari incrementabile raffreddando ad acqua il serbatoio Hi-P da considerazione in **Premessa 2**

a cui possiamo aggiungere un **25%** in piu di spunto, recuperando **energia TERMICA normalmente sprecata**, e dunque aggiungendo un anomalo ciclo Rankine come in **Premessa 1**

possiamo affermare che l'efficienza massima raggiungibile, in futuro potrebbe arrivare ad **un recupero "APPARENTE" > 100% Ca.**

"APPARENTE" perche **NON e' un overunity** dato che usiamo **DUE diverse sorgenti ENG fatte convergere** sullo stesso impianto, appunto la **cinetica** recuperata dalla frenata + il **calore** recuperato dal Motore :

- useremo la resa del motore (25%) tutta in servizio utile... contenendo o annullando con i recuperi.....il costo della cinetica
- con recupero della termica avremo una **resa di conversione energetica ottimizzata del motore, che cosi dal 25% di efficienza diventera' Ca. 29-30% ...ed oltre?**
- **avremo anche la possibilità di effettuare ulteriori studi per verificare la resa anche nel verso contrario!!**



ADDENDUM 2 dislocazione dell impianto a piacere!



Nelle auto nuove che possiedono il sistema Start&Stop, quelle che partono da “spente” al semaforo; possiedono un sistema in cui l' ALTERNATORE molto efficiente e il Mot. avviamento sono un tutt'uno, e come si vede qui sotto... ha anche un attuatore che stacca la frizione e quindi comprenderebbe già tutte le funzioni-applicazioni che sarebbero necessarie per installare un sistema **Hyrido** stacca la frizione, produce energia elettrica con un'efficienza del 98% e poi la riutilizza nella partenza alla stessa efficienza. In poche parole Un gioiello!!

http://www.zf.com/corporate/en/products/product_range/cars/driveline_components/dynastart/dynastart.html

la problematicità che si presenta con la scarsa efficienza della batteria, che assorbirebbe-> ritornerebbe all'automobile solo il 30% dell'energia che viene prodotta in frenata, può essere ByPassata con un accumulo come sopra.... praticamente lo stesso sistema con l'aggiunta di uno oppure due di questi motori assolutamente “reversibili” ed ad altissima efficienza montati sulle ruote passive (esempio le posteriori)

[foto Direct Drive](#) esplosa ed [immagine IN-weel](#)

questo permetterebbe di mettere il sistema dove si vuole, portando o NO, l'acqua di raffreddamento motore; e' possibile anche avere la forma del sistema fatto così: [foto di serbatoio Toroidale](#) naturalmente a doppia falda Hi-P e Low-P pompa Hydraulica a pistoncini e motore INTEGRATI!



**Regenerative
Braking Kompact**