

MCCM  
MONITOR DE  
CONSUMO DE  
COMBUSTÍVEL



Soluções customizadas em medição de fluidos



# O CONSUMO DE COMBUSTÍVEL EM MOTORES A DIESEL

Muitas empresas, como consequência da contínua ascensão dos preços dos derivados do petróleo, devem lidar com custos de consumo de combustível cada vez mais expressivos para alimentar os motores a diesel presentes em seus ativos. No período de 10 anos o preço do diesel teve um aumento de cerca de 81% contra 58% de IPCA. Em determinadas atividades tais como: Geração de Energia, Barcos, Locomotivas, Máquinas Agrícolas e de Mineração o custo do combustível pode representar até 80% dos seus custos operacionais. Isto demonstra o quanto a medição e o controle rigoroso de consumo de combustível são procedimentos relevantes para alcançar uma alta eficiência econômica e operacional.

## **O SISTEMA MCCM REPRESENTA O MÉTODO MAIS EXATO E CONFIÁVEL PARA MEDIR E MONITORAR O CONSUMO DE COMBUSTÍVEL EM MOTORES A DIESEL.**

Para alcançar esta eficiência torna-se necessário monitorar o consumo, o desperdício e as fraudes mediante a implantação de práticas de medição eficientes do combustível em cada ponto de descarregamento, carregamento e abastecimentos em pontos de consumo. Os recursos do Monitor de Consumo de Combustível Metroval (MCCM) possibilitam às empresas implementar procedimentos visando efetuar *Balancos da Eficiência do Consumo de Combustível em Motores a Diesel*.



## O MONITORAMENTO DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL EM MOTORES A DIESEL ESTACIONÁRIOS OU EMBARCADOS

- **Máquinas Agrícolas e de Mineração**

Nestas máquinas o MCCM pode fornecer aos operadores parâmetros que auxiliam no desenvolvimento de práticas que otimizam o consumo de combustível tais como: Consumo de litros/hora, litros/Km, litros/hectares e outros. As práticas racionais de operação destas máquinas podem resultar numa redução do consumo de combustível de 5 a 10%.



- **Locomotivas**

Para reduzir o consumo de combustível em locomotivas, é usual as empresas ferroviárias ministrarem aos maquinistas um treinamento denominado "**Energy-Saving Driving**". Considerando que uma locomotiva consome mais combustível em zonas montanhosas do que em regiões planas, o MCCM propicia aos maquinistas condições de estabelecer a velocidade mais econômica para cada tipo de topografia dos trechos da ferrovia, bem como reduzir ao mínimo o número de paradas de reabastecimento cruzando o valor do nível dos tanques com o consumo efetivo dos motores.



- **Usinas Termoelétricas**

Em usinas geradoras de energia elétrica mediante grupo geradores, o consumo de combustível representa cerca de 80% de seu custo operacional. Isto posto, um bom desempenho econômico da empresa somente poderá ser alcançado se for monitorada a eficiência da geração em **termos de combustível consumido/energia gerada**. Esta relação indica se o seu BSFC-Basic Specific Fuel Consumption (desempenho dos grupos geradores em termos de gramas/kwh ou litros/kwh) está dentro das especificações de geração estabelecidas pelo seu fabricante. Excessivos desvios de parâmetros são indícios de que o grupo gerador necessita de manutenção.



- **Navegação**

Na navegação o item mais impactante das suas despesas operacionais é o combustível. Ele pode representar de 50% a 70% de seus custos operacionais. Os gestores de combustíveis estão cada vez mais empenhados em medir, registrar, monitorar e reportar sua utilização com o objetivo de reduzir seu consumo, aumentar sua eficiência operacional e melhorar a supervisão da gestão da frota.



# O QUE NÃO É MEDIDO NÃO PODE SER CONTROLADO

Como exemplo de gerenciamento do combustível efetivado mediante a utilização do MCCM podemos citar a medição do consumo de combustível em um barco equipado com 2 motores de propulsão (Motor Me e Motor Mb) e um Motor Auxiliar/Gerador (Mag) conforme a figura 1.

Neste exemplo, o Balanço de Consumo de Combustível é efetuado a partir da operação conjunta de 4 elementos de medição e controle, ou seja:

1. Um Medidor de transferência (Mt) que mede a quantidade de combustível transferido ao barco;
2. Dois Tanques de Armazenamento (TAB<sub>1</sub> e TAB<sub>2</sub>) devidamente calibrados e equipados com Controle de Nível do Tanque (CNT<sub>1</sub> e CNT<sub>2</sub>) interligáveis à unidade GWM;
3. Sistema MCCM que mede o Volume de Combustível Consumido Efetivo (Vcce);
4. Sistema de processamento e transmissão de dados GWM.

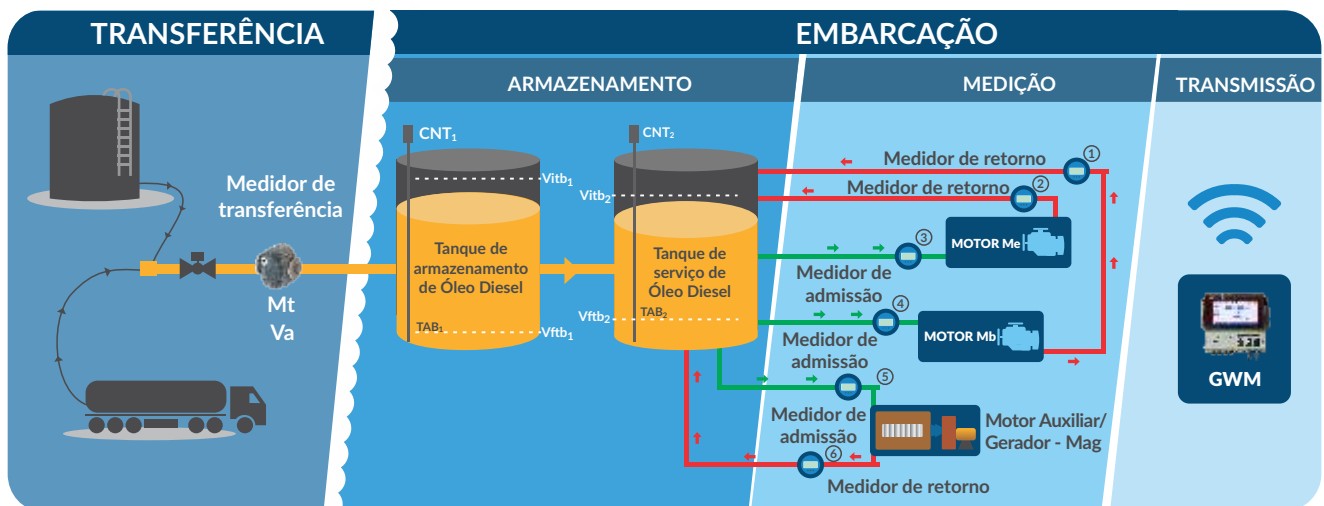


Figura 1 - Balanço de consumo de combustível em uma embarcação

## BALANÇO DA EFICIÊNCIA DO CONSUMO DE DIESEL

- $Vcca = (Vitb_1 + Vitb_2) + Va - (Vftb_1 + Vftb_2)$
- $Vcce = (3 - 2) + (4 - 1) + (5 - 6)$
- $Vcca \geq Vcce$

- Me = Motor estibordo
- Mb = Motor bombordo
- Mag = Motor auxiliar do gerador
- CNT = Controle de nível do tanque
- TAB = Tanque de armazenamento
- Vcca = Volume de combustível consumido aparente
- Vitb = Volume inicial no tanque do barco
- Vftb = Volume final no tanque do barco
- Va = Volume de abastecimento
- Vcce = Volume de combustível consumido efetivo



A operação conjunta destes elementos torna possível quantificar a eficiência de consumo dos motores do barco a cada viagem realizada, mediante a aplicação da notória equação contábil:

### **BALANÇO DA EFICIÊNCIA DO CONSUMO**

**Volume de combustível consumido aparente ( $V_{cca}$ ) = Volume inicial nos 2 tanque(s) do barco ( $V_{itb}$ ) + Volume abastecido ( $V_a$ ) (medido pelo Medidor de transferência -  $M_t$ ) - Volume final nos tanques do barco ( $V_{ftb}$ ) ou resumidamente:  $V_{cca} = V_{itb} + V_a - V_{ftb}$ .**

Note-se, porém, que este método de cálculo indica apenas um “Consumo Aparente” de combustível. Para calcular o volume de “Consumo Efetivo” dos motores, medir somente a Variação dos Volumes dos tanques não é suficiente. A confiabilidade do  $V_{cca}$  calculado da forma anterior deriva da sua CONVALIDAÇÃO do valor do  $V_{cce}$  calculado pelo MCCM. Este é o procedimento recomendado pelo *SPM - Ship Performance Management*.

Somente o MCCM tem a capacidade de indicar o volume de consumo efetivo ( $V_{cce}$ ) total e individual de cada motor do barco. Apesar do que se pode concluir ao analisar o esquema da figura 1, não é correto supor que todo o combustível que saiu dos tanques  $TAB_1$  e  $TAB_2$  foi utilizado para alimentar os 3 motores. É notório que vazamentos e até mesmo desvios, com intenções furtivas, podem ocorrer.

Mesmo supondo que todo o combustível que saia dos tanques vá para os motores ainda assim não se pode afirmar categoricamente que o combustível será utilizado com o rendimento especificado pelo fabricante dos motores. O MCCM pode auxiliar os operadores a entender onde cada gota de combustível é consumida e se ele está sendo utilizado com máxima eficiência.

O consumo eficiente de combustível dos motores a diesel de um barco depende basicamente do monitoramento de três variáveis: Potência, velocidade desenvolvida e consumo instantâneo de combustível de cada motor. Tomando-se como exemplo o desempenho típico de um motor a diesel de 610 HP - (figura 2 - curva motor a diesel) nota-se que, em teste de bancada de laboratório, o melhor desempenho de seu Torque é alcançado quando a sua rotação fica situada entre 1000 e 1500 rpm enquanto que seu menor consumo de combustível ou “faixa econômica de desempenho” fica situada na faixa de 1000 a 1700 rpm.

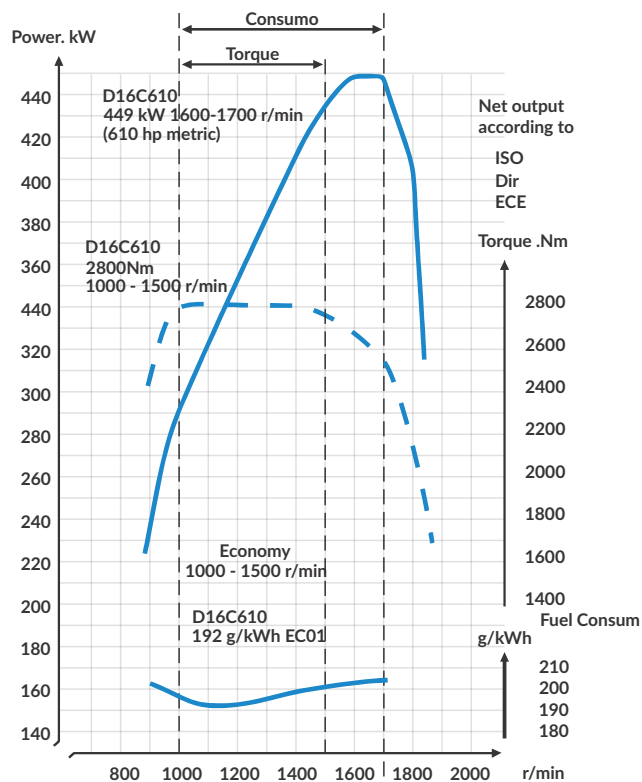


Figura 2 - Curva de desempenho típico de motor a diesel

Considere-se, porém, que o desempenho de um motor a diesel embarcado é influenciado por diversas outras variáveis, tais como: meteorologia, ventos, estado do barco, etc. Para o comandante de uma embarcação navegar com a máxima eficiência em termo de uso de combustível, somente as informações disponibilizadas pelo fabricante dos motores não são suficientes. É necessário que elas sejam complementadas por outras informações disponibilizadas pelo MCCM, notadamente a leitura relativa ao “consumo de combustível instantâneo” de cada motor da embarcação. Estes dados lhe permitem manter continuamente sob controle o desempenho individual dos motores bem como estabelecer a “velocidade de navegação econômica” que deverá ser imprimida à embarcação.

Considerando que o consumo de combustível dos motores aumenta mais que o incremento da velocidade imprimida ao barco, o controle racional da velocidade de navegação implica em considerável redução do consumo de combustível. Estudos efetuados em diversos tipos de barcos que navegam pelo Rio Reno-Alemanha (figura.3) indicam que uma redução de 6% da velocidade do barco pode resultar numa economia de 12% de combustível e uma redução de 10% a economia pode chegar a 19%.

REDUÇÃO DA VELOCIDADE	ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL
2%	4%
4%	8%
6%	12%
8%	16%
10%	19%

Figura 3 - Consumo x Velocidade







## O PROCESSO DE MEDIÇÃO E A COMPENSAÇÃO DA TEMPERATURA

A compensação de temperatura é essencial num processo de medição do consumo em motores a diesel quando ela é efetuada através de Medidores Volumétricos. Cerca de 95% dos motores a diesel operam com um sistema de recirculação do combustível (Figura 4). Com este processo, cerca de 30% do combustível que sai dos tanques de armazenamento é consumido pelo motor. A outra parte, ou seja 70% do combustível é utilizada para refrigerar e lubrificar o sistema de injeção da bomba e retorna para o tanque de armazenamento. Por este motivo a medição de consumo de combustível é efetuada mediante a utilização de 2 medidores: Um instalado na linha de admissão (Ma) e um outro na linha de retorno (Mr). Em regime de baixa rotação esta proporção poderá ser ainda maior. Como consequência deste princípio de alimentação, o combustível que retorna para o tanque atinge temperaturas até 60° C superiores às da entrada. Desta forma, a densidade e a viscosidade do combustível de retorno será menor do que aquele de entrada. Por outro lado, se considerarmos que o peso específico a 20° C de um combustível leve é 906,5 Kg/m<sup>3</sup> e a 80° C é 864,4 Kg/m<sup>3</sup> temos uma diferença de 4,6%. Esta diferença originará um erro de medição, no mínimo, de mesma ordem. No entanto, este valor poderá ser superior a 8% se for considerado a propagação Gaussiana do erro através de todo o sistema de medição.

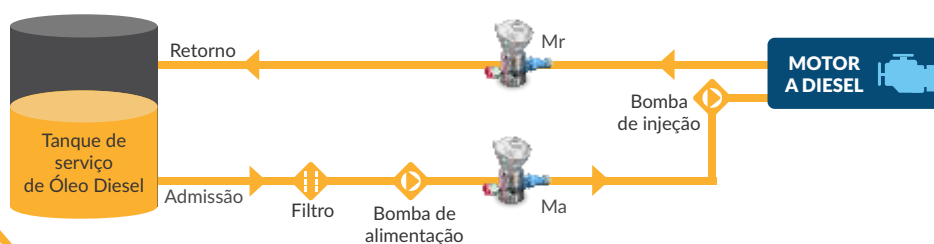


Figura 4 - Processo de recirculação e de medição

Mr = Medidor Retorno  
Ma = Medidor Admissão

## OS TIPOS DE MEDIDORES UTILIZADOS NO MCCM

Os medidores utilizados no MCCM podem ser do tipo Volumétrico de Engrenagens Ovais ou Medidores Mássicos Coriolis. Ambos os tipos de medidor são testados no Laboratório de Vazão da Metroval acreditado pela Cgcre/INMETRO de acordo com a ABNT NBR/IEC 17025 sob nº 247. Seu erro máximo de medição é de +/- 0,2 % e sua repetibilidade é de 0,05%.

Os modelos dos medidores utilizados são especificados em função da potência dos motores a eles associados. Devido ao seu princípio de funcionamento, a sua exatidão não é afetada pela posição de sua instalação bem como pela alteração da viscosidade do combustível provocada pela alteração de temperatura e da vazão oscilante na linha de retorno. Esta característica de construção assegura ao sistema de medição, como um todo, um erro de medição máximo de +/- 0,8%. Embora os medidores volumétricos já estejam equipados com um filtro individual, o medidor de alimentação deverá ser instalado sempre após o filtro da bomba injetora. Isso assegurará o seu perfeito desempenho, visto que o filtro proporciona a proteção necessária contra elementos em suspensão, garantindo o funcionamento da bomba injetora e conseqüentemente também do medidor de vazão.



### Visualização no display do GWM

1. Qa-Vazão de Admissão dos Motores : Mb, Me e Ma;
2. Qr-Vazão de Retorno dos Motores : Mb, Me e Ma;
3. Ce-Consumo Efetivo dos 3 Motores = Diferença entre Qa-Qr = Ce;
4. Temperatura nas Linhas de Admissão e Retorno de cada motor;
5. Volume dos Tanques TAB<sub>1</sub> e TAB<sub>2</sub>;
6. Transmissão deste dados à Base de Operação da empresa;
7. Conectividade: USB, RS-485;
8. Módulos Opcionais: GPS, GSM,GPRS, Ethernet.



Medidores Volumétricos  
Série OI \*



Medidores Mássicos  
Coriolis Série Axiom \*

\*Visite nosso site para conhecer mais sobre nossos medidores: [www.metroval.com.br](http://www.metroval.com.br)

## CAMPO DE APLICAÇÕES E PAY-BACK DO MCCM

O MCCM tem um vasto campo de aplicações no controle do consumo de combustível em motores diesel, desde 150 até 15000 HP, utilizados em inúmeras atividades e equipamentos tais como: Navios, Barcos, Locomotivas, Grupos Geradores, Caminhões, Tratores, Colheitadeiras e Escavadeiras. Tendo em vista o elevado custo do combustível, a experiência indica que o retorno do investimento em um sistema MCCM se dá em curto prazo. Normalmente não excede o período de 10 a 16 meses.

## FUNÇÕES DO GWM

- Monitoramento de consumo de combustível
- Integração com ERP;
- Acesso por interface WEB;
- Suporte Técnico Remoto;
- Auditoria de dados em todos os níveis;
- Gerenciamento amigável de informações;
- Banco de dados de informações (Histórico);
- Segurança (Controle por nível de acesso e autenticação de usuário).

DataCenter





MATRIZ NOVA ODESSA - SP



FILIAL MACAÉ - RJ

Jorge Romald

CAT MCCM - Jan/2020 REV B



**Metroval**  
Soluções customizadas em medição de fluidos

FALE COM A METROVAL

✉ vendas@metroval.com.br

www.metroval.com.br

+55 19 2127 9400

