

Os Modernos Carros de Combate (*)

Gen Bda
SYLVIO OCTAVIO DO ESPIRITO SANTO

1.^a Parte — Perspectiva da Situação

1. INTRODUÇÃO

Apesar da crescente variedade e magnitude das armas anticarro, nenhum exército pensou ter o carro de combate perdido a superioridade como meio ofensivo e defensivo; pelo contrário empreendeu-se uma desenfreada corrida para a construção de viaturas blindadas cada dia mais aperfeiçoadas e eficazes.

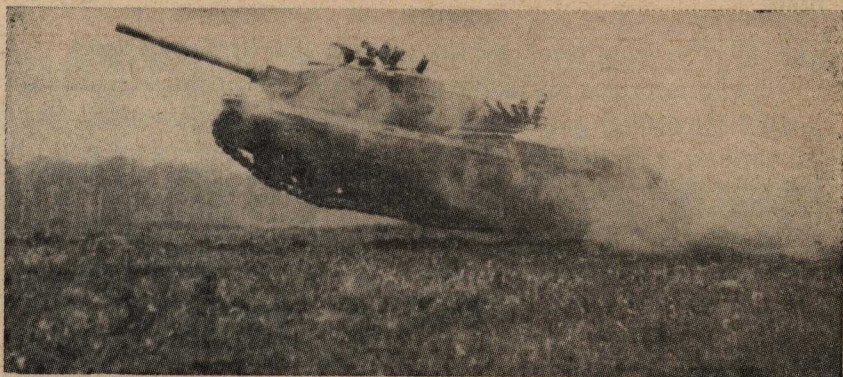


Fig. 1 — Os modernos carros de combate

(*) Artigo traduzido e condensado da "Revista Internacional de Defesa"

Os Estados-Maiores estão convencidos de que o carro de combate continua sendo mais apto aos futuros campos de batalha que quaisquer outros sistemas de armas, já que estes são tão vulneráveis como aquele, porém não apresentam as vantagens deste último. O carro de combate constitui-se ainda na melhor combinação possível de potência de fogo, mobilidade e proteção, pelo que seguirá sendo utilizado em qualquer tipo de guerra e poderá sobreviver aos efeitos das armas nucleares, permitindo de imediato uma rápida concentração de potentes meios de fogo.

2. OS CC UTILIZADOS PELOS PAÍSES DO PACTO DE VARSÓVIA

2.1. Os T 54/55

Os carros T 54 e T 55 (mais moderno) são ainda os mais numerosos nas Divisões Blindadas do Bloco Leste. O T 54 foi modificado várias vezes, desde a sua aparição em 1950. A partir de 1958, os carros destes tipos podem transpor, submersos, cursos de água cuja profundidade não excedam a 4,5 metros, e são providos com equipamentos de raios infravermelhos que lhes permitem deslocar e combater em plena noite.

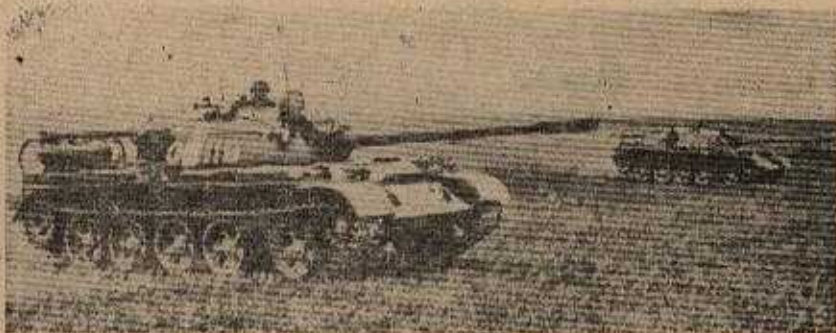


Fig. 2 — Versão do carro soviético T 55, vendo-se em sua retaguarda os depósitos cilíndricos de combustível, desmontáveis, e sobre eles encontra-se o "Snorkel". Este último, quando instalado, possibilita ao carro atravessar, submerso, cursos de água até 4,5 m de profundidade.

Não levam telêmetros, efetuando-se a avaliação da distância de tiro mediante escalas de distâncias dispostas na retícula da luneta do atirador. Seu motor diesel é de 12 cilindros, uma versão aperfeiçoada do W2-34, muito mais robusto do que os que propulsavam os T 34 da 2ª Guerra.

Os combates ocorridos no Sinai demonstraram que o carter do motor, feito de ligas de magnésio, aumenta o perigo de incêndio com o impacto do projétil.

De silhueta muito baixa e bem desenhada, com temível potência de fogo (canhão de 105 mm) e boa mobilidade, muito forte e de manejo simples, continuam sendo os carros de combate mais utilizados.

2.2. O T 62

Atualmente, o carro principal das DB soviéticas é o T 62, que se assemelha ao T 55, melhor concebido. É artilhado com um canhão de 115 mm, de alma lisa, que dispara projéteis com empenas (aletas) e de carga oca, assim como projéteis subcalibrados com ogiva tipo "flexa", possuidores de uma velocidade inicial de 1.600m/seg, cujo poder de perfuração é aproximadamente 20% superior aos dos utilizados anteriormente.

Analogamente aos demais carros soviéticos, o T 62 está totalmente apto para o combate noturno, sendo equipado de raios infravermelho necessários. Tem uma altura de 2,28m, o mais baixo dos carros médios, sua silhueta é a melhor estudada e sua mobilidade só é inferior a do Leopardo, do AMX 30 e do Strv 103.

2.3. O T 10 M

O carro pesado T 10, derivado do "Stalin III", foi introduzido desde 1957 e só é utilizado no Exército Soviético, que o emprega como carro de apoio, dotação dos regimentos de carros pesados de cada DB.

Sua torre, de perfil muito estudado, tem uma blindagem tão resistente como a do Chieftain, leva um canhão de 122 mm que dispara munição desengastada (carga de projeção em saquitéis) a qual, adicionada ao volume de sua culatra, só permite uma cadência de tiro muito lenta. Não leva telêmetro e os equipamentos óticos de tiro são menos luminosos e mais simples do que os do T 62.

Sua mobilidade é inferior a dos novos carros de combate ocidentais. Em troca, é mais baixo e está melhor protegido que todos os modelos de carros que possui o Ocidente.

3. OS CC UTILIZADOS PELOS PAÍSES DA OTAN

3.1. O M 48

O carro norte-americano M 48, que entrou em serviço em 1954, existe em várias versões e é utilizado por exércitos de numerosos países. É o blindado normal dos batalhões de carros de combate do Exército dos Estados Unidos, sendo um dos poucos tipos armados com um canhão de 90mm.

Sua torre, demasiadamente alta e mal desenhada, aumenta inutilmente a altura do carro. Dispõe de um telêmetro estereoscópico, de um sistema de regulação do ângulo de tiro, com corretor automático de temperatura, e de um calculador balístico, equipamento sofisticado que garante elevada probabilidade de acerto.

Os M 48 A2 israelenses, durante a Guerra dos Seis Dias, alcançaram grandes êxitos, em que pese o menor calibre de seus canhões (substituídos hoje por outros de 105mm).

3.2. O M 60

Em 1960, desenvolveu-se a primeira série de carros M 60, derivados do M 48, armados com um canhão britânico de 105 mm e propulsado por um motor diesel. A versão A1E1

leva uma torre de novo desenho e um canhão especial concebido para disparar munição clássica e mísseis Shillelagh.

A partir de 1966, substituiu-se o calculador balístico por um eletrônico e, posteriormente, o equipamento de cálculo de tiro foi completado por um telêmetro de raio *laser*.

Fig. 3 — O norte-americano M 60 A1E2, versão aperfeiçoada do M 60, está equipado com um canhão especial de 152 mm que dispara mísseis Shillelagh e munição clássica.



O M 60 A1, analogamente a seus predecessores, é um carro demasiado alto; em compensação, trata-se de um material de confiança, robusto e pouco afetado por avarias. Será distribuído à tropa em pequeno número, constituindo-se numa solução transitória, até que se disponha do MBT 70.

3.3. O Centurião — Mk 13

De fabricação inglesa, começou a ser desenvolvido em 1948, sendo que o tipo mais aperfeiçoado apareceu em 1960, que é o Mk 3-13. Este tipo de carro é utilizado nos exércitos de diversos países como da Austrália, Dinamarca, Israel, Canadá, Índia, Holanda, Suíça e África do Sul.

Seu armamento principal é um canhão de 105 mm, provido de um sistema de estabilização, dispara munição explosiva que desenvolve uma velocidade inicial de 700m/seg. Seu aparelho de pontaria não dispõe de telêmetro e seus equipamentos de iluminação são dotados de raios infravermelhos. O motor do carro é Rolls-Royce, Meteor Mk IVB.



Fig. 4 — O Centurião, armado com um canhão de 105 mm e equipado com chapas desmontáveis que protegem suas lagartas.



Fig. 5 — O Chieftain, armado com um potente canhão de 120 mm, protegido com uma manga térmica. A direita, acima e atrás dos tubos fumígenos, pode-se ver o projetor de raios infravermelhos. É provavelmente o carro com blindagem frontal mais grossa.

3.4. O Chieftain — Mk 5

Também de fabricação inglesa, começou a ser produzido em 1965, com o tipo Mk 2. É o carro de combate mais potentemente armado e blindado de todos quantos se acham atualmente em serviço; porém, devido ao seu grande peso, 55 toneladas, é o de menor mobilidade entre os carros contemporâneos. Utilizado na Square Brigade da Força Expedicionária Inglesa, estacionada na Alemanha, sua torre é provida de um sistema de estabilização para o canhão, que é de 120 mm.

O aparelho de pontaria dispõe de telêmetro e seus equipamentos de iluminação são dotados de raios infravermelhos. O motor do carro é do tipo Leyland, L 60, nº 4Mk7A.

3.5. O AMX 30

Fig. 6 — O carro de combate francês AMX 30 equipado com um projetor de raios infravermelhos e telêmetro de raios laser.



De fabricação francesa, começou a ser utilizado em 1966, sendo o tipo de carro de combate mais aperfeiçoado da série AMX. Ele se encontra dotado nos Exércitos da Espanha, Grécia e Argentina.

Armado com um canhão de 105 mm, dispara munição explosiva que desenvolve uma velocidade inicial de 1.000 m/seg. Sua torre é provida de um sistema de estabilização e seu aparelho de pontaria dispõe de telêmetro, sendo que nos mais modernos este telêmetro é na base do raio laser.

Seus equipamentos de iluminação são dotados de raios infravermelhos e o motor do carro é do tipo Hispano-Suiça (HS 110).

3.6. O Leopardo



Fig. 7 — Foto de um Leopardo realizando um disparo. Este carro leva de cada lado 4 tubos fumígenos, uma metralhadora antiaérea MG-3 de 7,62 mm.

De fabricação alemã, começou a ser desenvolvido em 1965. Este tipo de carro é utilizado nos Exércitos da Alemanha Ocidental, Bélgica, Itália, Holanda e Noruega.

Seu armamento principal é um canhão de 105 mm, com freio de boca, que dispara munição explosiva que desenvolve uma velocidade inicial de 1.200 m/seg. Sua torre possui um sistema de estabilização e seu aparelho de pontaria inclui um telêmetro. Seus equipamentos de iluminação são dotados de raios infravermelhos. O motor do carro é do tipo MTU MB 838 Ca-M500.

O Leopardo pode atravessar, submerso, curso de água de até 4 m de profundidade. Atualmente estuda-se a colocação de um aperfeiçoamento no equipamento de tiro e introdução de melhorias na potência de fogo, na mobilidade e na proteção do carro, com a finalidade de adaptá-lo à evolução que se vislumbra nos carros de outros países.

3.7. O Strv 103

Depois de profundas investigações, os "experts" suecos optaram pela fórmula do carro sem torre e desenharam o Strv 103, cujo canhão calibre 105 mm vai montado em um

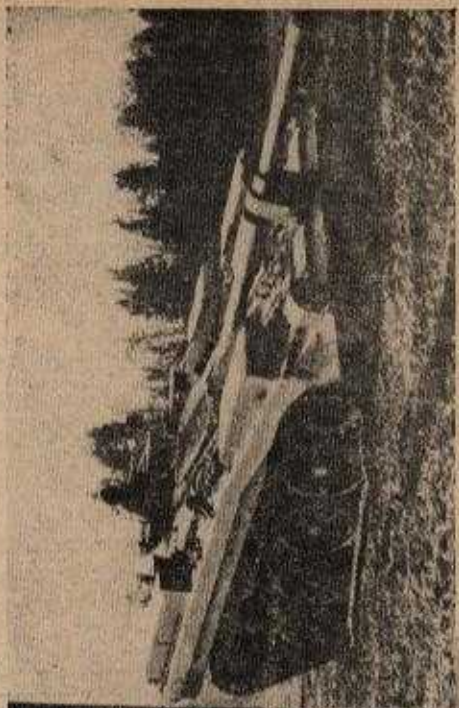
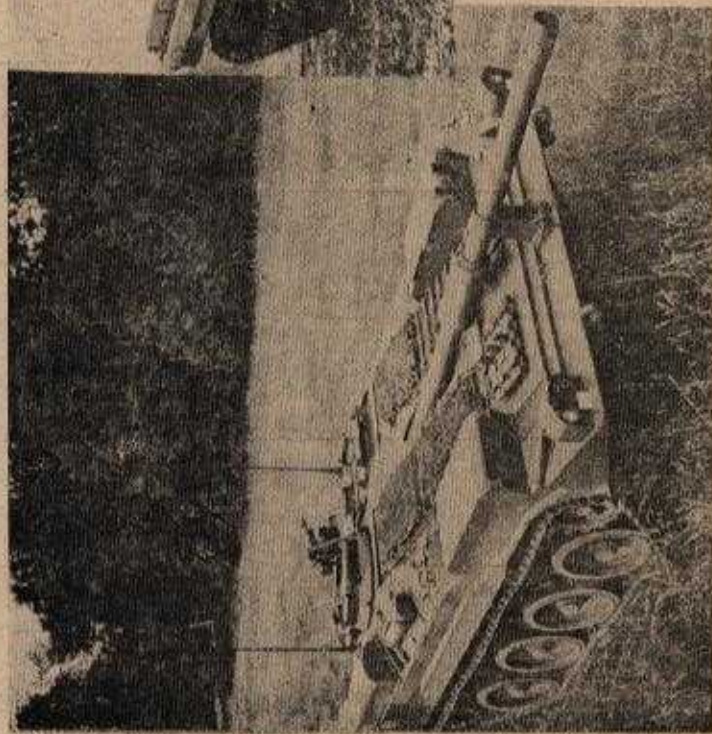


Fig. 8 — A Suécia construiu o carro sem torre Strv 103. Possui um canhão de 105 mm fixo que é carregado automaticamente quando recua, através de 2 eixos de transmissão instalados à retaguarda. Sua pontaria em altura se faz por inclinação da suspensão hidropneumática. Na foto melhor, o canhão está apontado segundo o maior ângulo negativo.

alvéolo que forma bloco com o corpo do carro; o carregamento deste canhão faz-se automaticamente, aproveitando o recuo do tubo, mediante dois cofres situados atrás, dos quais um contém munição subcalibrada e o outro munição normal.

O grupo propulsor está na frente e compreende um motor de dois tempos e duplos pistões Rolls-Royce K 60, e uma turbina Boeing 502.

A tripulação pode montar, em poucos minutos, uma equipagem de flutuação que permite ao carro transpor qualquer rio.

2.ª Parte — Potência de Fogo

1. INTRODUÇÃO

A eficiência de um carro de combate depende de três fatores: potência de fogo, mobilidade e proteção de sua blindagem; é indiscutível que o primeiro fator é o mais importante.

Atualmente, um carro de combate deve possuir uma potência de fogo que lhe permita destruir um carro inimigo que se ache a grande distância, tanto de dia como à noite, parado ou em pleno movimento, no primeiro disparo (no máximo no terceiro), ou seja, em uma dezena de segundos.

Os diferentes elementos que influem na potência de fogo, são:

- *a precisão de tiro*, expressa em probabilidade de acertar no primeiro tiro (função da distância de tiro, da velocidade inicial da munição e do tipo da arma);
- *a eficácia da munição* (função de sua potência destruidora, do tipo e calibre do projétil, e do ângulo de incidência);
- *a velocidade de tiro*, isto é, possibilidade de disparar instantaneamente; possibilidade de disparar o segundo

tiro imediatamente, caso necessário; e finalmente, em presença de vários blindados inimigos, a possibilidade de atacá-los sucessivamente, no menor tempo possível (função dos meios de observação e de pontaria, do sistema de estabilização da arma, da disposição da munição e da ventilação do compartimento de combate e da repartição das missões dos serventes da arma.)

2. PROBABILIDADE DE ACERTO NO PRIMEIRO TIRO

2.1 A tendência que se manifesta atualmente na concepção dos carros de combate é o aumento de sua mobilidade, dado que a vulnerabilidade do blindado é máxima quando está parado, sobretudo, quando pára com o propósito de atirar.

Deixando de lado os fatores humanos e os defeitos próprios da arma, a probabilidade de acerto no primeiro tiro depende, principalmente, dos seguintes fatores.

- distância de tiro e precisão na sua avaliação;
- dispersão do projétil;
- influência do vento (muito sensível para os projéteis de pequena V_0);
- precisão do sistema estabilizador da arma e exatidão de seu ajuste;
- valor da velocidade inicial e variações desta, em função do desgaste do tubo (avanço do cone) e da temperatura da pólvora.

2.2. A precisão do tiro decresce consideravelmente ao se aumentar a distância. A distância a que um comandante de carro deve se engajar em combate é imposta pela situação tática e pelo terreno; varia com a hora, as condições de visibilidade e o estado do tempo e, sobretudo, com a missão dada ao carro. Ainda aparece afetada pelas técnicas de emprego do

adversário e pelas características dos carros inimigos (altura, espessura e inclinação da blindagem, mobilidade, etc).

Durante a 2ª Guerra Mundial, a guerra da Cachemira em 1965 e a dos Seis Dias no Sinai (1967), as distâncias normais de combate estavam compreendidas entre 600 e 1500 m; entretanto, alguns carros abriram fogo em várias ocasiões a 3000 m e puseram fora de combate os carros inimigos, geralmente, no terceiro disparo.

De um estudo geral se depreende que a maioria dos alvos será vista a distâncias inferiores ou iguais a 2000 metros; 50% de todos os alvos se encontrarão a menos de 1000 metros; 30% entre 1000 e 2000 m, e 20% a mais de 2000 metros.

Os especialistas em carros de combate, ingleses e norte-americanos, não consideram os 3000 metros como a distância máxima de disparo de um carro, e afirmam ser preciso exigir-se dos futuros canhões um alcance mínimo de 4000 metros.

2.3. É possível aumentar-se o alcance máximo do canhão e a eficácia do projétil, aumentando o calibre. Entretanto, esse aumento exige uma força de recuo bastante considerável e necessidade de maior espaço, o qual por sua vez determina um aumento nas dimensões do carro que é contrário às exigências de peso e espessura da blindagem, limitados pelas imposições da mobilidade.

Os carros soviéticos revelam outro meio de aumentar o alcance útil do canhão: o emprego de um tubo de alma lisa, construção que permite lograr altas velocidades iniciais com temperaturas de combustão muito elevadas, sem que o desgaste do tubo seja tão grande como em um canhão ralado. Para isto os especialistas russos tiveram de renunciar à estabilização por rotação e adotaram granadas com aletas (empenas). Este tipo de projétil, entretanto, se caracteriza por sua maior dispersão.

2.4. Com toda evidência, depreende-se que a probabilidade de acerto no primeiro disparo é tanto maior (e os erros

de apreciação da distância têm tanto menor importância) quanto mais tensa for a trajetória do projétil. Uma grande velocidade inicial reduz ainda mais a influência do vento lateral. Ademais, uma trajetória tensa significa um tempo de percurso muito pequeno, fator muito favorável ao se atirar contra alvos móveis.

Os canhões de calibre 105 mm, montados nos carros Centurião, Leopardo e M 60, parecem ter alcançado, quanto à velocidade inicial, o limite compatível com um desgaste razoável do tubo, que deve ter uma vida de 100 a 200 tiros.

Certos fatores, como vento, frio, neve, aquecimento assimétrico devido ao sol, etc, podem ocasionar deformações no tubo, o que diminui a precisão do tiro às distâncias de combate hoje praticadas. Pode-se evitar esse efeito colocando-se uma manga térmica, que isola o tubo e iguala as temperaturas; essa manga já existe instalada no Chieftain, no AMX 30, no Leopardo e nos últimos modelos do Centurião.

2.5. Com os projéteis, cuja trajetória é puramente balística, é inevitável uma diminuição da precisão quando a distância aumenta. Unicamente o míssil autopropulsado e guiado conserva uma precisão independente da duração do trajeto. No estado atual da técnica, deve-se admitir que o míssil é melhor adaptado às distâncias superiores a 2000 m. A curta e média distâncias, a granada é mais vantajosa e o seguirá sendo, provavelmente, durante longo tempo.

Por esta razão, os "experts" norte-americanos adotaram um canhão de calibre 152 mm, bivalente, capaz de disparar projéteis clássicos e mísseis Shillelagh.

Entretanto, o míssil tem uma duração de trajeto muito grande; existem diversos fatores que podem afetar a precisão do guia, impedindo-o de acertar o alvo, como, por exemplo: contra medidas do inimigo, condições meteorológicas adversas e a natureza do terreno. Ademais, o míssil é um artefato delicado, que não pode ser armazenado tanto tempo como uma granada e que custa muito mais que esta.

Admite-se que a eficiência do carro de combate se estriba, hoje mais do que nunca, em sua possibilidade de alternar, flexivelmente, as fases de tiro e as fases de movimento; é evidente que o carro obrigado a permanecer parado até que o míssil chegue ao seu alvo não satisfaz as exigências atuais.

Certo é que o novo canhão de 152 mm permite utilizar, também, a distâncias reduzidas, o projétil clássico, porém é duvidoso que um canhão bivalente tenha o mesmo rendimento que um autêntico canhão de carro. Deixa-se aos especialistas a tarefa de responder se convém manter as duas categorias de armas em uma mesma viatura, como fazem os Estados Unidos, ou instalar os mísseis e os canhões em veículos distintos.

3. EFICIÊNCIA DA MUNIÇÃO

3.1. Os fabricantes se vêm obrigados a concentrar seus esforços em aumentar a mobilidade e a reduzir as dimensões de seus carros de combate, visto a impossibilidade de se conseguir a proteção total. Isto não quer dizer que todas as munições anticarro são eficazes e perfuram infalivelmente todas as blindagens existentes, pois até os melhores projéteis têm suas limitações.

Teoricamente parece vantajoso aumentar-se a velocidade inicial, já que a potência de perfuração de um projétil é proporcional à energia cinética que ele tem no choque. Entretanto, já se focalizou os problemas que acarreta esse aumento; e mais, a velocidade residual do projétil, que é em parte função da velocidade inicial, deve estar compreendida entre dois limites: abaixo de certa velocidade a ogiva do projétil se desvia e se obtém um ricochete, acima dessa velocidade ela se quebra e não perfura.

Com um mesmo calibre e uma mesma V_0 , o poder de penetração aumenta proporcionalmente com o peso do projétil. O aumento do peso do projétil permite melhorar a relação peso/seção, reduzindo-se, assim a perda de velocidade devido

a resistência do ar. Na fabricação das munições subcalibradas empregam-se hoje materiais que reúnem excepcionais qualidades de grande dureza e tenacidade, resistência e flexões muito elevadas.

3.2. Para incrementar o alcance e a perfuração, é preciso explorar outros campos. Estuda-se, entre outros, o emprego do urânio parcialmente empobrecido procedente dos reatores nucleares. Este urânio, utilizado nas munições perfurantes, adiciona a vantagem de seu peso específico a interessante particularidade de reagir exotermicamente.

No impacto se produz um calor muito mais intenso que o provocado pelo atrito com o ar. O urânio quente é extraordinariamente ávido de oxigênio; quando o projétil se choca com a blindagem, o núcleo de urânio se oxida com tal rapidez que o aquecimento local do ar produz uma superpressão de 15 a 20 atmosferas. As duas reações se juntam os efeitos mecânicos e térmicos do choque, logrando-se um poder de perfuração extraordinário.

Entretanto, é pouco provável que se ponha em uso projéteis de urânio ao menos em um futuro próximo, já que esta munição é muito cara e de manipulação muito perigosa (radioatividade e risco de oxidação explosiva em caso de físsura no corpo da granada).

Mas existe outra munição que parece ter mais probabilidade de ser adotada em curto prazo pelos exércitos ocidentais. Trata-se de projéteis subcalibrados de granadas V₀, estabilizados por empenas, destinados a serem disparados por canhões de alma lisa. Graças ao seu sistema estabilizador, é possível encompridar consideravelmente o projétil, que toma a forma de uma flecha; sua relação peso/seção, muito favorável, aumenta o alcance e o poder de penetração.

Atualmente, os técnicos alemães são os mais interessados no estudo desses projéteis anticarro, visto que se baseiam nos trabalhos desenvolvidos durante a 2ª Guerra Mundial sobre a munição de artilharia alongada e com aletas (munição Rochling) para ataque a fortificações.

3.3. É indiscutível que as atuais munições de carga oca perfuram todas as blindagens existentes, porém é muito discutível seu poder em colocar fora de combate, de modo seguro, o carro atingido. Ao perfurar a blindagem, formam-se dois cones: o principal, de reduzida abertura, está dirigido no sentido do impacto, o secundário, de maior abertura, é dirigido aproximadamente na perpendicular da blindagem. Os efeitos do impacto, limitados mais ou menos a esses dois cones, não parecem suficientes para destruir todo o interior do carro. Entretanto, não se deve subestimar a eficiência da munição de carga oca; os que tem revestimento metálico, muito utilizados, projetam estilhaços incandescentes capazes de inflamar substâncias combustíveis dentro do carro.

A magnitude de seu efeito depende amplamente do calibre. Fundamentando-se em experiências muito completas, os técnicos norte-americanos obtiveram a convicção de que o calibre mínimo para a munição explosiva de carga oca anti-carro (HEAT) deve ser de calibre 152 mm. Os franceses não compartilham desta opinião, posto que se limitam a um calibre de 105 mm. De qualquer modo, a eficiência da carga oca de 152mm é 35% superior a de qualquer munição HEAT.

3.4. A eficácia dos projetis "com cabeça aplastada" ou de ogiva plástica é indiscutível. Em caso de impacto na torre, ocasiona sua destruição total e são capazes de infligir danos graves a um carro, atingindo-lhe em partes não vitais, como as lagartas.

Foram observados os efeitos de um projétil explosivo de cabeça aplastada (HESH) de 76mm, disparado por um canhão de uma viatura Saladin contra o trem de rolamento de um carro Centurião: o tiro, depois de destruir literalmente a roda de tensão, grande parte da lagarta e sua chapa protetora, danificou gravemente a blindagem frontal do carro. Resulta fácil imaginar-se a magnitude dos danos que deve causar o impacto nas mesmas condições, do projétil HESH do Chieftain (calibre 120mm), cujo peso é cerca de 15 kg.

4. VELOCIDADE DE TIRO

4.1. O carro de combate moderno deve poder atirar em movimento, para satisfazer às atuais exigências táticas. Isto requer um sistema estabilizador do canhão, capaz de impedir que se transmita à arma as oscilações do carro que se desloca em terreno variado. Isto é, é preciso que todos os movimentos perturbadores sejam compensados, exatamente, para que o tubo do canhão se mantenha em uma orientação invariável no espaço.

Não é nova a idéia de se estabilizar o canhão nos carros. Ao final da 2.^a Guerra Mundial, os carros norte-americanos M3A1 e M4A1 achavam-se equipados com uma torre estabilizada em direção, montada também no carro soviético T 54A, posto em serviço em 1949.

O Centurião inglês e os T 54B e T 55 russos estão equipados com um estabilizador sobre dois eixos. Os modernos carros de combate ocidentais Chieftain, Leopardo, AMX 30 e M60 estão equipados de sistemas estabilizadores cujo funcionamento é mais ou menos satisfatório. Não obstante, seja qual for o sistema adotado, o artilheiro tem de corrigir a pontaria do canhão para compensar as variações de direção do carro, que podem afetar o resultado do disparo.

Para se estimar as desvantagens dos carros desprovidos de sistema estabilizador, basta assinalar que com o dito sistema pode-se reduzir em 80% o tempo de parada do carro para a pontaria e o disparo. A enorme vantagem que se supõe só possuírem os carros dotados com um sistema completo de estabilização, a segurança de se utilizar simultaneamente a potência de fogo e a mobilidade, está demonstrada que com este sistema, a probabilidade de acerto à média distância, disparando em movimento, é quase tão elevada como com um disparo com o carro parado.

4.2. Ainda que um carro esteja dotado de canhão e de instrumentos de observação e pontaria estabilizados, deve possuir também um telêmetro, uma calculadora e um sistema automático para coordenar todos os equipamentos de

direção de tiro, para que se possa falar de um sistema de direção integrado. Sem este sistema é impossível efetuar disparos em movimento sobre alvos móveis, com elevada probabilidade de acerto.

Os carros de combate atualmente em serviço utilizam diversos sistemas para medir a distância. O equipamento mais corrente é o telêmetro ótico de campos superpostos. A necessidade de se dispor de uma base de medida suficientemente larga (1,72m no Leopardo e 2m no M 60) obriga a se desenhar torres muito largas e altas.

A precisão da medida decresce com o aumento da distância. Com sol radiante, o telêmetro de campos superpostos dá resultados menos precisos que o telêmetro estereoscópico, devido às variações do índice de refração do ar, produzido pelo aquecimento solar. A precisão da medida depende da nitidez dos contornos, diminuindo portanto com a luz crepuscular.

Os telêmetros estereoscópicos, ainda que sejam mais precisos têm inconvenientes análogos, e mais, seu emprego correto exige uma visão binocular perfeita, que poucos soldados possuem, e requer um treinamento muito completo (o instruendo necessita efetuar 1500 a 3000 medidas para qualificar-se).

Nem os russos, nem os britânicos adotaram o telêmetro ótico. Os primeiros montaram uma mira graduada no visor do chefe do carro, que permite uma medição estadimétrica. Os ingleses preferem a metralhadora coaxial de ajuste; esse método tem inconvenientes: as rajadas de ajustagem exigem vários segundos, o que pode ser muito perigoso conforme creem os peritos que calculam em 80% as probabilidades de êxito para aquele que atira primeiro. Além do perigo de ser descoberto pelo inimigo, este método tem outros inconvenientes, o alcance da metralhadora é limitado e é difícil seguir-se a trajetória dos projéteis a determinadas distâncias, sobretudo quando o sol brilha, e nem distinguir os impactos quando as traçantes se apagam antes de chegarem ao seu destino.

Para satisfazer as exigências dos modernos carros de combate, o instrumento mais adequado parece ser o telêmetro de raios *laser*, instalados nos últimos modelos de carros M 60A1E2 e AMX 30 e ultimamente nos Chieftain.

4.3. Para tirar todo o partido do telêmetro *laser* e aumentar grandemente as possibilidades de acerto no primeiro disparo, é imprescindível acoplar este instrumento com uma calculadora de tiro. As calculadoras balísticas capazes de fornecer o ângulo de tiro, tendo em conta as distâncias medidas com o telêmetro, as características balísticas da munição empregada e diversas correções, como as aerológicas, prestam serviço já há vários anos nos carros norte-americanos.

As modernas calculadoras FLER, montadas nos M 60A1E2, determinam os ângulos de direção e elevação, corrigem a pontaria para o tiro em movimento contra alvo móvel, permitem levar em consideração o balanceio e inclinação do carro, os fatores aerológicos (pressão atmosférica, temperatura e componente lateral do vento), a temperatura da pólvora e do meio ambiente.

4.4. Devido ao fato do armamento principal ir montado na torre, é preciso que esta possa girar a diferentes velocidades, que os movimentos de pontaria se efetuem de modo contínuo entre o repouso e a máxima velocidade angular, e que a torre pare instantaneamente. Hoje, a maior velocidade angular da torre é de 36°/seg.

O campo visual do equipamento de pontaria deve estar adaptado a esta velocidade para que o artilheiro possa seguir em seu visor a operação de pontaria. Para a pontaria exata, é necessário que a velocidade mínima seja muito reduzida, da ordem de 0,01°/seg. Além disto o chefe do carro deve dispor de um comando prioritário de pontaria, imprescindível para as trocas rápidas de alvo. A este respeito todos os carros ocidentais que, têm, na empunhadura do chefe do carro, um dispositivo para colocar fora de circuito os co-

mandos do artilheiro, são superiores aos carros soviéticos. É útil um comando prioritário de disparo para o chefe do carro.

As características dos visores — aumento de luminosidade e campo visual — têm grande importância para a rápida detecção dos alvos. É imprescindível que o alcance útil dos meios de observação seja superior ao das armas. Uma distância maior de combate exige um aumento maior da imagem, o que implica uma redução do campo visual. É necessário, portanto, prever visores óticos de vários aumentos. Os filtros, também, são muito úteis.

4.5. O valor ofensivo de um carro depende também da quantidade e qualidade da munição disponível para emprego imediato. Sob este ponto de vista, o M 60A1, o Leopardo e o Chieftain têm uma disposição exemplar.

A velocidade de tiro é função, também, da liberdade de movimentos dos municiadores (os municiadores dos T10, T54/55 e T 52 trabalham em condições precárias). Ainda que quase todos os canhões de carro tenham o carregamento semi-automático, em caso de disparo em fortes contra encostas ou com elevação negativa máxima, tem complicado, consideravelmente, o seu carregamento.

Para reduzir ao mínimo a penetração dos gases da carga de projeção no compartimento de combate, os canhões vão equipados de exaustores de fumaça. No Leopardo, há ainda um ventilador que expulsa a fumaça que fica restando no interior do carro.

5. CONCLUSÕES

Todos os esforços despendidos com o fim de melhorar os equipamentos dos modernos carros têm como fim primordial alcançar a mais alta probabilidade de acerto no primeiro tiro, inclusive em movimento, com o mínimo tempo de preparação e a máxima eficácia sobre o alvo.

Em combate entre carros, que em geral dura só uns minutos, o ganhar uns quantos segundos pode ser vital e decisivo; e é essencial que sempre se procure a redução da dispersão do tiro, único meio de se conseguir elevada possibilidade de acerto no primeiro disparo a grandes distâncias de combate.

As condições expostas aqui mostram que a potência de fogo de um carro de combate depende de numerosos fatores, os quais estão tão intimamente ligados entre si, que seria vã a idéia de querer modificar um sem levar em consideração os demais.

3.^a Parte — Mobilidade

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O aumento da mobilidade de um carro de combate reveste-se de tanta importância como o aumento de sua potência de fogo e da eficiência de sua blindagem. Quanto maior for a mobilidade, tanto menores serão as possibilidades de que o carro seja atingido pelo fogo inimigo, embora as exigências relativas a sua grande mobilidade não se fundamente exclusivamente neste argumento.

Trata-se mais de proporcionar ao carro a aptidão necessária a reagir rapidamente diante de situações inesperadas, abrindo fogo contra o inimigo com grande possibilidade de atingi-lo. Para isto é indispensável que sua tripulação esteja pronta para disparar em todas as condições de movimento, inclusive durante a transposição de obstáculos.

Assim, pois, o aumento da mobilidade não supõe tão somente um incremento de *potência motriz* e uma melhoria dos sistemas de pilotagem, mas também, um aumento de estabilidade da viatura (*suspensão*) em toda a classe de terreno, afim de que sua tripulação possa aproveitar estas vantagens para participar eficazmente no combate e atacar alvos inopinados com grande precisão de tiro.

2. MOTORES

2.1. Introdução

A mobilidade de um carro blindado é função primordial da potência de seu motor; uma das maneiras de expressar a mobilidade é a potência específica (HP/t), ou a relação entre a potência do motor e o peso da viatura.

Portanto, com o fim de melhorar ao máximo a mobilidade, o objetivo a atingir será uma maior potência específica. Isto conduz automaticamente a adoção de motor de maior potência, visto que ninguém aceitaria uma maior relação baseada na diminuição do peso do carro, isto é, na redução da espessura da blindagem.

2.2. Requisitos básicos do motor de carro de combate

Além de um baixo custo de fabricação e manutenção, que constitui um importante fator nas decisões de compra, os requisitos básicos são:

- reduzido volume total;
- elevada potência específica (HP/t);
- eficiência e segurança de funcionamento, no maior grau possível, em todas as condições meteorológicas, climáticas e topográficas, independentemente da posição da viatura e mesmo ao transpor curso de água;
- longa duração e uma boa curva de torque;
- fácil acionamento da partida e imediato funcionamento a plena carga;
- forte aceleração e pouco ruído;
- com freio motor;
- funcionamento com diversos combustíveis e mínimo consumo;

- pouca necessidade de ar e baixa temperatura dos gases de escape;
- reduzidas necessidades de manutenção, fácil acesso aos componentes e substituição dos mesmos e mínimo tempo, trabalho e ferramentas para instalação e troca do motor.

2.3. Sistemas de propulsão

Devido às deficiências de outros sistemas de propulsão, só o motor de êmbolos tem estado estreitamente relacionado com a história e a mobilidade dos carros de combate até bem pouco tempo; a situação na atualidade é diferente. O mais recente dos motores para carro de combate é a turbina de gás. É demasiado cedo para se dizer que influência terá o motor de pistão rotativo no futuro dos carros. Há muitos defensores deste motor, particularmente na INGLATERRA, que destacam a mobilidade que poderia ter no futuro o carro blindado britânico.

Este artigo limitar-se-á a apreciar o motor diesel e a turbina de gás.

2.3.1. MOTORES DIESEL

2.3.1.1. *Introdução*

Os progressos tecnológicos conseguidos a partir de 1950 nos motores diesel para carros de combate, que os tornaram iguais, no que respeita a potência específica, aos equivalentes motores a gasolina, e inclusive superiores quanto ao consumo de combustível, motivaram a substituição destes últimos pelo diesel, convertendo-se no melhor propulsor atual para o carro de combate.

O motor diesel não só possui melhor torque e está melhor adaptado para funcionar a potência reduzida, como também a temperatura de seus gases de escape é inferior aos dos motores a gasolina, o que facilita a compressão dos mesmos. Como consequência de suas maiores pressões e tempe-

raturas de funcionamento, sua eficiência técnica é melhor que no caso do motor com carburador, e raramente se apresentam os problemas que surgem com o sistema de centelha elétrica dos motores a gasolina durante a transposição de cursos de água. Além de seu consumo ser muito inferior, o emprego de um diesel importa em outras vantagens: o perigo de incêndio é muito reduzido, é menos sensível à qualidade do combustível, com pouco custo pode ser convertido em um motor capaz de utilizar diferentes combustíveis, e funciona com maior volume de ar, tornando-se menos tóxicos os gases de escape.

A necessidade de funcionar numa gama de temperatura ambiente muito grande e em todas as condições topográficas, provoca problemas especiais. A baixa temperatura afeta principalmente a partida do motor; aumenta a viscosidade do óleo tornando mais difícil a lubrificação. Estes problemas ocasionados por climas frios, obrigam a montagem de aquecedores do líquido de refrigeração e do óleo lubrificante, e ainda dispositivos auxiliares de partida, os quais aumentam o custo e o volume do motor.

Ao satisfazer a necessidade de funcionamento em elevadas temperaturas, os problemas estão relacionados com o calor produzido pelo motor e com o sistema de refrigeração. O tipo da refrigeração é objeto de polêmica; enquanto que a refrigeração a ar apresenta as desvantagens de maiores ventiladores e condutos, as perdas de água nos sistemas refrigerados por líquido podem ocasionar falhas do motor. Os peritos norte-americanos se pronunciam a favor da refrigeração a ar, enquanto que os europeus preferem a refrigeração a água. Os problemas originários de ambos os tipos de refrigeração, como consequência do esforço feito para conseguir maior potência mediante maior grau de turbo-compressão e mais altas temperaturas de combustão e escape, estão relacionados com a resistência do metal e com um aumento do volume.

Ainda, nas temperaturas elevadas, o grau de viscosidade do óleo lubrificante diminui e traz como resultado uma me-

nor capacidade de carga, maior desgaste e menor duração do motor. Como exemplo cita-se os carros alemães PANZER III do "AFRIKA CORPS" que apesar de levarem um filtro de feltro no compartimento externo do motor, em média, seus êmbolos duravam somente de 2.000 a 3.000 km.

2.3.1.2. *Motores diesel utilizados nos carros de combate*

RÚSSIA

O grupo propulsor dos carros de combate soviéticos T 54 e 55 e T 62, baseia-se no satisfatório motor diesel W 2 — 34. A potência deste motor de 12 cilindros em V 60°, com sistema de injeção tipo BOSCH, foi aumentada modificando-se seu regime de 1.800 para 2.000 rpm, e posteriormente para 2.200 rpm. O motor do carro T 54 tem pistões de curso longo, enquanto que o do carro T 62 é do tipo "superquadrado", com maior diâmetro de êmbolo e menor curso.

Como o bloco do motor é de liga de magnésio (o que pode dar origem a incêndios se o carro for aí atingido, como aconteceu na Guerra do SINAI) e a culatra dos cilindros de liga de silício, o peso total do motor é tão-somente de cerca de 800 quilos.

Os engenheiros russos lograram reduzir o espaço ocupado pelo motor, montando-o lateralmente.

Normalmente é usado o arranque elétrico, mas em caso de emergência ou com tempo muito frio, pode-se empregar ar comprimido para isto. A lubrificação se efetua através de um coletor de lubrificante instalado fora do carter; o óleo do motor e a água de refrigeração podem ser pré-aquecidos com um equipamento especial.

ALEMANHA OCIDENTAL

Com o desenvolvimento do motor MB 838 Ca M 500 de 10 cilindros em V 90.° para o carro Leopardo, que começou a ser utilizado em 1960, chegou-se a um potente motor de carro de combate.

Este motor de 4 tempos, refrigerado por líquido, pode funcionar com vários combustíveis e tem um supercompressor.

Um sistema especial de lubrificação garante circulação satisfatória do óleo, inclusive nos grandes ângulos de inclinação da viatura; o motor arranca facilmente, visto que o líquido refrigerante e o óleo lubrificante podem aquecer-se rapidamente com o sistema de calefação da viatura.

ESTADOS UNIDOS

Os carros blindados norte-americanos M60 A1, M60 A1E2 e M48A3 são impulsionados por motores diesel construídos pela Continental Aviation and Engineering Corp. Motor de 12 cilindros em V 90° AVDS 1790-2A é uma versão diesel do AV 1790-7 com ignição por centelha, motor que propuliona o M 48, e tem igual cilindrada que esse último. De quatro tempos, refrigerado a ar, é turbo-sobre alimentado por meio de gases de escape. Leva dois filtros secos para purificar o ar de combustão, um filtro primário e outro do tipo deflector.

INGLATERRA

O carro CHIEFTAIN é impulsionado por motores British Leyland. O motor Leyland L 60, encomendado inicialmente em 1964, é o único motor de dois tempos desenhado para carro blindado.

L 60, de 6 cilindros com pistões opostos, refrigerado a água e que pode funcionar com vários combustíveis, é uma versão aperfeiçoada do motor diesel Juno dos aviões Junkers 1939; é mais estreito porém mais alto que os outros motores de carro, e seus pistões opostos lhe permitem desenvolver a mesma potência que um motor de 12 cilindros, ainda que a cabeça dos pistões deva suportar um esforço superior ao

normal. A ausência de válvulas reduz seus componentes, ainda que esta vantagem se anule pela necessidade de uma segunda árvore.

Para sua lubrificação é utilizado um coletor de óleo instalado fora do carter.

FRANÇA

O carro francês AMX 30 tem um motor Hispano-Suiça HS 110, de 12 cilindros de pistões opostos de quatro tempos e refrigerado a água, funciona com vários combustíveis e cada grupo de cilindros leva um turbo-compressor Holset. Para purificar o ar de combustão, existem dois filtros de óleo. Utiliza-se o sistema injetor Lavalette-Bosch.

Para a lubrificação emprega-se também um coletor de lubrificante instalado fora do carter, com uma bomba de pressão e duas bombas aspirantes. Possui dois arranques sincronizados.

3. TURBINAS DE GÁS

3.1. A moderna turbina de gás satisfaz até certo grau a necessidade de um motor de peso e dimensões reduzidas; entretanto só a turbina de 2 ou 3 eixos, se prestará para o uso como propulsor de carros blindados no que respeita as características de custo e de funcionamento, pois, atualmente uma turbina de gás de 2000 HP com radiador térmico ocupa menor espaço que um diesel.

De todos os requisitos básicos, a que melhor satisfaz a turbina é a sua fácil partida e capacidade imediata de atingir a plena potência. Como tem poucas peças giratórias, a viscosidade do óleo lubrificante afeta a turbina muito menos que a um diesel.

Sendo sua temperatura de funcionamento muito alta, quando se emprega combustíveis que contêm vanádio, a tur-

bina e o tubo de escape sofrem os efeitos muito corrosivo do pentóxido de vanádio. A capacidade de funcionar com diversos combustíveis é superior na turbina do que em qualquer outro tipo de motor, podendo-se utilizar combustíveis com índice de até próximo a 100 octanas.

A necessidade do baixo nível sonoro pode ser satisfeita dentro dos limites aceitáveis, utilizando-se amortecedores acústicos. A desvantagem inicial das turbinas — seu elevado consumo — foi reduzida consideravelmente nos últimos modelos. Nas turbinas Solar Saturn (de 1.115 hp) e AVCO — AGT 1500 (de 1520 hp) os consumos não são superiores aos dos motores diesel.

Mais difíceis são os problemas criados pela necessidade de se consumir grandes quantidades de ar. O volume de ar a ser filtrado, necessário à combustão e a dissipação do calor produzido é 3 a 4 vezes superior ao dos motores diesel.

Assim, a turbina de gás como propulsor para carro de combate oferece as seguintes vantagens principais, além de sua baixa potência específica:

- possibilidades de emprego de vários combustíveis;
- arranque em baixas temperaturas sem dificuldades;
- funcionamento a plena potência desde a partida;
- necessidade relativamente baixa de óleo lubrificante;
- manutenção simples;
- peças móveis pouco numerosas;
- baixo conteúdo de óxido de carbono nos gases de escape;

Suas desvantagens não se encontram somente nos altos custos atuais de construção, mas nos seguintes obstáculos:

- características dinâmicas pobres (cargas e regime do motor);

- elevado consumo de combustível, principalmente em carga parcial;
- maior consumo de ar, que implica grandes dimensões do filtro de ar;
- maior espaço necessário para os condutos de ar e gases;
- maior custo para satisfazer a aptidão de transposição de curso de água;
- baixo rendimento.

3.2. Grupo propulsor combinado

O carro sueco Strv 103 é a primeira viatura blindada que leva uma turbina como sistema de propulsão normal.

O grupo propulsor deste carro é uma combinação de um motor diesel, multicomcombustível, Rolls-Royce K 60, como elemento principal, e uma turbina para se conseguir a potência auxiliar. Ambos os motores podem funcionar juntos ou separados de modo que a turbina pode ser utilizada para por em marcha o motor K 60, ou pode ser conectada para se obter maior rapidez de deslocamento em terrenos abrupto, etc.

O motor de dois tempos K 60 é um bloco de duplo pistão, muito similar ao motor L 60 do Chieftain e desenvolve 240 hp a 3750 rpm. A turbina é do tipo Caterpillar 553, desenvolve 490 hp a 3.800 rpm e como leva um radiador térmico deve consumir muito menos combustível.

Esta combinação do grupo propulsor acarreta problemas graves de peso e espaço, limitando a capacidade de armazenamento do combustível. Deixando de lado o maior custo de construção, os problemas logísticos são mais complexos no que diz respeito a peças e pessoal, sem esquecer a maior probabilidade de avarias. Entretanto, o grupo propulsor combinado procura aliar as boas qualidades do diesel com as da turbina:

o econômico diesel, com seu excelente rendimento a pouca potência, com a elevada torção e a disponibilidade imediata do carro em temperaturas muito frias, características da turbina.

4. CONCLUSÕES

Ainda que as novas turbinas são, em muitos aspectos técnicos e mecânicos, pelo menos iguais ou superiores aos motores diesel, surge a pergunta por que a propulsão por turbina não teve até agora maiores aplicações na construção dos carros blindados?

A razão pela qual não passou até hoje a fase de protótipo (excetuando-se o carro sueco Strv 103 concebido em 1937) é provavelmente menos pelo elevado custo de construção que pelo rendimento da mesma turbina, a qual não é ainda suficientemente elevado para justificar sua ampla aplicação militar.

O grupo propulsor combinado não se aplicará provavelmente em grande escala, devido ao seu maior custo, princípio de funcionamento mais complexo e difíceis problemas logísticos.

O muito aperfeiçoado, moderno e excepcionalmente confiável motor diesel continuará sendo, por muito tempo, o grupo propulsor indiscutível para os carros de combate nos próximos 10 ou 20 anos.

5. SUSPENSÃO

5.1. Introdução

Para se tirar o máximo partido da potência motriz de um carro é necessário que o trem de rolamento permita ao condutor conservar a velocidade da viatura apesar dos movimentos de cabeceio e balanceio. Por outro lado, se desejar

reduzir consideravelmente o tempo necessário para estabilizar a torre e o canhão, assim como melhorar as condições para a localização e acompanhamento do alvo, é indispensável utilizar-se um trem de rolamento cuja suspensão absorva ao máximo estas oscilações, particularmente durante os deslocamentos a grande velocidade através campo.

Assim sendo, um dos fatores principais da mobilidade de um carro é seu trem de rolamento, pelo que a concepção de sua suspensão se reveste de suma importância. Até hoje, não se realizaram progressos notáveis neste terreno.

5.2. Condições que deve reunir uma suspensão

Os gastos adicionais ocasionados pela *preestabilização do chassis* estão sobejamente compensados pelas economias realizadas no custo do sistema de estabilização do canhão e dos visores montados na torre. Por outro lado, levando em conta os limites de resistência da tripulação às acelerações e movimentos oscilatórios, a suspensão tem de proporcionar ao carro as melhores características possíveis de oscilação, que deve ser inferior a que produz o enjôo.

O *amortecimento dos choques* deve ser eficaz a qualquer velocidade para que as oscilações da viatura sejam rapidamente eliminadas durante a marcha. Entretanto, as oscilações só desaparecem se sua energia for colocada fora do sistema oscilante. Para isto, é indispensável instalar-se amortecedores que transformam sua energia em calor e dissipa este no meio ambiente.

A suspensão deve se caracterizar por sua grande capacidade de absorção, isto é, seus elementos devem ter elevada capacidade de trabalho, longa durabilidade e boa elasticidade. Ao mesmo tempo, o peso e o volume do sistema de suspensão deverão ser o menor possível. Outros requisitos são: grande segurança de funcionamento e mínimo trabalho de manutenção.

5.3. Os amortecedores

Os amortecedores, geralmente hidráulicos, montados sobre as rodas-guias dianteiras e traseiras devem absorver cargas relativamente pesadas que transmitidas à carcaça do carro amplificam as oscilações de cabeceio. Em muitos trens de rolamento atuais considera-se aceitável uma capacidade de amortecimento de 0,3, entretanto no futuro exigir-se-á melhor relação de amortecimento e uma eliminação mais rápida das oscilações, o que reduzirá consideravelmente os esforços transmitidos à carcaça do carro. Na Alemanha Ocidental levam-se a cabo importantes trabalhos de investigação sobre esta matéria.

Os carros soviéticos T 54/55 e T 62, nos quais a frequência das oscilações de cabeceio é provavelmente muito elevada devido a carência de rodas de apoio, estão equipados tão somente (como o AMX 30) de um amortecedor nas rodas-guias dianteiras e traseiras de cada lado do trem de rolamento. Já o M 60 dispõe de três amortecedores de cada lado e o Leopardo de cinco. Todos estes amortecedores são do tipo hidráulico.

Os amortecedores por fricção são inadequados nas suspensões flexíveis como as que utilizam barras de torção. Durante as provas de desempenho do Leopardo se comprovaram que a resistência ao movimento de um trem de rolamento equipado com amortecedores de fricção era 20% mais elevada do que com amortecedores hidráulicos. Além do mais, os amortecedores hidráulicos permitem ser ajustados com grande precisão.

O Leopardo possui amortecedores "assimétricos" que contribuem para que o sistema de suspensão deste carro seja o melhor dos existentes.

5.4. Diferentes tipos de suspensão

Os trens de rolamento dos atuais carros possuem diferentes sistemas de suspensão. Tecnicamente, eles costumam

ser classificados segundo o tipo de suspensão das rodas-guias, e atualmente são utilizados, principalmente, dois tipos de suspensão:

- a) a montagem em "boogies", com duas rodas duplas guias montadas no mesmo braço da suspensão;
- b) a montagem independente com uma roda dupla guia montada individualmente em cada braço da suspensão.

O primeiro tipo (a), que compreende seis rodas duplas guias em cada lado do carro, só são utilizados atualmente no Centurião e no Chieftain. Em todos os demais carros, sem exceção, as rodas duplas guias são de montagem independente (b), e o seu número varia de cinco a sete em cada lado, segundo o peso do carro.

Uma suspensão em "boogies", que conheceu ampla aceitação na construção de viaturas blindadas, utiliza molas helicoidais. Ela absorve as desigualdades do terreno repartindo sobre ambas as rodas as cargas sofridas por uma delas. Uma das vantagens que oferece a suspensão de "boogies" é que nenhum de seus elementos ocupa muito lugar no interior ou no fundo da carcaça do carro. Em troca, o espaço necessário aos "boogies" no exterior da carcaça é relativamente grande. Graças a sua disposição, os "boogies" têm fácil acesso do exterior e podem ser trocados sem dificuldades, ao mesmo tempo proporciona certa proteção à carcaça contra os projéteis.

No segundo tipo, o nome da suspensão varia segundo o elemento elástico empregado; assim, pode tratar-se de suspensão por barras de torção, por molas de disco ou hidropneumático.

O sistema de suspensão mais generalizado, e utilizado satisfatoriamente há quase 36 anos, é o das barras de torção, usado nos carros norte-americanos das séries M 48 e M 60, nos carros soviéticos T 54/55, T 62 e T 10. No AMX 30 e no

Leopardo este tipo de suspensão alcançou provavelmente sua forma mais aperfeiçoada.

Os limites da flexibilidade da barra de torção dependem das propriedades elásticas do próprio material utilizado, e cada dia se exige que essa seja cada vez maior.

A disposição das barras de torção difere entre alguns tipos de carros. A suspensão dos carros norte-americanos compreende 12 barras; o AMX 30 e os carros soviéticos só possuem 10; o Leopardo utiliza 14, é provavelmente o que tem melhor distribuição de peso do carro sobre as rodas-guias.

Por razões de segurança, em quase todos os carros as barras de torção estão alojadas no fundo da carcaça do carro, abrigadas por chapas protetoras e ocupam bastante espaço. Este inconveniente é próprio das suspensões por barras de torção.

A pesar das vantagens que proporciona a suspensão por barras de torção, elas mereceram desde seu início severas críticas. Em muitas ocasiões, como consequência de ter sido danificado o fundo da carcaça de um carro por efeito de mina AC, foi necessário desmontar-se as barras de torção com a ajuda de maçarico. Por isto, já há algum tempo se estuda a possibilidade de se substituírem as barras de torção por um sistema de suspensão montado fora da carcaça.

Em 1955, o Exército Suíço construiu para o carro Pz 61 um trem de rolamento com as rodas guias montadas individualmente em braços oscilantes, equipados de molas de disco, em cujo interior estão alojados os amortecedores. Este sistema de suspensão foi utilizado mais tarde, quase sem modificação no novo carro Pz 68. "A carreira" (flexibilidade) positiva deste tipo de suspensão é de 205mm, isto é, análoga às das suspensões por barras de torção dos carros norte-americanos e soviéticos.

O fato de que as suspensões de molas de disco não tenham até o presente conseguido maior aceitação deve-se, sobretudo, a aparição da suspensão hidropneumática. As suspensões por molas de discos não apresentam maiores des-

vantagens que as que utilizam barras de torção, porém, em ambos os sistemas as características de elasticidade, de capacidade de absorção e de amortecimento só podem ser ajustadas na fase da concepção — ao contrário da suspensão hidropneumática.

O carro sueco Strv 103 foi o primeiro a ser posto em uso equipado com suspensão hidropneumática, se bem que outros sistemas desta classe foram provados com resultados satisfatórios no carro experimental norte-americano T 95, no protótipo MBT-70 e no carro alemão KPz 70 (sistema Hydrop-Feder).

Desde antes de 1957, empreenderam-se estudos de sistemas de suspensão cujos meios elásticos fossem outros que os materiais deformáveis. Depois de avaliar-se as possibilidades das suspensões clássicas, puramente mecânicas, os esforços foram encaminhados na realização de sistemas nos quais a elasticidade proporcionada por líquidos ou gases pudessem ser transmitidas às rodas-guias mediante pistões e dispositivos mecânicos.

Foram estudados dois grupos principais de suspensões:

1) as suspensões hidráulicas, nas quais a elasticidade é proporcionada exclusivamente por líquido submetido a pressão. Suas vantagens são: peso e volume pequenos. Seus inconvenientes: a dificuldade de dominar-se uma pressão excessivamente elevada necessária a regular a altura da via-tura.

2) as suspensões pneumáticas, nas quais a elasticidade é proporcionada por um volume de ar ou de gás pré-comprimido. Suas vantagens são: pouco peso e curva de elasticidade facilmente modificável. Seus inconvenientes: a estanqueidade do gás submetido a altas pressões entre os cilindros e pistões cria alguns problemas.

Reconhecido estes fatos, o passo seguinte conduziu inevitavelmente à realização de uma pressão hidropneumática, a qual reúne as vantagens dos sistemas hidráulicos e pneu-

máticos sem apresentar seus inconvenientes. Uma das vantagens mais importantes que oferece a suspensão hidropneumática é a possibilidade de se variar a curva da elasticidade sem necessidade de modificações estruturais nem de outra natureza. Basta regular o volume do óleo ou do gás, ou modificar a pressão.

Como conclusão, pode-se considerar que o emprego da suspensão hidropneumática generalizar-se-á nos futuros carros de combate, pois é o único sistema que garante uma grande capacidade de absorção de energia e uma larga "carreira" da suspensão, condições indispensáveis para se conseguir uma melhora importante na mobilidade do carro de combate. Este sistema permite também a preestabilização correta da plataforma de tiro, o que aumenta a rapidez de reação e as probabilidades de acerto e, por conseguinte, o aumento da potência de fogo do carro.

A Diretoria da "A DEFESA NACIONAL" lança um apelo a seus leitores no sentido de colaborar com a Revista, enviando-nos artigos de cunho doutrinário, que digam respeito à missão do Exército como defensor das instituições nacionais, da lei e da ordem.