

**“Milk Run – redesenho das linhas de abastecimento”
realizado na BOSCH Termotecnologia SA.**

Paula Susana Cardoso Pereira da Silva

Relatório de Projecto Final 2007/2008

Orientador na BOSCH Termotecnologia: Engenheiro Emanuel Fontes
Orientador na Faculdade de Engenharia do Porto: Professor José Barros
Basto



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Julho 2008

[Esta página foi deixada intencionalmente em branco]

RESUMO

Os *milk run* ou “mizusumashi” o seu termo original japonês, são neste momento um dos bons exemplos de melhoria e dinamização do meio industrial. Estes comboios logísticos possibilitam uma nova abordagem do abastecimento de materiais numa fábrica, permitem uma boa rotatividade de stocks, redução da ocupação de espaço, redução de custos logísticos e de armazenamento. A sua recente implementação na BOSCH Termotecnologia (BT) ainda não se encontra garantidamente satisfatória e foi com base nisto que teve origem o tema em estudo do presente documento: *Milk Run - redesenho das linhas de abastecimento*.

O grande objectivo deste Projecto foi a aumento da capacidade dos carros logísticos (veículos que compõem o *milk run*); por outras palavras, pretendia-se permitir que na BT circule um *milk run* com seis carros logísticos atrelados.

Numa primeira fase, fez-se a abordagem de conceitos relacionados com os comboios logísticos (*supermercados, kanbans, bordos de linha, point of use provider* etc.) e demonstrou-se como estes comboios se inserem no ambiente industrial da BT. Seguiu-se uma fase de análise exaustiva de todos os problemas quer funcionais quer estruturais que existem actualmente nos veículos. Finalmente, após estas etapas decorreu uma fase de planeamento de acções ou contra medidas. Esta fase consistiu num “workshop” realizado na própria fábrica, em parceria com o *KAIZEN Institute*. Neste workshop foram discutidos os problemas actuais e desenvolvidas algumas soluções que foram testadas nos carros. Estas soluções realizaram-se sobretudo a nível estrutural do carro e basearam-se em certos aspectos que influenciam o desempenho de um comboio logístico, tais como: velocidade do *milk run*, configuração de carga, utilização de contra pesos, redução dos eixos de ligação, alteração da posição e disposição de rodas. Todos estes factores permitiram um impacto a nível da estabilidade e coesão do comboio.

No final deste Projecto e cumprindo as regras de segurança impostas pela empresa, foi possível validar internamente o transporte seguro de seis carros logísticos. A eliminação de oscilações dos comboios, corte de curvas e queda de material foram outros objectivos alcançados, o que facilitará de futuro uma melhoria das rotas e diminuição dos tempos efectuados.

Milk run – redrawing of the replenishment trains

ABSTRACT

The milk runs, or “mizusumachi”, in its original Japanese form, are at this moment one of the best examples of improvement and dynamization on a production plant environment. These logistic trains allow for a new approach to the handling of materials on a plant, a good stock rotation, reduction of floor occupation and reduction in logistics and storage costs. Their recent implementation in BOSCH Termotecnologia (BT) has not yet been deemed satisfactory. This environment originated the study reported in this present document: *Milk Run – Redrawing of the replenishment trains*.

The main objective of this project was the increase of the logistical cart's capacity (logistical carts are the vehicles that form the milk run), or in other words, it was intended that a milk run of six carts was allowed to safely circulate in BT.

Initially were studied the concepts related to the logistical trains (*Shopstock, Kanbans, Line sides, Point of use provider*, etc.) and it was demonstrated how the train operates in BT's industrial surroundings. Afterwards, an extensive analysis was made of all the problems, either functional or structural, that currently exist in the vehicles, followed by the planning of actions, or countermeasures, to minimize them. This stage consisted of a workshop carried “in house”, in partnership with the *KAIZEN Institute*. In this workshop the current problems were discussed and some solutions developed, which were tested on the vehicles. These solutions concerned mainly the structure of the carts and were based on certain factors that influence the performance of a logistical train, such as: milk run speed, cargo configuration, use of counterweights, reduction of the connection axis, and modification of the location and distribution of the wheels. All these factors allow for an impact on the stability and overall of the train.

By the end of this Project and following the safety rules imposed by the company, it was possible to internally validate the safe transportation of six logistical carts. Also the elimination of train oscillations, the cutting of corners and the curtailing of the materials accidental from the carts were other objectives accomplished, which will facilitate in the future an improvement of routes and a reduction in route times.

AGRADECIMENTOS

Ao Eng. Emanuel Fontes, pelo seu solícito desempenho enquanto orientador de Projecto.

Ao Hugo Campos, pelos seus ensinamentos, paciência e disponibilidade demonstradas.

A todas as pessoas da empresa com quem, de alguma forma, tive oportunidade de trabalhar e que foram indispensáveis para a concretização do trabalho desenvolvido, nomeadamente a todos os colaboradores do BPS e HSE.

À BOSCH Termotecnologia pela oportunidade dada e pelas óptimas condições oferecidas durante o desempenho do trabalho realizado.

Finalmente ao Professor José Barros Basto por todo o apoio prestado no papel de orientador FEUP do Projecto.

A todos, sem excepção, o meu mais profundo e sincero agradecimento.

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

1.INTRODUÇÃO GERAL	4
1.1.Grupo BOSCH: dados e factos	5
1.2.BOSCH Termotecnologia SA: o começo.....	5
1.2.1. <i>Princípios, Organização e Departamentos</i>	7
1.2.2. <i>O Bosch Production System (BPS)</i>	8
1.2.3. <i>Logística</i>	9
1.3.Milk Run Interno na BOSCH	10
2.APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO	12
2.1. Descrição do Milk Run.....	12
2.2. Definição de Milk Run	13
2.3. Objectivos e Benefícios dos Milk Run.....	15
2.4. Variáveis e Relações Pesquisadas	16
3.APRESENTAÇÃO DO PROJECTO	18
3.1. Análise Detalhada dos Problemas	18
3.1.1. <i>Sistema de Engate</i>	21
3.1.2. <i>Rodas e Direcção</i>	22
3.1.3. <i>Localização dos Centros de Massa</i>	24
3.1.4. <i>Massas Transportadas</i>	24
3.2. Definição de Testes	27
3.3. Procedimentos dos Testes.....	29
4.APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	36
4.1. Resultados dos Testes Efectuados	36
4.2. Carro Protótipo Final.....	42
5.CONCLUSÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS A DESENVOLVER	45
5.1. Conclusões Finais	45
5.2. Experiências Fundamentais Adquiridas	45
5.3. Recomendações de Trabalhos Futuros	46
6. REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA.....	49
ANEXO A: Esquema dos elementos constituintes de um esquentador.	50
ANEXO B: Tabelas completas dos meios de movimentação logísticos.	51
ANEXO C: Patentes consultadas	56
ANEXO D: Folha de catálogo de rodas e rodízios da BLICKLE.....	73
ANEXO E: Quadro resumo final.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Os primórdios da fábrica Robert Bosch e dos cartazes de esquentadores	5
Figura 2: Vulcano em Abril de 1977	6
Figura 3: BOSCH Termotecnologia SA actualmente.....	6
Figura 4: Alguns números de relevo a propósito da BT.....	7
Figura 5: Exemplo de um carro logístico e exemplo de um <i>milk run</i>	11
Figura 6: Esquema simplificado das secções da BOSCH Termotecnologia SA.....	12
Figura 7: Exemplo de um supermercado	13
Figura 8: Exemplo de bordo de linha	13
Figura 9: Etapas geralmente efectuadas numa rota normalizada	14
Figura 10: Exemplo de pontos de transferência pelos quais passa o milk run.	14
Figura 11: Exemplo de um carro logístico que transporta automáticos de gás.	20
Figura 12: Exemplo da transferência de carga entre o comboio logístico e os bordos de linha.	21
Figura 13: Eixo de ligação e pino de fixação	22
Figura 14: Exemplo de uma roda giratória dianteira idêntica à dos carros logísticos e Caster positivo ou Caster negativo	23
Figura 15: Esquema simplificado da posição e tipo de rodas usadas num carro logísticos.	23
Figura 16: Esquema básico do centro de massa para um carro logístico.	24
Figura 17: Exemplos de ocorrências com o milk run que envolveram perda de materiais.	26
Figura 18: Sistema spindle steer	27
Figura 19: Sistema actual dos carros da BT	27
Figura 20: Dimensões actuais de um carro logístico.	30
Figura 21: Cálculos efectuados de forma a encontrar novas medidas devido às alterações introduzidas.	30
Figura 22: Alterações na estrutura do carro para o Teste 1.	31
Figura 23: Esquema das relações percentuais para um carro logístico.	31
Figura 24: Vista de cima sobre as rodas e sua orientação no carro.	32
Figura 25: Carro de chaminés com elásticos de segurança para as prateleiras.	34
Figura 26: Disposição alternativa para as rodas giratórias e fixas para um carro de produto acabado.	35
Figura 27: Carro de produto acabado sem as alterações de reposicionamento das rodas fixas.	39
Figura 28: Alterações na estrutura do carro de produto acabado.	40
Figura 29: Curva apertada realizada no Armazém de cartão e esferovite	41
Figura 30: Raios de giração máximo e mínimo para um comboio logístico realizar uma curva de 180°	41
Figura 31: Esboço de como seria a altura de montagem das rodas fixas.	43
Figura 32: Desenho esboço 3D do protótipo para carro de células	44
Figura 33: Exemplo de um quad-steer cart.	47
Figura 34: Bordo de linha visto do interior de uma célula.	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: <i>Resumo dos problemas inicialmente encontrados nos milk run</i>	17
Tabela 2: <i>Descrição e número de carros logísticos presentes na BT actualmente</i>	19
Tabela 3: <i>Pesos relativos aos materiais transportados nos carros logísticos</i>	25
Tabela 4: <i>Pesos estruturais dos carros logísticos</i>	25
Tabela 5: <i>Peso máximo (estrutura do carro+pesos transportados) dos carros logísticos</i>	25
Tabela 6 : <i>Resultados obtidos com a alteração do eixo de ligação e localização das rodas fixas</i>	36
Tabela 7: <i>Resultados para colocação de conta pesos nos carros logísticos</i>	37
Tabela 8: <i>Resultados para teste de milk run só de produto acabado, carros actuais</i>	39

1.INTRODUÇÃO GERAL

O grupo BOSCH é neste momento, um dos maiores grupos multinacionais e nasceu, como em todas as grandes histórias de sucesso, da visão simples e revolucionária de um homem: Robert Bosch.

Presentemente o grupo BOSCH tem tanto de diversidade como de êxito. Podemos encontrar a marca BOSCH em peças sobresselentes e acessórios para automóveis, auto rádios, sistemas de navegação, sistemas de injeção a diesel e a gasolina, frigoríficos, máquinas de lavar, sistemas híbridos, caldeiras, esquentadores, sistemas de alarme, vigilância, ferramentas de medição, equipamento de jardinagem, equipamento hidráulico e pneumático, desde os mais simples perfis de montagem até ao sistema intrincado de robots que embalam 40 000 chocolates por hora. Este é o maior feito do grupo BOSCH, a sua capacidade de adaptação às novas exigências de mercado, aliada a um espírito empreendedor de corresponder às necessidades do consumidor global dos dias de hoje.

1.1. Grupo BOSCH: dados e factos

A criação do grande grupo multinacional BOSCH ocorreu no ano de 1886, em Estugarda pela mão de Robert Bosch, nome esse que seria a designação da empresa durante muitos anos. Esta começou por ser uma Oficina de Mecânica de Precisão e desde então a *Robert Bosch* tem traçado um percurso assente no entusiasmo, inovação tecnológica e sentido de responsabilidade social e ecológica, mostrando paixão pela inovação e um espírito arrojado, tornando-se assim num dos maiores grupos industriais da Alemanha.

Foi no ano de 1932 que se deu a integração da *Junkers & Co*, fundada por Hugo Junkers, na *Robert Bosch GmbH* e arrancou o início da Divisão Termotécnica da Robert Bosch, divisão actualmente responsável pela produção de aparelhos de aquecimento, esquentadores e caldeiras de gás, abrindo recentemente lugar para a produção de painéis solares.

Com 18 fábricas, espalhadas por países da Europa e na América do Norte, a Bosch Termotécnica é hoje o principal produtor europeu e um dos líderes internacionais de esquentadores e caldeiras, responsável por uma vasta gama de produtos que chegam ao consumidor sob diversas marcas.



Figura 1: Os primórdios da fábrica Robert Bosch e dos cartazes de esquentadores
(Imagens retiradas de: *Vulcano Termodomésticos SA Inovação e Liderança para um mundo de conforto*, disponível em www.av.pt.bosch.com)

1.2. BOSCH Termotecnologia SA: o começo.

Com base num contrato de licenciamento com a Robert Bosch, a empresa *Vulcano* iniciou a sua actividade em 1977 em Cacia, Aveiro, deslocando tecnologia usada pela empresa alemã a nível dos esquentadores Junkers. Rapidamente a Vulcano se tornou líder de mercado nacional de esquentadores, crescimento esse apoiado na qualidade dos aparelhos que

produziam, numa clara estratégia de vendas consolidada pelo lançamento de uma marca própria (a Vulcano) e de uma assistência pós-venda muito apreciada.

Anos mais tarde a Vulcano, constituída inicialmente por capital totalmente nacional, sofre um processo de aquisição da maioria do seu capital pelo grupo BOSCH, tornando-se na *Vulcano Termodomésticos SA*, passando a integrar a divisão de Termotécnica da BOSCH que transfere para Portugal competências e equipamento existentes, iniciando uma especialização dentro do Grupo.



Figura 2: Vulcano em Abril de 1977
(Imagem retirada de revista *Mundo V* – edição 14 de 2007), disponível em www.av.pt.bosch.com)



Figura 3: BOSCH Termotecnologia SA actualmente
(Imagem retirada de: *Vulcano Termodomésticos SA Inovação e Liderança para um mundo de conforto*, disponível em www.av.pt.bosch.com)

Hoje em dia, com a aquisição de todo o capital da empresa, a Vulcano passa a denominar-se *BOSCH Termotecnologia SA* (BT), que é líder do mercado europeu desde 1992 e terceiro produtor mundial de esquentadores. A BT é neste momento muito importante para a “empresa mãe” Robert Bosch (RB), pois alberga o seu Centro de Competência a nível dos esquentadores, estando sobre a sua alçada a concepção e desenvolvimento de novos aparelhos bem como a sua fabricação e comercialização.

A existência de uma unidade de Investigação e Desenvolvimento faz da BT um centro de avanço tecnológico por excelência a nível mundial.

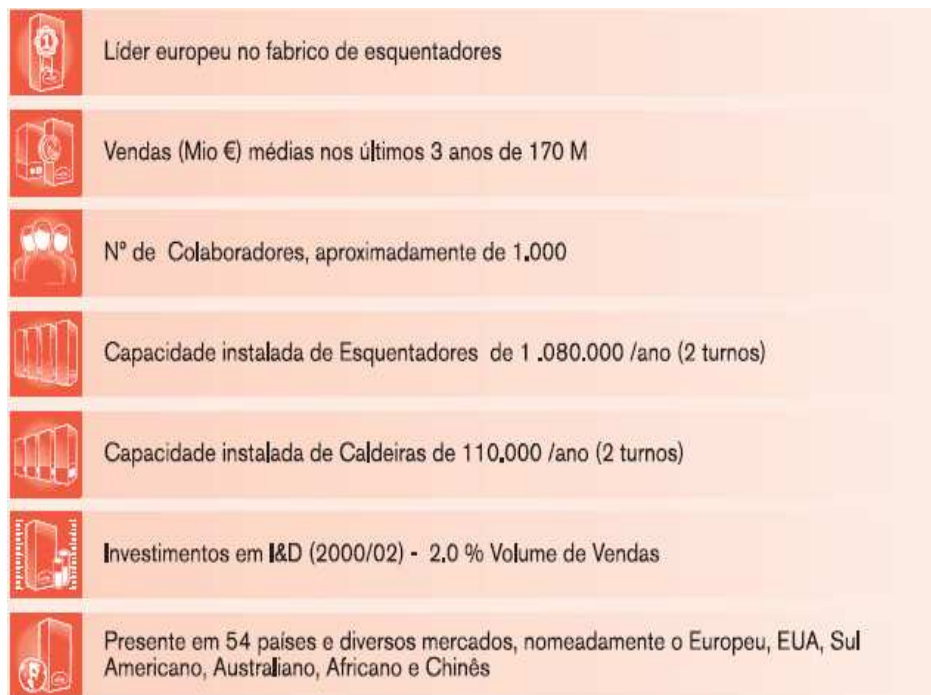


Figura 4: Alguns números de relevo a propósito da BT

(Tabela retirada de: *Vulcano Termodomésticos SA Inovação e Liderança para um mundo de conforto*, disponível em www.av.pt.bosch.com)

1.2.1. Princípios, Organização e Departamentos

A BT tem em vista um objectivo: satisfação de clientes e colaboradores. É por isso que incentiva o envolvimento de todos os seus colaboradores no seu trabalho diário, valorizando as suas competências para que desta forma possam ultrapassar as expectativas do cliente e melhorar a rentabilidade da empresa. A BT possui uma mentalidade internacional e encoraja a diversidade cultural, melhora continuamente os seus processos segundo avaliações rigorosas e comparações internacionais.

A empresa encontra-se dividida em três áreas fulcrais: Financeira, Vendas e Técnica. O departamento de interesse relevante para o presente Projecto é o Técnico pois este coordena todas as áreas com responsabilidade no processo produtivo, e incentiva a dinamização de actividades e projectos, de forma a otimizar resultados. Este departamento de carácter abrangente engloba outros mais específicos, tais como: a Qualidade, Desenvolvimento, Infra-estruturas, Gestão de Projectos, Melhoria Contínua etc., e foi precisamente nesta divisão, a de Melhoria contínua, que por sua vez é constituída pelo “Bosch Production System” (BPS) e o “Continuous Improvement Process” (CIP), que teve lugar a realização do Projecto, mais propriamente, na secção BPS.

1.2.2. O Bosch Production System (BPS)

O BPS é uma criação da BOSCH para todo o seu grupo, que tem por base a gestão integrada da cadeia de valor. Tem como principais objectivos:

- i) otimizar o processo de produção;
- ii) reduzir os “lead times”;
- iii) reduzir os custos e desperdícios em todos os processos, tornando-os mais simples, mais transparentes e flexíveis;
- iv) garantir a qualidade que é tão apreciada pelos clientes.

Em poucas palavras trata-se de uma forma de ter o produto certo, na quantidade certa e no momento certo.

As actividades do BPS são efectuadas nos três principais segmentos que constituem a cadeia de valor da empresa:

- “*Source*” – ligada aos fornecedores
- “*Make*” – ligada à produção interna
- “*Deliver*” – ligada à entrega do produto final ao cliente

O BPS baseia-se em oito princípios fundamentais, que funcionam como uma espécie de regras estruturais, definindo a orientação dos processos e da produção.

Princípios BPS

- *Orientação ao Processo* – se todos os postos de trabalho forem orientados por processo reduz-se os desperdícios e aumenta-se a eficácia;
- *Sistema “Pull”* – é apenas produzido o que o cliente solicita;
- *Normalização* – adoptar sempre que possível standards;
- *Qualidade Perfeita* – não receber, não produzir, não enviar defeitos;
- *Flexibilidade* – o cliente espera uma agilidade e capacidade de adaptação da empresa na resposta a diferentes pedidos;
- *Processos transparentes* – num processo transparente todos conhecem os caminhos a seguir para atingir um dado objectivo;

- *CIP – Melhoria contínua e eliminação de desperdícios* – há sempre espaço para melhorar;
- *Envolvimento e delegação de poder nos colaboradores* – a contribuição de cada um é muito importante para o sucesso da empresa;

Para pôr em prática estes princípios, o BPS socorre-se de elementos específicos, os chamados Elementos BPS. Estes elementos são, na sua essência, as ferramentas que permitem aplicar os Princípios BPS.

Elementos BPS

- *Tópicos Gerais* (“Value Stream Planning”, Desenho para a produção, Planeamento do ciclo de vida do produto, normalização, CIP.etc.)
- *Qualidade*
- *Produção*
- *Logística*

É aqui, na divisão da logística interna que o objecto de estudo deste Projecto está inserido.

1.2.3. Logística

A secção de logística ou a “lean logistics”, como também pode ser designada, é o motor de toda a cadeia produtiva, garantindo o melhor fluxo de materiais desde a encomenda aos fornecedores e até à entrega a clientes.

- *Sistema Pull* – o uso deste sistema, tal como já foi anteriormente referido, permite uma maior flexibilidade de resposta, e reduzir stocks. Este sistema requer o uso perspicaz de “Kanban’s” e *Supermercados*.
- *Nivelamento* – o que é pretendido é separar volumes de produção de volumes de procura, nivelar a produção de acordo com o princípio pull, minimizando desperdícios de materiais e recursos.
- *“Point of use provider”* – pretende-se assegurar o fornecimento de matéria-prima à produção e linhas de montagem. O objectivo é mover o menor volume na distância mais curta até ao “point of use” no espaço de tempo necessário e com a informação necessária.

- *Logística externa* – o fluxo de materiais e informação, flui entre a fábrica e o fornecedor assim como o inverso.
- “*Ship to line*” – o material que é necessário é enviado directamente ao point of use sem armazenamento, e sem “quality inspections and over-checks”.
- “*Milk Run*” interno – meio de movimentação que transporta materiais das secções para as linhas, abastecendo desta forma os postos de trabalho.

1.3.Milk Run Interno na BOSCH

A introdução anterior foi baseada em dados recolhidos da intranet da BOSCH, nomeadamente da secção BOSCH BPS Intranet ¹, e após este início, sem dúvida indispensável e vantajoso para melhor compreender a fábrica e as linhas de orientação que esta utiliza no dia-a-dia, é agora o momento de introduzir o verdadeiro propósito deste Projecto, assunto esse relacionado com o *Milk run* e o *redesenho dos comboios de abastecimento*.

O desenvolvimento deste tema foi já iniciado no contexto da secção de logística, e ao qual se pode acrescentar agora, que os *milk run* são elementos essenciais para o funcionamento pleno da linha de produção. Asseguram o abastecimento cíclico de materiais e reduzem os stocks no armazém. O fluxo de materiais entre as secções de fabrico e as de montagem é maioritariamente tratado por eles. A quantidade de material transportado nos comboios logísticos depende da taxa de consumo nas linhas, o que permite à produção ter um controlo do inventário e quantidade de trabalho em processo.

Os milk run são constituídos por um veículo de tracção, que vulgarmente se denomina por mota que é conduzido por um operador, e por um certo número de carros logísticos atrelados (nos quais é transportado o material), que no conjunto formam o *comboio logístico* ou *milk run*. (ver Figuras 5a e 5b)

¹

¹ Alguns destes dados apenas estão disponíveis a colaboradores internos da BOSCH.



(a)



(b)

**Figura 5: Exemplo de um carro logístico (fig. 5a) e exemplo de um *milk run* (fig. 5 b).
(Imagens obtidas na BT)**

Actualmente na fábrica existem problemas de segurança e qualidade no transporte de materiais, devido ao facto de haver um número de carros máximo que pode ser transportado em segurança (presentemente 4 carros).

Foi com base neste problema que surgiu o objectivo deste Projecto. Este consistirá em estudar e implementar soluções que permitam um maior número de carros atrelados cumprindo elevados requisitos de segurança (reduzir perdas de material, “serpentear” dos carros, corte de curvas). Este requisito é de elevada importância para a BT que actualmente tem necessidade de utilizar um *milk run* com seis carros logísticos.

Para tal será conveniente, antes de mais, aprofundar um pouco o conceito de milk run, fazendo o seu enquadramento no campo da produção e deixando bem clara a sua pertinência.

2. APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

2.1. Descrição do Milk Run

Os *milk run* são uma criação recente e estão cada vez mais a difundir-se na indústria actual, pois resultam da necessidade de transportar bens, informação e materiais de um local para outro dentro de uma fábrica. Esta movimentação pode ser feita de forma manual, puxando os carros, ou através de carros atrelados a um veículo motorizado, o que facilita e muito a gestão da logística da circulação de materiais. Este método tem-se mostrado ser mais eficaz e económico em relação a outros métodos que existiam, tais como o uso de empilhadores (“forklifts”).

Numa fábrica como a BT é vital o transporte de materiais. Todos os *milk run* da BT têm uma rota normalizada. Esta baseia-se numa sequência de tarefas predefinidas para o abastecimento de uma linha de produção, célula de montagem ou uma secção, num determinado tempo de ciclo. Estas tarefas, bem como a forma e o momento de as fazer, permitem organizar e normalizar o trabalho dos milk run.

Neste caso específico, o milk run passa nas secções de fabrico, onde se produzem internamente alguns componentes básicos que compõem o esquentador (chaminés, câmaras de combustão), segue para as secções de pré-montagem e montagem que correspondem às linhas finais e células. Aqui deixa o material e componentes para serem montados e recolhe produto acabado (caixas com esquentadores e caldeiras já montados (as)). Avança depois para o “buffer”. Este consiste numa zona expedição do produto acabado (esquentadores ou caldeiras dentro das caixas embaladas) para no final serem colocados num camião. Tudo isto é feito ciclicamente. O esquema a seguir permite visualizar o que acima foi descrito e os percursos possíveis.

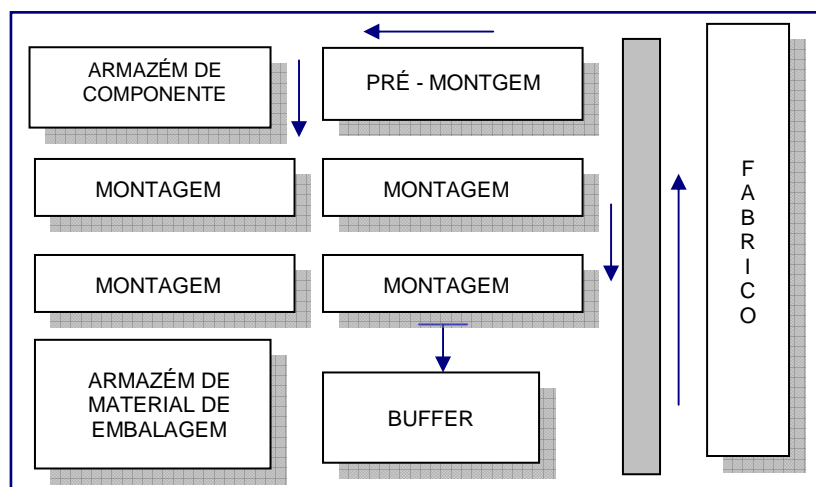


Figura 6: Esquema simplificado das secções da BOSCH Termotecnologia SA.

Convém salientar que a fábrica funciona com um modelo que assenta na utilização de *supermercados* (local onde se deposita o material de uma só referências) e *bordos de linha* (locais onde se depositam materiais de uma ou diferentes referências) para o caso das células de montagem.

Os *milk run* transportam material dos supermercados e descarregam este material para uma espécie de plataformas, algumas ao nível das prateleiras dos carros. A este conjunto de plataformas dá-se o nome de bordos de linha e estes fazem parte das células de montagem. Já os supermercados estão presentes em toda a cadeia de valor, nas secções fornecedoras, no armazém de componentes, e armazém de material de embalagem. O objectivo destes supermercados é fazer com que todo o material necessário à produção esteja sempre disponível, para que todo o sistema funcione. (ver Figura 7)

Ora o consumo de material dá origem a novas ordens de produção (reposição do material), que aparecem através de um *kanban* (cartão que representa o plano de produção). Esta reposição do “stock” é transportada via *milk run*, que volta a percorrer o chão da fábrica para levar o material requerido pela ordem.



Figura 7: Exemplo de um supermercado



Figura 8: Exemplo de bordo de linha

(Imagem 7 retiradas da BOSCH BPS Intranet e imagem 8 obtida na BT)

2.2. Definição de Milk Run

O *milk run* é um método que permite a provisão de material num *takt* (taxa de procura do cliente) definido:

- no momento certo;
- na quantidade e qualidade certas;
- no sítio certo;

O comboio logístico utiliza ciclos regulares, rotas normalizadas, múltiplos pontos de transferência de material dentro da área da produção, abastece material, transmite informação (planos de produção via kanban) e retira contentores/caixas vazias.

Rotas Normalizadas



Figura 9: Etapas geralmente efectuadas numa rota normalizada (imagem retirada do PDF “Internal Milk Run”, a partir da BOSCH BPS Intranet)

Legenda:

- 1- Ordem de produção chega por meio de kanban
- 2- Recolha da ordem pelo condutor do milk run
- 3- Deslocação ao armazém para fazer a recolha do material
- 4- Fazer a transferência de material
- 5- Transportar o material
- 6- Entregar o material nas secções onde é necessário

Pontos de transferência

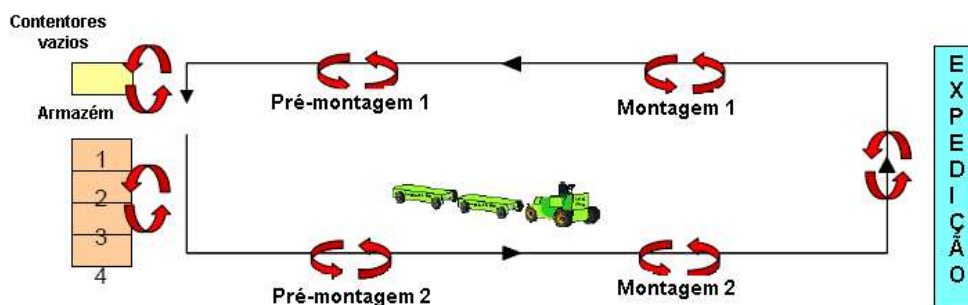


Figura 10: Exemplo de pontos de transferência pelos quais passa o milk run. (imagem retirada do PDF “Internal Milk Run”, a partir da BOSCH BPS Intranet)

Dentro da área de produção, os pontos de transferência consistem em locais onde é entregue o material que está a ser transportado pelo *milk run*, de forma a ser imediatamente usado pela respectiva secção. Estes pontos de transferências designam-se “point of use”. Caso não seja possível esta transferência directa, o material do *milk run* é entregue num ponto de transferência descentralizado, até que um point of use provider (um operador) distribua o material até ao point of use em causa.

As figuras anteriores foram retiradas do documento “Internal Milk Run; Element Description” disponível também na BOSCH BPS Intranet.

2.3. Objectivos e Benefícios dos Milk Run

Tendo como objectivo principal o fluxo célere de materiais dentro da fábrica, os comboios logísticos interno, ou *milk run*, estão a converter-se numa forma eficiente de transportar material entre as várias secções que podem existir numa fábrica.

Estes comboios utilizam um único operador, e puxam uma quantidade de carros logísticos que carregam um grande volume de peças, material, embalagens e outros componentes. Esta solução logística permite grandes poupanças, menos trânsito de meios de movimentação, maior flexibilidade, melhores e maiores “outputs” e maior segurança em relação às alternativas que existiam até à data e que consistiam no uso dos forklifts ou empilhadores. Tal como noutras empresas a nível internacional, também na BT se fez um esforço para reduzir a circulação de empilhadores, reduzindo assim os desperdícios em movimentos e aumentando a segurança.

Foi possível reunir o seguinte rol de pontos benéficos sobre o uso de milk run, consultando pela Internet, a “Conveyer & Caster” e a “Material Handling” (endereços das páginas estão devidamente referenciados na Bibliografia, capítulo 6).

- *Económicos* – poupança a nível de equipamento, recursos humanos, tempo e stocks. O conceito de *milk run*, implica um menor investimento em equipamento quando comparado com o usado anteriormente em empilhadores, também o número de pessoas necessárias, para fazer transportar o material, é significativamente menor. Um único operador movimenta grandes quantidades de carga de uma só vez, eliminando grande parte das deslocações sem carga.
- *Produtivos* – a frequência de um maior número de abastecimentos feita em lotes mais pequenos, origina redução de stocks parados e do “through-put time” do material, oferecendo um maior output final. Permite ainda uma melhor utilização do espaço disponível na fábrica principalmente se forem usados carros logísticos com sistemas direccionais de quatro rodas (precisam de pouco espaço para manobrar).
- *Congestionamento* – o milk run permitiu eliminar os “bottlenecks” de trânsito ao eliminar o uso de empilhadores obrigatórios para transferir material. O milk run transporta maior carga, em termos de volume e peso, em menos viagens. O menor congestionamento na fábrica permite que menos equipamentos e produtos se danifiquem.

- *Flexibilidade* – este método possibilita a adaptação a mudanças de métodos de produção, isto é, sempre que haja necessidade de alterar o layout da fábrica, realizar rotas diferentes ou ocorra uma mudança de “product mix”, os comboios logísticos estão aptos a transportar material de vários tamanhos e formas, facultam mudanças, revisões, variações, ajustamentos e modificações.
- *Qualidade* – aliada à produtividade a qualidade também sai beneficiada, uma vez que os comboios logísticos apenas fazem o abastecimento de matéria fiável (só peças em bom estado e correctas chegam à área de produção) e diminuem a ocorrência de defeitos durante a movimentação.

2.4. Variáveis e Relações Pesquisadas

Após esta abordagem teórica e contextualizada do comboio logístico, falemos agora do tema desta investigação de um ponto de vista mais objectivo e concreto, abordando para tal as principais variáveis que nele se destacam.

O *milk run* da BT é relativamente novo, apenas contabiliza dois anos de existência até ao momento. Foi construído de raiz tendo em vista as necessidades das linhas de produção, isto é, de forma a poder transportar determinadas peças que são parte integrante dos esquentadores e caldeiras, tais como por exemplo: Chaminés, câmaras de combustão, automáticos de gás, etc. e que podem ser consultadas no Anexo A, já na fase em que integram um esquentador.

O primeiro contacto realizado no contexto deste Projecto realizou-se a nível da observação do desempenho regular do *milk run*.

Constatou-se que na BT, os comboios logísticos realizam ciclos de abastecimento às células de produção, de 15 minutos por cada ciclo transportando quatro carros logísticos. Por vezes faz-se o transporte de seis carros logísticos em condições muito restritas como por exemplo, um atraso numa célula logística. Esta configuração é no entanto muito rara, uma vez que actualmente não cumpre as normas de segurança da empresa. Verificou-se ainda, que os *milk run* seguem rotas normalizadas, passando sempre pelos mesmos sítios e abastecendo a mesma célula produtiva. Estas rotas por vezes obrigam os *milk run* executar curvas de 90°, que em certas condições específicas (de velocidade e configuração de carga transportada) dificultam o bom desempenho do comboio logístico. Da análise realizada observaram-se particularmente, os seguintes problemas identificados na Tabela 1.

Tabela 1: Resumo dos problemas inicialmente encontrados nos milk run.

PROBLEMA	Falta de segurança quando se usam seis carros atrelados	Perda de material no decorrer das rotas normais dos milk run	Efeito “serpente” dos carros logísticos em linha recta, ou quando sujeitos a uma travagem brusca	Descontrolo / desliz dos carros logísticos quando ficam sujeitos a uma travagem após ou durante uma curva de 90 graus.
CAUSA	<p>O comboio fica muito instável nas curvas, as causas podem ser de velocidade excessiva, trajetórias erradas, falta sensibilidade do condutor, má configuração da carga nos carros.</p>	<p>O sistema de segurança actual, que é feito via tranca está a apresentar problemas, nomeadamente folgas do uso excessivo. Estas folgas permitem que a tranca "abra" e deixe escorregar o tabuleiro com material. Por outro lado quando os carros embatem, devido a travagens, o material cai por falta de apoio.</p>	<p>O único eixo de ligação entre os carros não lhes garante uma estabilidade quando estes passam por piso desnivelado.</p>	<p>Quando em curva, e em situações em que se transportam 5 ou 6 carros, os últimos carros do comboio ficam muito instáveis, isto porque: o peso transportado está localizado muito acima do chão e numa curva a quase totalidade do carro inclina para o exterior da curva e leva a que a roda direccional interna perca contacto com o piso e leve a um completo descontrolo do carro e do carro seguinte consequentemente. Rodas de poliuretano, pouca aderência.</p>

Estes são os problemas mais críticos, e estão principalmente relacionados com aspectos estruturais dos carros logísticos; altura das prateleiras do carro de forma a carregar os materiais, tipo de rodas e direcção escolhidas e ainda o sistema de engate. O tipo de construção destes carros está a potenciar problemas no desempenho dos mesmos, quando estes ficam sujeitos a certas condições de trabalho (velocidade, número de carros atrelados, problemas ocasionais de trânsito nas vias de passagem da rota). Para melhor perceber isto, no capítulo 3 a estrutura mecânica dos carros logísticos será examinada com maior detalhe.

Nas indústrias dos dias de hoje existem várias soluções diferentes de comboios logísticos, tal pode ser verificado consultando o “United States Patent Application Publication” onde podem ser encontradas várias referências a “tugger carts” que são o equivalente aos carros logísticos aqui mencionados.

Não existe no entanto uma solução normalizada ou standard; existem sim vários modelos de carros logísticos, que são escolhidos mediante as necessidades do *cliente* em questão. No Anexo C do presente relatório, podem ser consultadas duas patentes que tiveram especial relevo na realização deste trabalho.

Após este primeiro estudo e recolha de informação “in situ” foi executada alguma pesquisa através da Internet, uma vez que ainda não existe documentação em formato científico acerca deste tema, e foram encontradas no mercado norte-americano, nomeadamente nas empresas “Topper Industrial” e na “Peregrine Inc.”, algumas soluções que envolviam o uso de carros com um sistema de direcção e rodas muito engenhoso que dotava os carros de uma maneabilidade notável além de aparentemente permitir uma maior estabilidade de todo o comboio e usar sem problemas de segurança os seis carros desejados. Estas soluções serão referidas à posteriori em contexto apropriado à sua explicação.

3. APRESENTAÇÃO DO PROJECTO

3.1. Análise Detalhada dos Problemas

Como já foi referido no capítulo 2, o trabalho desenvolvido durante este Projecto iniciou-se com uma fase de recolha de dados não estruturada, que consistiu numa observação atenta do desempenho dos comboios logísticos na BT. Isto permitiu captar a verdadeira natureza dos problemas já expostos na Tabela 1. O passo seguinte consistiu numa pesquisa, mais específica e organizada, em torno do propósito deste trabalho.

Esta pesquisa teve o seu princípio na averiguação do número real de carros logísticos existentes na fábrica. Para tal, efectuou-se uma rotulagem de todos os carros que se usam atrelados no *milk run*. Esta rotulagem implicou percorrer toda a fábrica de forma a ter um registo fiável e estendeu-se ao longo de várias semanas. Desta forma foi possível conhecer os vários tipos de carros logísticos que a BT utiliza e as características particulares que os distinguem, nomeadamente o tipo de material que transportam. Estes meios logísticos estão especificados na Tabela 2, que foi construída com base nesta primeira etapa. Para mais detalhes pode consultar-se o Anexo B, onde se encontra a tabela completa dos meios de movimentação logísticos.

Na tabela, acima referida, são apresentados os carros, as suas designações internas (carro de frentes, carro de produto acabado etc.), o tipo de utilização a que estão sujeitos (transporte de frentes dos esquentadores, de chaminés, etc.) e a quantidade de carros logísticos que foi registada durante a rotulagem, por fim, as designações A, Aa, D, etc. correspondem a letras de referência do tipo específico de carro, e que fazem parte da etiqueta que este agora possui.

Tabela 2: Descrição e número de carros logísticos presentes na BT actualmente

Descrição do carro logístico		Utilização	quantidade	
Carros de <u>Frentes</u>		transporte de frentes de 16litros	101	A
		transporte de frentes de 5, 10 e 13 litros	214	Aa
Carros de <u>Produto Acabado</u>		transporte de esquentadores	32	D
		transporte de caldeiras. Carro BAXI	3	Dd
Carros de <u>Chaminés</u>		transporte de 16 chaminés	62	E
Carros de <u>Armazém</u>		transporte de AGU, HDG, espelhos, O'ring's, Kits, tubos alimentação, impressos	7	G
			7	Gg
			4	G*
Carros de <u>Automáticos de Gás</u>		transporte de 16 automáticos de gás	122	H
<u>"Troleys"</u>		várias utilizações	151	C
Carros de <u>Câmaras de Combustão</u>		transporte de 16 chaminés	132	F
		transporte de 32 chaminés	89	Ff
Carros de <u>Rede</u>		transporte de vasos de expansão	5	Bb
		transporte de paineis, bombas, blocos, válvulas	20	B

Estes números perfazem no total 949 carros logísticos que circulam na BT.

Durante esta etapa de rotulagem foram também analisados atentamente alguns pormenores importantes relacionados, com a estrutura dos carros.

No entanto, antes de abordar estes pormenores é fundamental esclarecer neste ponto que estes carros são constituídos por uma estrutura metálica em tubo oco rectangular, têm uma altura média de 1600 mm, geralmente possuem duas prateleiras (excepto carros de produto acabado e trolleys que só transportam uma palete, e carros de armazém que podem ter três a quatro prateleiras), e podem ter um conjunto de rolos, que permite deslizar os tabuleiros nas quais é colocado o material o que facilita a transferência deste para os bordos de linha das células. É apenas nestas prateleiras que se faz o transporte do material: chaminés, automáticos de gás, câmaras de combustão, ou ainda, caixas de material vário. Todos estes detalhes podem ser observados na Figura 11.

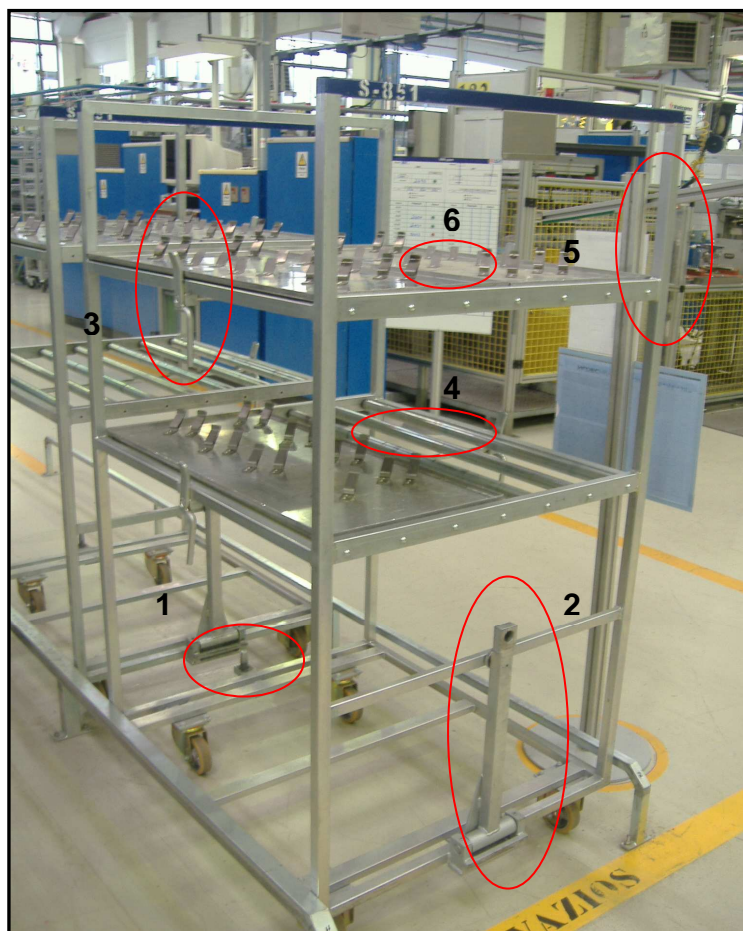


Figura 11: Exemplo de um carro logístico que transporta automáticos de gás. É constituído por tubos ocos rectangulares $c \times l \times a = 20 \times 25 \times 1425\text{mm}$ (5), um sistema de conexão que é composto por pino de fixação (1) e eixo de ligação (2), um sistema de tranca de segurança (3) e neste caso específico duas prateleiras de rolos (4) que permitem o deslize dos três tabuleiros visíveis, com encaixes metálicos para os automáticos de gás (6).

(Imagem obtida na BT)

Os bordos de linha acima mencionados são basicamente os locais, onde a célula recebe o material que usa no processo produtivo. Estes bordos são constituídos por um conjunto de *racks*. Um rack é uma fila dinâmica que permite armazenar caixas standards BOSCH ou material dos carros logísticos. O rack permite garantir o princípio FIFO (“First In First Out”).

A altura dos bordos de linha das células teve implicação directa na construção dos comboios logísticos de forma a permitir uma transferência de material simples e rápida (ver Figura 12). Esta é a razão pela qual os carros logísticos têm as suas prateleiras a um nível tão elevado.

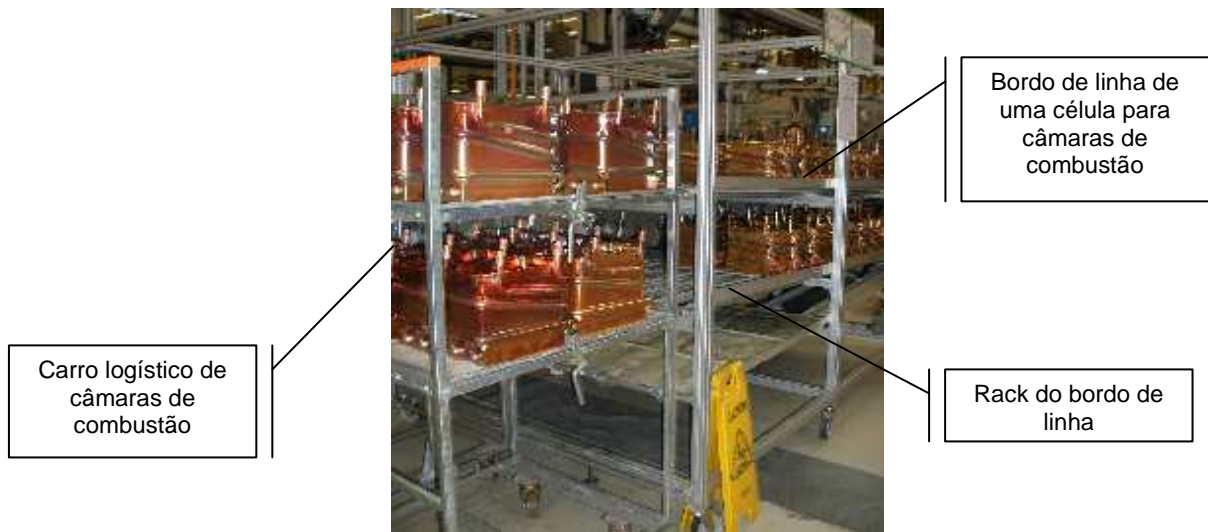


Figura 12: Exemplo da transferência de carga entre o comboio logístico e os bordos de linha.
(Imagem obtida na BT)

De seguida estão referidos os principais problemas/pormenores investigados, com uma pequena descrição da sua importância e detalhes relevantes.

3.1.1. Sistema de Engate

O sistema de engate destes meios foi um dos primeiros pontos em foco nesta primeira etapa. Este sistema é de fundamental interesse, uma vez que é o responsável directo pela ligação entre os carros no *milk run*. Todos os carros logísticos (à excepção dos carros tipo “trolley”) possuem este sistema de engate. Para melhor perceber isto atente-se às Figuras 13a e 13b referentes aos elementos pino de fixação e eixo de ligação respectivamente.



(a)



(b)

Figura 13: Eixo de ligação (fig. 13a) e pino de fixação (fig. 13b)

(Imagens obtidas na BT)

Este sistema possui vantagens e desvantagens. As principais vantagens dizem respeito à simplicidade da construção, que permite que os carros facilmente se engatem e desengatem uns dos outros, o que permite não perder muito tempo, ao fazer a retirada e recolocação dos carros no *milk run*. Possui duas posições: eixo de ligação na vertical seguro por um ímã associado ao carro (representação na Figura 13a), ou eixo de ligação na horizontal, com o orifício de engate encaixado no pino de fixação, ficando dois carros atrelados. Como pontos de desvantagem, estes elementos têm vindo a sofrer desgaste devido ao uso intensivo. Tal pode ser constatado nas figuras, os pinos estão a sofrer um desgaste acentuado. No caso dos eixos de ligação, (occos, com espessura de 3 mm e comprimento de 500 mm) devido a algumas paragens mais repentinas do comboio logístico, ficam sujeitos a forças de travagem elevadas, agravadas pelas massas elevadas do material transportado, levando alguns a começar a entortar-se (situação de empeno).

3.1.2. Rodas e Direcção

A opção de rodas escolhida para os carros logísticos teve em consideração alguns aspectos importantes: tipo de piso da fábrica (liso), massa da carga transportada, e frequência de utilização dos carros. Foi com base nestes factores que foram escolhidas rodas de poliuretano vermelho, com diâmetro de 100 mm e capacidade de carga a rondar os 700 kg. Estas rodas são indicadas para pisos lisos e requerem pouca manutenção, o que as torna ideais para a fábrica. No entanto apresentam, pouca aderência ao piso havendo por vezes derrapagens dos carros.

Convém também mencionar que a “direcção” aqui indicada exprime o tipo de fixação e localização das rodas nos carros. Existem duas rodas giratórias, ou direccionais, que são responsáveis pela direcção do carro, fixadas à estrutura deste na parte da frente, e duas rodas fixas colocadas na “traseira” do carro.

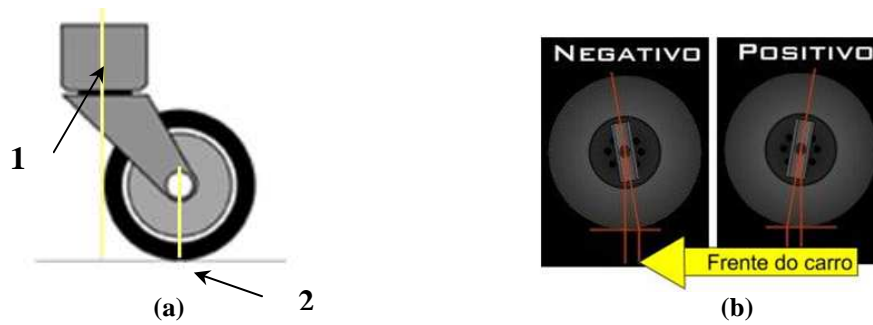


Figura 14: Exemplo de uma roda giratória dianteira idêntica à dos carros logísticos (fig. 14a) e Caster positivo ou Caster negativo (fig. 14b) (imagens retirada de www.rcmasters.com.br)

Para explicar melhor este tipo de rodas, pode-se usar como referência, um artigo escrito por Cristiano Gimenes, que pode ser visualizado em <http://www.rcmasters.com.br>. Neste artigo, à inclinação para a frente ou para trás, da linha central do pivot de sustentação da roda dá-se o nome de *Caster*.

“Um Caster positivo é aquele que é obtido quando se inclina o pino mestre (fig.14a referência 1), para que o prolongamento deste pino intercepte o solo, à frente da área central de contacto da roda (fig.14a referência 2). Este Caster positivo tende a corrigir a roda quando o veículo está a avançar para frente, e é usado para melhorar a estabilidade em linha recta. O mecanismo que causa esta tendência é ilustrado claramente pelas rodas dianteiras de um carrinho de supermercado.

Quando o carro é empurrado para frente, a linha central do pino mestre arrasta a roda, e como esta está a ser "puxada" ela tende a seguir o pino mestre. Se a linha central está alinhada exactamente na vertical, ou seja, a sua linha central coincide com o contacto da roda com o solo, então o Caster é 0”.

Este aspecto, assim como o da *Convergência* das rodas, serão abordados mais à frente na fase de *Definição dos Testes* no capítulo 3.

A Figura 15 diz respeito a um esboço da parte inferior de um carro logístico, género, localização e disposição das rodas.

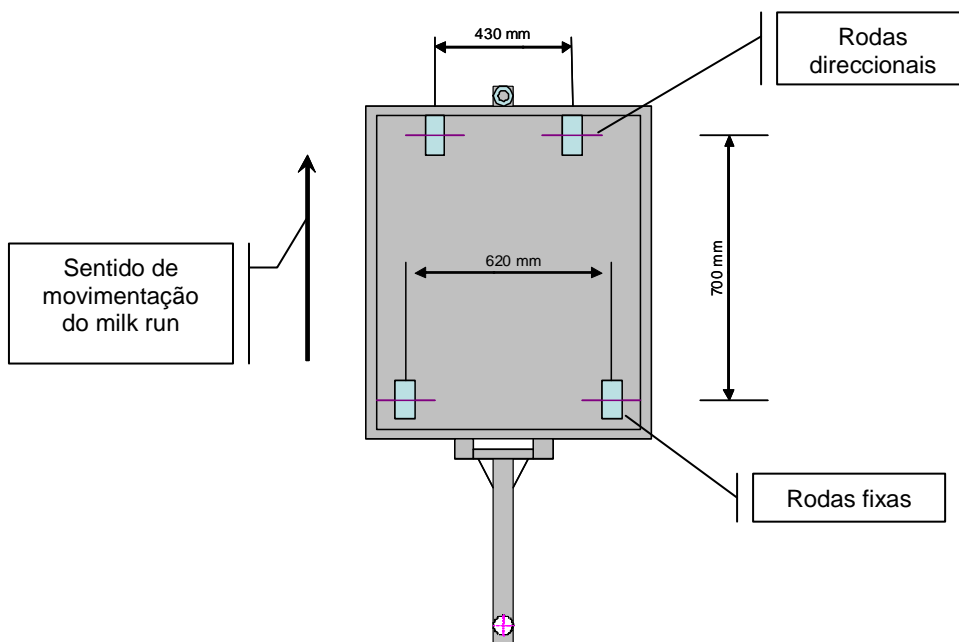


Figura 15: Esquema simplificado da posição e tipo de rodas usadas num carro logísticos.

3.1.3. Localização dos Centros de Massa

Este ponto tem uma importância especial a nível do equilíbrio da carga nos carros. É importante não esquecer, que o posicionamento das prateleiras nos carros foi pensado e projectado, com base na altura das prateleiras dos bordos de linha existentes, e que a carga ou material transportado nos carros é todo colocado nestas prateleiras.

Numa primeira análise muito rudimentar, de forma a simplificar os cálculos, não se utilizou a contribuição da massa da estrutura do carro. Também para efeitos de simplificação, considerou-se que a área ocupada pelo material transportado é rectangular. Após a realização de alguns cálculos de localização do centro de massa, pode-se afirmar que este está a cerca de 106 mm do chão. Esta localização não é de facto muito razoável, dado que mais de metade da estrutura do carro está simplesmente vazia, e a carga é transportada a uma altura crítica que pode ficar instável caso o comboio realize curvas de raio mais reduzido.

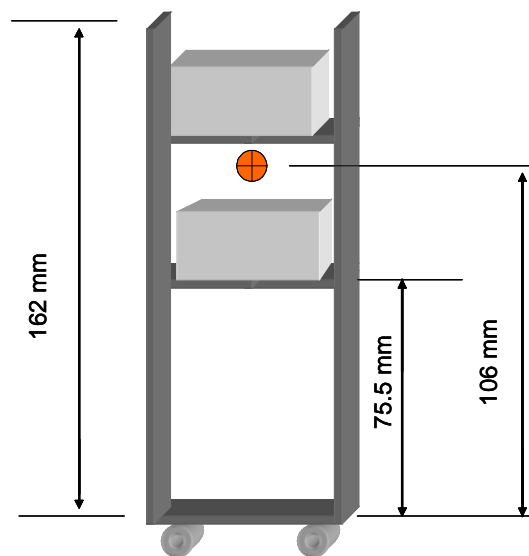


Figura 16: Esquema básico do centro de massa para um carro logístico.

3.1.4. Massas Transportadas

Foi também dedicada atenção ao tipo de material que os carros transportam, procedendo-se em seguida a uma pesagem de todos esses tipos, de forma a reunir informação correcta do peso a que um carro logístico está normalmente sujeito. Aproveitando esta análise realizou-se também a pesagem dos carros e este procedimento permitiu a elaboração das Tabelas 3, 4 e 5.

Este facto é importante para saber a carga a que um carro logístico está sujeito e o peso ou a capacidade que as suas rodas têm que suportar.

Tabela 3: Pesos relativos aos materiais transportados nos carros logísticos

Designação dos Carros	Material Transportado	Massas (kg)	
		médios	máximos
Produto acabado	Palete (27kg) + cartão + esferovite	42.00	42.00
Produto acabado	Palete (27kg) + 16 esquentadores	216.60	254.20
Produto acabado, BAXI	Palete (32kg) + 16 caldeiras	464.00	600.00
Armazém externo, com contrapeso	10 caixas de material variado	44.20	44.20
Armazém externo, sem contrapeso	10 caixas de material variado	44.20	44.20
Chaminés	16 chaminés	30.10	53.10
Automáticos de Gás	16 Automáticos de Gás	21.70	22.94
Câmaras de Combustão	16 Câmaras de Combustão	51.60	63.33
Rede (armazém interior, 3 prateleiras)	Material variado	52.40	52.40
Rede (armazém interior, 5 prateleiras)	Material variado	64.40	64.40
Frentes 14, 17 litros	16 Frentes	57.60	31.60
Frentes 6, 10, 13 litros	16 Frentes	38.90	49.68

NOTA: Os pesos médios dizem respeito a uma média efectuada com base nos diferentes modelos existentes de alguns materiais tais como: caldeiras, esquentadores, automáticos de gás etc.,

Tabela 4: Pesos estruturais dos carros logísticos

Designação dos Carros	Massas (kg)
Carro Produto acabado	78.5
Carro Armazém externo, com contrapeso	177.7
Carro Armazém externo, sem contrapeso	77.7
Carro Chaminés	74.5
Carro Automáticos de Gás	74.5
Carro Câmaras de Combustão	74.5
Carro Rede (armazém interior)	82.5
Carro Frentes 14, 17 litros	44.5
Carro Frentes 6, 10, 13 litros	37.5

Tabela 5: Peso máximo (estrutura do carro+pesos transportados) dos carros logísticos

Designação dos Carros	Massas (kg)
Carro BAXI (com caldeiras)	678.50
Carro Produto acabado (com esquentadores)	332.70
Carro Produto acabado (só com cartão)	120.50
Carro Armazém externo, com contrapeso	221.90
Carro Armazém externo, sem contrapeso	121.90
Carro Chaminés	127.60
Carro Automáticos de Gás	97.44
Carro Câmaras de Combustão	137.83

Dos carros logísticos descritos, os de Produto acabado, Frentes, Armazém externo (com e sem contrapesos), Chaminés, Automáticos de gás e Câmaras de combustão são os mais visados neste Projecto, e será sobre eles que se irão efectuar alterações e/ou testes. Foi nomeadamente com estes carros que ocorreram alguns incidentes que envolveram perda de material e de tempo nas rotas dos milk run. Dois destes incidentes estão registados nas Figuras 17a e 17b.



(a)



(b)

Figura 17: Exemplos de ocorrências com o milk run que envolveram perda de materiais.
(Imagens obtidas na BT)

Estas ocorrências aparentemente, ficaram a dever-se a problemas no sistema de tranca de segurança, mas existem também casos em que houve inclusivamente queda de um dos carros logísticos quando o comboio efectuava uma curva. Neste caso em específico, seguia um carro de câmaras de combustão mais pesado (137.83 kg) em último lugar, e um carro de frentes vazio (44.50 kg) em penúltimo lugar, esta não conformidade de carga causou alguma instabilidade no comboio.

Problemas como estes e o chamado “resvalar” (derrapagem) do comboio nas curvas são muito típicos na BT.

Após a recolha de informações destes incidentes, e decorrida a fase de investigação no terreno, atingiu-se o momento de tratar os dados recolhidos. Para tal começou-se por realizar alguns contactos com empresas, já com alguma experiência neste campo, e que já foram aqui referidas: a Peregrine Inc. e a Topper Industrial.

Estas duas empresas norte-americanas desenvolveram carros logísticos, ou tigger carts, que têm algumas particularidades. Estes carros utilizam uma estrutura um pouco mais robusta (em aço tubular industrial) e um sistema de direcção constituído por um “spindle steer”, que permite que cada roda vire independentemente do eixo, garantindo um efeito pivot mínimo no centro do carro, o que assegura uma maior estabilidade da base ao realizar curvas (ver Figura 18). Trata-se de um sistema inventivo, que permite uma flexibilidade de movimentos muito boa mas que economicamente se torna mais dispendioso. Este sistema é bastante diferente do actualmente empregue nos carros logísticos da BT.

Para este caso, os carros possuem um elemento pivot, o pino de fixação. Este elemento está directamente ligado/soldado ao centro do carro. O carro, por sua vez possui um par de rodas direccionais fixas à sua estrutura, e que dependendo do sentido para qual o pino é “puxado” acaba por direccionar as rodas e “arrastar” o carro nessa direcção, o que causa uma maior instabilidade e maior fadiga na estrutura do carro. (ver Figura 19).



Figura 18: Sistema spindle steer
(Imagem retirada de www.topperindustrial.com)



Figura 19: Sistema actual dos carros da BT
(Imagem obtida na BT)

Em sequência da abordagem feita a estas empresas acima citadas resultou uma troca de informações preciosa, que possibilitou delinear previamente o seguinte conjunto de factores, imperativos no bom desempenho dos carros logísticos. Estes factores são válidos para ambos os sistemas referenciados anteriormente.

Factores que condicionam a segurança e bom desempenho dos milk run:

- **Velocidade** – velocidade recomendada é de 5 mph ou 8 km/h
- **Superfície do material / Condições superficiais** – estado do piso influencia a tracção nas rodas.
- **Paragens abruptas/ Condições de manobra** – Exemplo: o milk run pára abruptamente enquanto alguns carros logísticos ainda estão a realizar uma curva.
- **Configuração da carga** – a CARGA deve ser feita do início para o fim do comboio, a DESCARGA é feita do fim para o início do comboio.
- **Rampas** – Exemplo: milk run a travar a descer uma rampa.

3.2. Definição de Testes

Após o levantamento da situação actual, e reunião de informação detalhada acerca dos *milk run* e dos seus problemas, terminámos a primeira fase deste Projecto. É possível agora avançar para uma nova fase de formulação de contra medidas e melhorias a implementar. A esta fase designou-se por: *desenho da situação futura*.

Esta fase teve o apoio do *KAIZEN Institute* que durante dois dias, juntamente com responsáveis da logística interna e do BPS, realizaram um “workshop” acerca dos meios de movimentação logísticos. Nesta actividade foi-nos possível debruçar sobre todos os problemas, que já aqui foram abordados na Tabela 1, secção 2.4 do presente relatório, e foram estudadas algumas possíveis soluções.

Esta etapa consistiu inicialmente na esquematização das alterações e melhorias que se pretendia introduzir nos carros logísticos, seguindo-se a formulação e realização de um conjunto de experiências, de forma a testar as modificações, e garantir a validade interna destas.

As ideias para modificações nos carros, que surgiram desse workshop estão a seguir expostas:

- Encurtar os eixos de ligação;
- Mudar a disposição das rodas;
- Mudar ponto de fixação das rodas fixas;
- Aplicar uma convergência negativa às rodas fixas;
- Contrapesos (de forma a baixar o centro de massa dos carros);
- Experimentar rodas de borracha elástica, com rolamentos de esferas;
- Aplicar elásticos de segurança, de forma a reforçar a zona das prateleiras;

Todas estas ideias visavam combater os problemas dos *milk run*. Problemas de oscilação do comboio em recta, deslize das últimas carruagens quando sucedem paragens repentinas em curva, queda de material das prateleiras dos carros logísticos e ainda corte de curvas.

Posteriormente à fase de idealização, seguiu-se a fase de testes. Estes testes foram realizados usando um comboio logístico com seis carros atrelados. Este é o número máximo de carros que se pretende atrelar à mota do *milk run*. Por outro lado, os principais parâmetros considerados essenciais a respeitar e a cumprir na BT são:

- i. *Curvas a 90°*: o comboio logístico deverá conseguir realizar este tipo de curvas em segurança, isto é, sem deslizar, sem cortar as curvas e sem deixar cair nenhum material;
- ii. *Distância de brecagem (raio de giração) mínima*: o comboio logístico deverá conseguir realizar manobras num espaço reduzido como é o caso da largura dos corredores da BT (cerca de 1500 mm);

- iii. *Configuração de carga actual nas rotas*: em primeiro lugar a seguir à mota virá o carro produto acabado (um ou dois carros), seguido de carro de Armazém, o carro de automáticos de gás, o carro de chaminés, e por fim carro de câmaras de combustão. Serão também testadas outras configurações nomeadamente uma que implica um *milk run* composto só de carros de produto acabado, e ainda uma outra que será constituída por: carro de armazém, carro de automáticos de gás, carro de chaminés, carro de câmaras de combustão e por fim dois carros de frentes pintadas;
- iv. *Travagens forçadas em recta e após mota efectuar a curva* (resto do comboio ainda a descrever a curva): é necessário garantir que o comboio (em todas as configurações definidas) efectua estas travagens, sem oscilações ou derrapagens de maior, de forma a garantir condições de segurança em condições adversas.

3.3. Procedimentos dos Testes

De todas as ideias sugeridas durante a sessão de “brainstorming” do workshop, ficou decidido que em primeiro lugar se iria testar: a alteração do ponto de fixação das rodas fixas; a redução do eixo de ligação; e estudo e colocação de contra pesos nos carros.

Estas alterações foram realizadas nos:

- Carro de produto acabado;
- Carro chaminés;
- Carro de armazém;
- Carro de automáticos de gás;
- Carro de câmaras de combustão;

Os testes foram realizados dentro da BT e usando os próprios carros e a carga máxima correspondente a cada tipo de carro. Desta forma as condições de piso, largura de corredores, curvas e cargas foram fiéis à realidade actual da fábrica.

Todas as modificações que foram aplicadas aos carros logísticos tiveram a intervenção da serralharia interna da BT e ainda de um serralheiro externo.

De seguida estão descritas as modificações que se introduziram nos carros e as ideias por detrás destas alterações.

1º Teste – Alteração do ponto de fixação das rodas fixas e redução do eixo de ligação

Presentemente um carro logístico tem as dimensões representadas na Figura 20 a seguir apresentada:

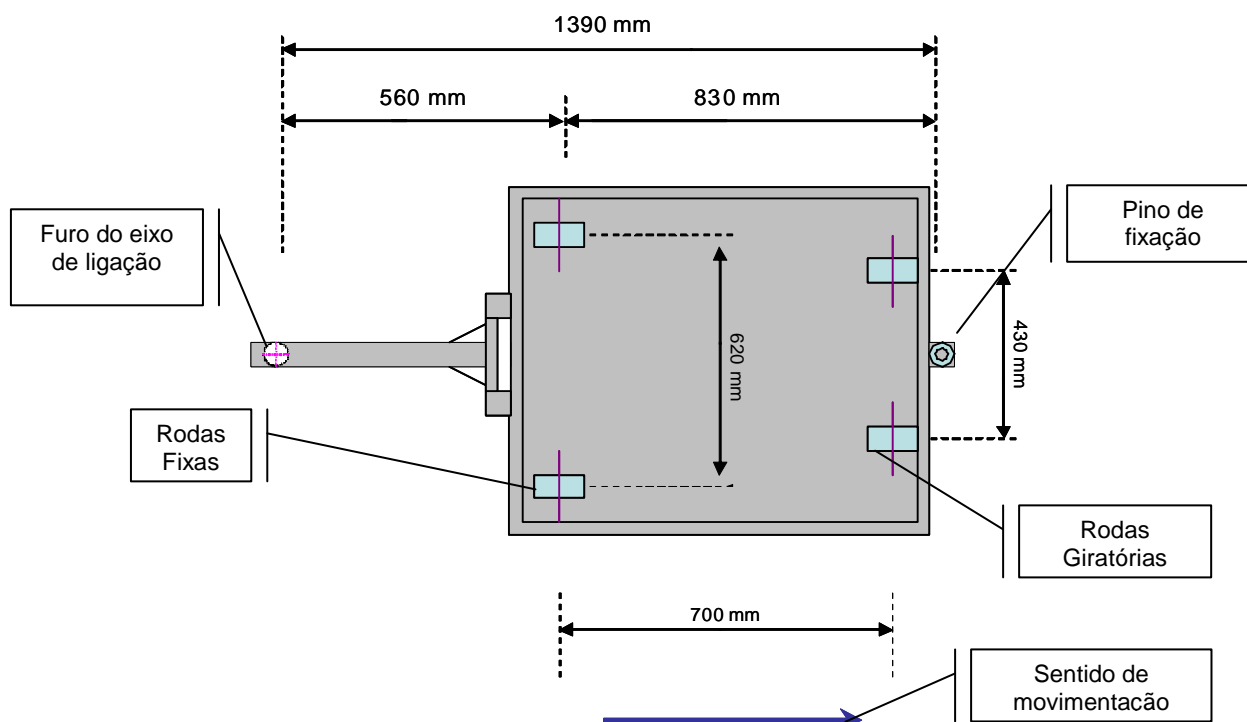


Figura 20: Dimensões actuais de um carro logístico.

Partiu-se de um objectivo concreto: tirar 200 mm (valor assumido pelo consultor da KAIZEN, Eng.º José Pires) ao comprimento do carro.

A ideia geral, ao alterar o ponto de fixação das rodas fixas e reduzir o eixo de ligação é encurtar o comprimento total do carro. Este veículo, que inicialmente tinha 1390 mm passou a ter no final apenas 1190 mm. Para tal efectuaram-se alguns ajustes, na localização do furo do eixo de ligação, e da posição de fixação das rodas fixas. Esses ajustes traduzem-se no seguinte:

Nova distância do centro do furo do eixo de ligação, ao centro das rodas fixas	$\frac{1190}{1390} \times 560 \Rightarrow 480 \text{ mm}$
Nova distância do centro das rodas fixas, ao centro do pino de fixação.	$1190 - 480 \Rightarrow 710 \text{ mm}$

Figura 21: Cálculos efectuados de forma a encontrar novas medidas devido às alterações introduzidas.

Após implementação destas modificações foi possível obter o carro representado na Figura 22, imagem inferior.

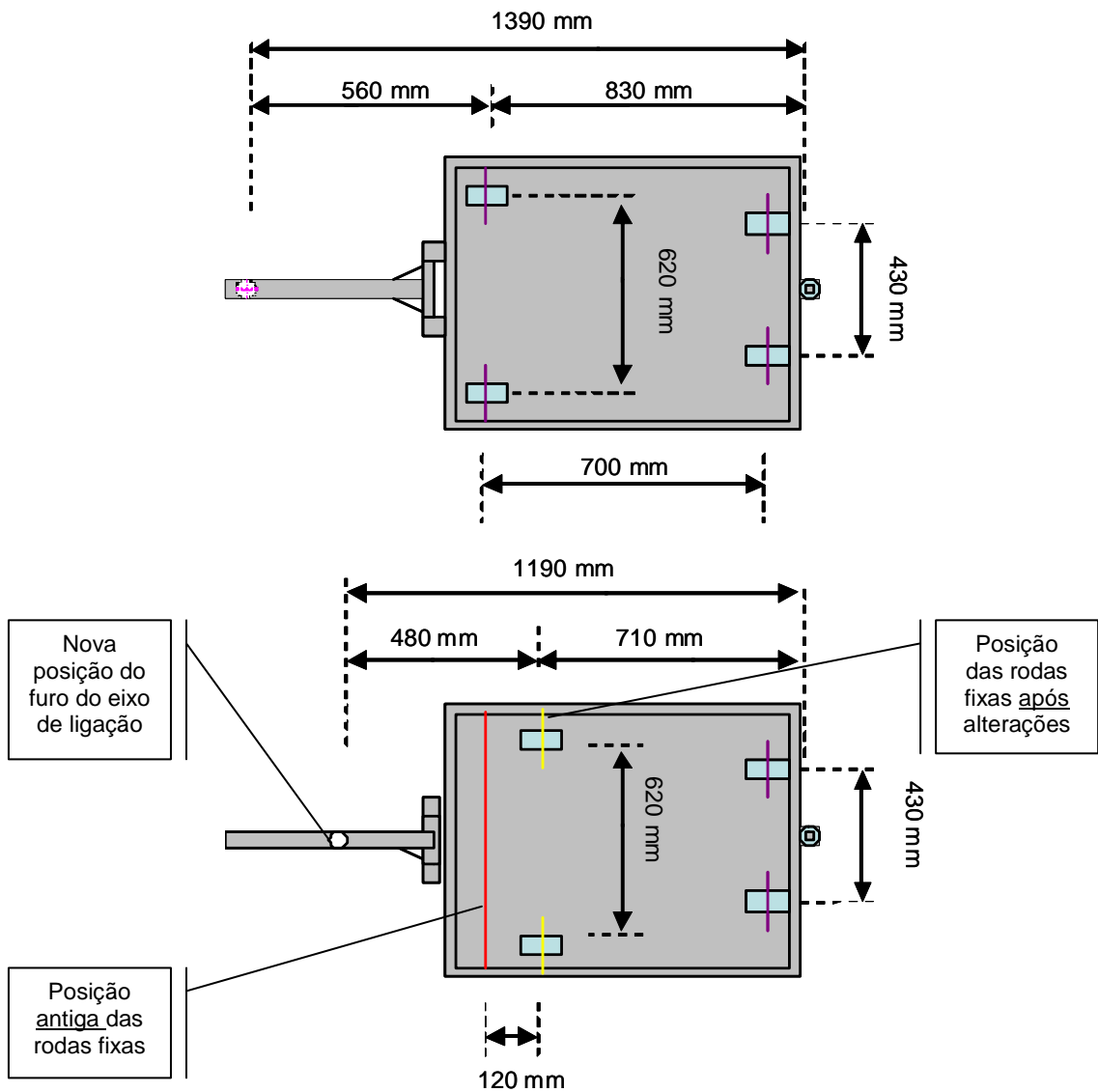


Figura 22: Alterações na estrutura do carro para o Teste 1.

É importante salientar neste ponto, que nos carros as suas dimensões devem tentar seguir as relações expostas na Figura 23. Estes valores que são referidos resultam de uma larga experiência em várias fábricas, realizadas pelo consultor José Pires, em carros logísticos semelhantes.

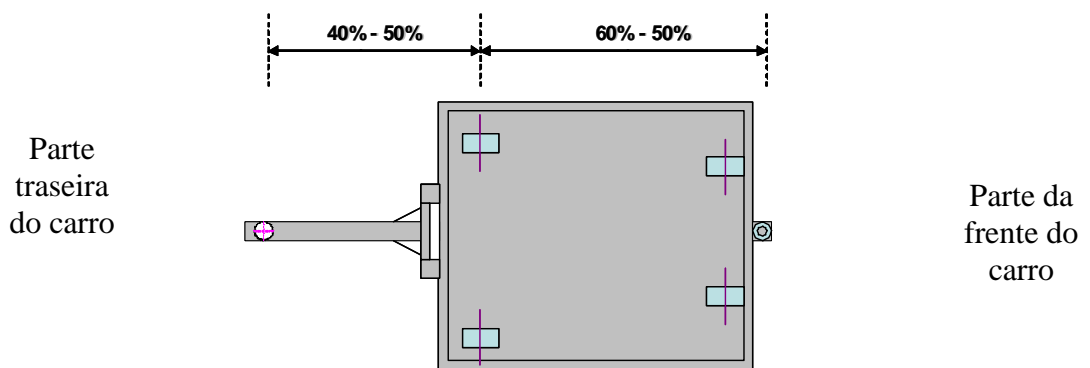


Figura 23: Esquema das relações percentuais para um carro logístico.

Ou seja, a distância da traseira do carro às rodas fixas e das rodas fixas à frente do veículo, deve obedecer uma relação percentual de aproximadamente 40% – 50% e 60% – 50%, respectivamente.

2º Teste – Colocação de contra pesos nos carros logísticos (à exceção dos carros de produto acabado)

Este teste visa melhorar dois aspectos:

- i) Uniformizar o peso dos carros logísticos;
- ii) Baixar o centro de gravidade dos carros.

Estes dois factores são responsáveis, pela pouca estabilidade do comboio que se traduz por uma oscilação em recta e falta de controlo em curvas. A carga transportada pelos comboios logísticos deve ser a mais idêntica possível de forma a não se verificarem variações de peso significativas entre carros. O centro de gravidade influencia fortemente o comportamento dinâmico dos veículos, quanto mais baixo este centro for melhor o comportamento.

Para colmatar estas falhas tentou-se distribuir contra pesos pelos carros, tendo em conta o tipo de carga que transportam e a sua localização no comboio logístico. Isto traduz-se em que os primeiros carros da carruagem devem ser os mais pesados. Os únicos carros que não levaram contra pesos foram os de produto acabado. Estes carros como são carregados desde o nível mais baixo possuem naturalmente um centro de gravidade a uma altura inferior, o que os torna mais estáveis.

Para a realização deste teste usaram-se os carros logísticos já alterados, tal como tinha sido descrito no primeiro teste.

3º Teste – Aplicar uma convergência negativa de às rodas fixas

A *Convergência*, assim como o “*Caster*” (já referido anteriormente) e “*Camber*”, são os três maiores parâmetros de alinhamento de um carro.

Quando vistas de cima, as rodas podem apresentar-se paralelas umas às outras, apontando em frente. Neste caso, diz-se que têm uma direcção neutra, sem convergência. Actualmente a orientação das rodas (fixas e giratórias) é de 0 graus, e resolveu-se experimentar uma convergência negativa nas rodas fixas, de cerca de 3 mm o que corresponde a 1.72 graus. As rodas ficaram portanto, ligeiramente apontadas para a zona interior do carro (ver Figura 24).



**Figura 24: Vista de cima sobre as rodas e sua orientação no carro.
Convergência ou “Toe-In” vs. Divergência ou “Toe-Out”
(Imagem retirada de www.rcmasters.com.br)**

De novo citando o artigo de Cristiano Gimenes, “*Cambagem, Caster e TOE*”, podemos afirmar que estes ajustes de convergência (TOE) afectam três áreas distintas: desgaste das rodas, estabilidade em linha recta e características de segurança na entrada das curvas. Embora de facto estes ajustes provoquem muito desgaste nas rodas, eles são recomendados para se atingir melhor estabilidade direccional, e a convergência negativa, ou Toe-In, é recomendada para carros que saem de traseira à saída das curvas. Com esta convergência as rodas tendem a ir uma ao encontro da outra, a tendência é que o carro continue em linha recta.

4º Teste – Aplicar rodas de borracha elástica com rolamentos de esferas

O objectivo deste teste consistiu em avaliar a influência, que o tipo de material das rodas tem sobre o desempenho do comboio logístico em movimento. Pretendia-se saber até que ponto o resvalar, ou derrapagem, dos carros nas curvas se ficava a dever à falta de aderência das rodas de poliuretano actuais. Por outras palavras seria interessante saber qual seria a contribuição rodas de borracha para o efeito do atrito, isto porque o atrito depende da natureza dos materiais em contacto e do seu grau de polimento.

Para tal, foram encomendadas à empresa nacional *Mecanarte*, que originalmente tinha fornecido as rodas de poliuretano, umas rodas de borracha elástica para serem testadas nos carros. Neste momento, no mercado, em termos de rodas de borracha elástica só existem deste tipo, com rolamentos de rolos. Porém para comboios que rodem a velocidades de 8 km/h como é o caso, o indicado são rodas com rolamentos de esferas.

Na altura do presente relatório, a Mecanarte encontrava-se a desenvolver umas rodas protótipo, que reuniam estes dois factores: borracha elástica e rolamentos de esferas. Assim sendo, foi aproveitada esta oportunidade e logo após a fase de ensaio das rodas, obtiveram-se algumas amostras destas, que tivemos ocasião de testar também nos carros.

5º Teste – Aplicar elásticos de segurança para reforçar a zona das prateleiras

Este teste surgiu em sequência do problema de queda de material das prateleiras dos carros logísticos. Para estes problemas, que já aqui foram mencionados, tentou-se encontrar uma forma simples, de manter o material (chaminés ou câmaras de combustão) seguro nas prateleiras. A forma encontrada foi recorrendo a quatro tirantes de elástico (Figura 25). Esta medida foi primeiro implementada nos carros das chaminés, uma vez que estes transportam carga muito oscilante. Alguns modelos de chaminés, nomeadamente as KME são muito grandes e não tem muito apoio no carro.



Figura 25: Carro de chaminés com elásticos de segurança para as prateleiras.
(Imagem obtida na BT)

6º Teste – *Milk Run* de produto acabado

Este teste não estava previsto inicialmente, no entanto a existência de um comboio logístico, composto só por carros de produto acabado é algo que a BT espera implementar brevemente.

Como tal, aproveitou-se as circunstâncias e efectuou-se um teste, usando quatro carros de produto acabado, atrelados à mota habitual. Estes carros usavam os eixos de ligação compridos, sem qualquer redução. Estes quatro carros são para já suficientes para a rota desejada e não existe necessidade de serem usados mais.

A principal dificuldade para este teste, residia no facto de estes carros serem mais compridos que os restantes e não terem as suas rodas fixas mais próximas do centro do carro. Por via deste facto vão cortar curvas.

Realizou-se um ensaio prévio, sem qualquer alteração da posição das rodas, e este veio confirmar as expectativas: o *milk run* cortava as curvas. Mas o comportamento do milk run, em termos de estabilidade, foi o melhor, mesmo comparando com os outros testes em que se usaram comboios heterogéneos. Contudo, a configuração actual das rodas traz problemas a nível do corte de curvas. Para resolver esta questão, resolveu-se mudar a disposição das rodas. A disposição actual: duas rodas fixas atrás e duas giratórias à frente, é a disposição mais comum e com ela é possível um bom deslocamento quer em recta quer em curva.

Resolveu-se fazer uma pequena inovação. Em vez de passarmos imediatamente à aproximação das rodas fixas do centro do carro, decidimos experimentar mudar da disposição de rodas normal, para aquela que pode ser visualizada na Figura 26.

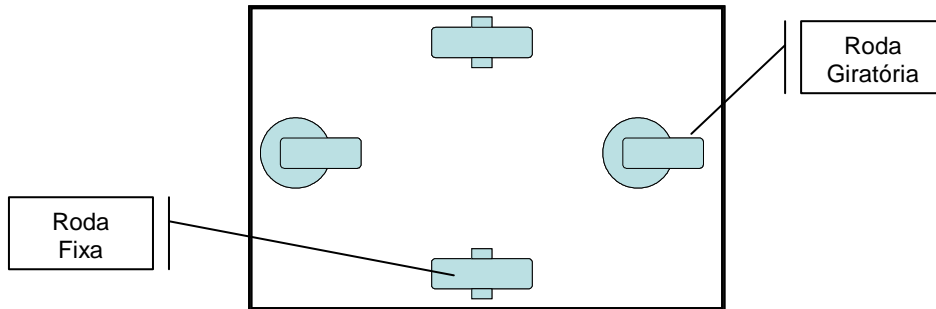


Figura 26: Disposição alternativa para as rodas giratórias e fixas para um carro de produto acabado.

Esta colocação das rodas (consultar Anexo D) , segundo a *Blickle* (empresa alemã de renome mundial na produção de rodas e rolamentos) permite um bom deslocamento em linha recta e também que o veículo rode facilmente no mesmo sítio. É indicado somente para pisos lisos.

Esta montagem foi apenas realizada neste tipo de carros logísticos, porque têm uma estrutura mais rectangular (1225 x 825mm) que os restantes carros (875 x 770mm). Possuem também, um centro de gravidade mais baixo, no caso de se deslocarem só com palete. No caso de carregarem produto acabado, ou seja, esquentadores e caldeiras, as massas vão melhor distribuídas e apoiadas, o carro não corre o risco de se voltar. Para uma montagem ideal, as rodas fixas devem ter uma altura de montagem ligeiramente mais elevada, o que fará que o carro fique apoiado apenas em três pontos apenas em certas ocasiões.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Resultados dos Testes Efectuados

Depois da apresentação detalhada, das modificações realizadas e de como estas foram feitas nos carros, é possível agora apresentar sumariamente os resultados obtidos. Optou-se por apresentar os resultados em forma de tabelas, permitindo assim uma análise mais acessível e intuitiva.

Para o caso do primeiro teste, obtiveram-se os seguintes resultados a seguir demonstrados na Tabela 6:

Tabela 6: Resultados obtidos com a alteração do eixo de ligação e localização das rodas fixas.

Configuração do <i>milk run</i> :									
Mota	Produto Acabado	Produto Acabado	Armazém	Auto.Gás	C.Combust.	Chaminés			
Comportamento do <i>milk run</i> :									
Travagem em Recta	Como resultado obteve-se uma oscilação inferior à que actualmente se verifica, embora ainda exista um balançar notável.								
Travagem em Curva	Como resultado os últimos carros no comboio deslizam menos. Dado que têm braços" mais curtos, têm uma menor amplitude de movimentos. Verifica-se que os carros também não cortam as curvas.								

Estas alterações produziram melhorias positivas em termos de estabilidade. Esta solução permite um melhor comportamento do comboio logístico globalmente.

É muito importante referir, que ao mover a posição das rodas fixas (aproximá-las das rodas direccionais) é obrigatório encurtar o eixo de ligação. Se este continuar com um comprimento igual o comboio apresentará uma oscilação muito invulgar e perigosa. Isto acontece porque a estrutura do carro fica incorrectamente distribuída, isto é, o carro fica desproporcional tornando-se instável. Este facto foi verificado na prática, durante uma sessão de testes.

A realização do segundo teste permitiu elaborar a Tabela 7 a seguir demonstrada:

Tabela 7: Resultados para colocação de conta pesos nos carros logísticos.

2.A

Configuração do <i>milk run</i> :												
Mota		Produto Acabado		Produto Acabado		Armazém (40 kg)		Auto.Gás (0 kg)		C.Combust. (0kg)		Chaminés (0kg)
Comportamento do <i>milk run</i> :												
Travagem em Recta		Como resultado obteve-se uma oscilação menor que a obtida com o teste 1. Este é um resultado mais satisfatório do que o obtido só com a alteração do eixo e rodas.										
Travagem em Curva		Como resultado existe um resvalar menor. Os últimos carros porém, ainda apresentam deslizes quando a mota trava.										
2.B												
Configuração do <i>milk run</i> :												
Mota		Produto Acabado		Produto Acabado		Armazém (40 kg)		Auto.Gás (10 kg)		C.Combust. (10kg)		Chaminés (10kg)
Comportamento do <i>milk run</i> :												
Travagem em Recta		Resultado idêntico ao anteriormente verificado no teste 2.A										
Travagem em Curva		Obtiveram-se melhores resultados ao colocar mais 10 kg nos últimos carros. O comboio logístico parece ter maior coesão.										
2.C												
Configuração do <i>milk run</i> :												
Mota		Produto Acabado		Produto Acabado		Armazém (60 kg)		Auto.Gás (20 kg)		C.Combust. (20kg)		Chaminés (20kg)
Comportamento do <i>milk run</i> :												
Travagem em Recta		Resultado idêntico ao anteriormente verificado no teste 2.B										
Travagem em Curva		Resultado idêntico ao anteriormente verificado no teste 2.B										
2.D												
Configuração do <i>milk run</i> :												
Mota		Produto Acabado		Armazém (60 kg)		Auto.Gás (20 kg)		C.Combust. (20kg)		Chaminés (20kg)		Chaminés (20kg)
Comportamento do <i>milk run</i> :												
Travagem em Recta		Como resultado observou-se alguma instabilidade. A existência de um só carro de produto acabado afecta o comportamento do comboio logístico. Esta configuração não é a ideal.										
Travagem em Curva		Continua a verificar-se uma prestação um pouco pior que a obtida no teste 2.B. Nesta configuração o peso vai menos bem distribuído.										
2.E												
Configuração do <i>milk run</i> :												
Mota		Produto Acabado		Armazém (40 kg)		Auto.Gás (10 kg)		C.Combust. (10kg)		Chaminés (10kg)		Chaminés (10kg)
Comportamento do <i>milk run</i> :												
Travagem em Recta		Resultado idêntico ao anteriormente verificado no Teste 2.D										
Travagem em Curva		Resultado idêntico ao anteriormente verificado no Teste 2.D										

Tendo como objectivo a uniformização das massas transportadas, e assim obter um equilíbrio global do *milk run*, este teste permitiu concluir que os contra pesos favorecem o desempenho do veículo quando submetidos a uma travagem, quer em recta quer em curva. Os resultados descritos em 2.B e os pesos nele usados são os mais satisfatórios. Com este teste, a oscilação em recta, ou o chamado efeito serpente, era quase nulo. Também para o caso da travagem em curva obtiveram-se resultados melhores.

Este facto não fica a dever-se só à colocação de contra pesos. As alterações efectuadas aos carros no primeiro teste, também influenciaram este resultado e auxiliaram no progresso global. Confirma-se aquilo que havia sido exposto no capítulo 3.1: um dos factores que condiciona o bom desempenho de um *milk run* é a *Configuração da carga*. Os primeiros carros do comboio devem ser os mais pesados e os últimos os mais leves. Por isso se disse que “ a CARGA deve ser feita do início para o fim do comboio, a DESCARGA é feita do fim para o início do comboio”.

Continuando a ordem de testes estabelecida, relativamente ao terceiro teste e quarto teste, de convergência negativa e rodas de borracha respectivamente, os resultados não foram animadores. Ambos os testes foram efectuados usando os eixos de ligação reduzidos, os contra pesos encontrados no teste 2.B e a referida alteração de posição das rodas fixas.

Para o caso da convergência das rodas fixas, esta alteração não surtiu o efeito desejado, citando de novo o artigo “Cambagem, Caster e TOE”: “*Com esta convergência as rodas tendem a ir uma ao encontro da outra, a tendência é que o carro continue em linha recta.*”, por outras palavras, deveria haver uma maior estabilidade em recta e um menor resvalar do comboio nas curvas. Ao invés, esta situação provocou uma oscilação ainda maior, com o *milk run* a ficar muito instável. Este factor provavelmente fica a dever-se também, a irregularidades no piso (existência de muitas “lombas”) que não permitem um contacto constante das rodas com o chão, e à largura das rodas ser relativamente reduzida, o que não auxilia nos resultados.

Com base neste teste apercebemo-nos que o alinhamento das rodas é um factor muito importante no equilíbrio do carro. Caso as rodas apresentem convergências ou divergências no alinhamento, quando o comboio se desloca, a oscilação provocada por estas alterações será imensa. É crucial corrigir regularmente o alinhamento das rodas.

Quanto ao uso de rodas de borracha elástica, permitiu-nos observar qual a influência da inserção deste tipo de rodas no comboio. Em princípio estas rodas, dado que têm mais aderência ao piso, deveriam evitar as derrapagens dos carros nas curvas. Porém, infelizmente, a Mecanarte só permitiu o envio de 8 rodas deste tipo e como tal apenas chegaram para 2 carros logísticos. Estas rodas foram colocadas em dois carros de produto acabado, estando eles inseridos no seguinte *milk run*:



Nesta configuração, já testada anteriormente no teste 2.B, geralmente quando se realizava a travagem no início da curva, havia uma certa derrapagem dos primeiros carros, ou seja, dos carros de produto acabado. Ao colocarmos as rodas de borracha nestes carros esperava-se uma redução desta derrapagem, mas no entanto isso não se verificou. Os resultados foram em muito idênticos aos obtidos com rodas de poliuretano não havendo quaisquer melhorias.

No entanto este teste é em parte inconclusivo, uma vez que apenas dois carros do comboio logístico tinham alteração do tipo de rodas. Não se ficou a saber até que ponto, se em todos os seis carros fossem usadas rodas de borracha, este material permitiria gerar uma força de atrito maior e reduzir o deslize dos carros nas curvas.

Finalmente para o teste do *milk run* de produto acabado, inicialmente testou-se os quatro carros sem as alterações apresentadas na Figura 26. Obteve-se o seguinte:

Tabela 8: Resultados para teste de milk run só de produto acabado, carros actuais.

Configuração do <i>milk run</i> :							
Mota		Produto Acabado		Produto Acabado		Produto Acabado	
Comportamento do <i>milk run</i> :							
Travagem em Recta		Não se verifica oscilação. Esta configuração é muito estável					
Travagem em Curva		Ao travar a carruagem comporta-se muito bem, sem qualquer derrapagem. No entanto verifica-se que os carros cortam as curvas. A diferença do primeiro para o último carro, que se traduz em trajectória cortada, é de cerca de 500 mm.					

Salvo o corte de curvas, esta configuração não traz problemas de maior. É bastante estável quando sujeita a travagens, quer em recta ou em curva.

No entanto, o não corte de curvas é um dos parâmetros que é essencial cumprir na BT. Para o conseguir, experimentou-se a re-disposição das rodas nestes carros.

Inicialmente esta solução não resultou de imediato. Em primeiro lugar colocaram-se as rodas fixas precisamente a meio do carro de produto acabado, isto ajuda a que o carro rode facilmente sobre si e em curva, e este acabava por rodar demasiado livremente e “fugia” da trajectória pretendida. Todo o *milk run* oscilava, mesmo em recta, o que piorava a prestação do comboio em relação ao que tinha sido obtido anteriormente.

Procedemos então a mais algumas modificações, nomeadamente voltar mudar a posição das rodas fixas. Estas foram aproximadas da traseira do carro, ou seja, para mais perto do braço de ligação e de novo foram efectuados cálculos que respeitassem as proporções referidas na Figura 23. O esquema dos carros era o seguinte:

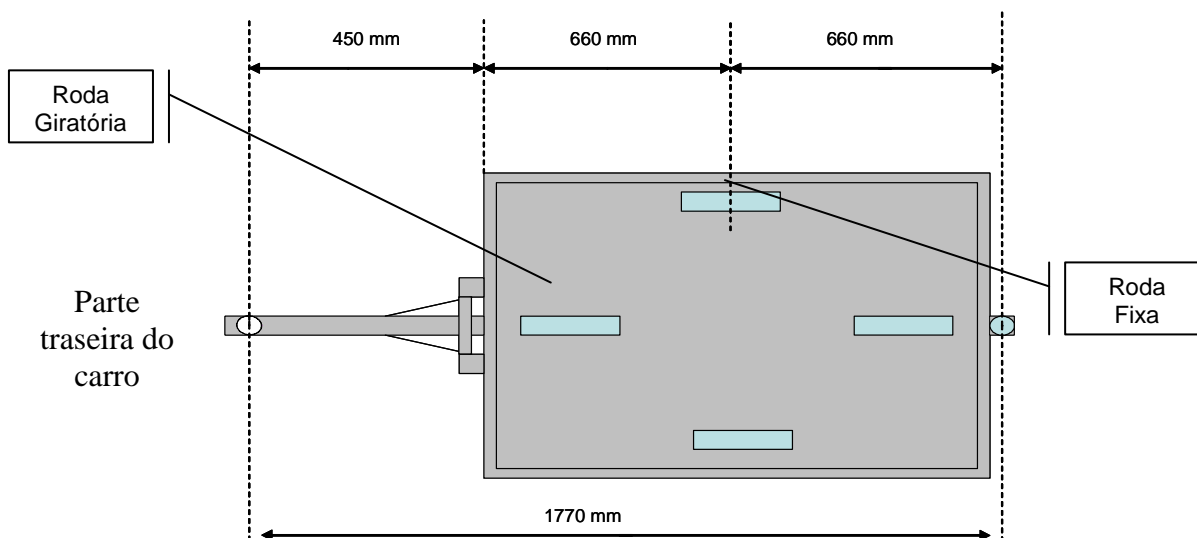


Figura 27: Carro de produto acabado sem as alterações de reposicionamento das rodas fixas.

O que se fez de seguida foi retirar os 200 mm aos braços de ligação, tal como tinha sido feito nos outros carros, e recuar as rodas fixas para perto deste, de forma a obter um carro mais correctamente distribuído. Obteve-se portanto um carro com comprimento total de 1570 mm.

Para se obter uma distribuição da proporção das medidas na ordem dos 50% – 50%, fez-se:

$$\frac{1570}{2} \Rightarrow 785\text{mm}$$

Se a estes 785 mm lhe retirarmos 660 mm (distância antiga do centro do pino de fixação ao centro das rodas fixas) obtém-se 125 mm, sendo esta uma estimativa do quanto é preciso mover as rodas fixas da sua posição actual ao centro do carro. Por uma questão de garantir mais estabilidade e melhor apoio do carro optou-se por arredondar estes 125 mm para 200 mm, o que se traduz no seguinte:

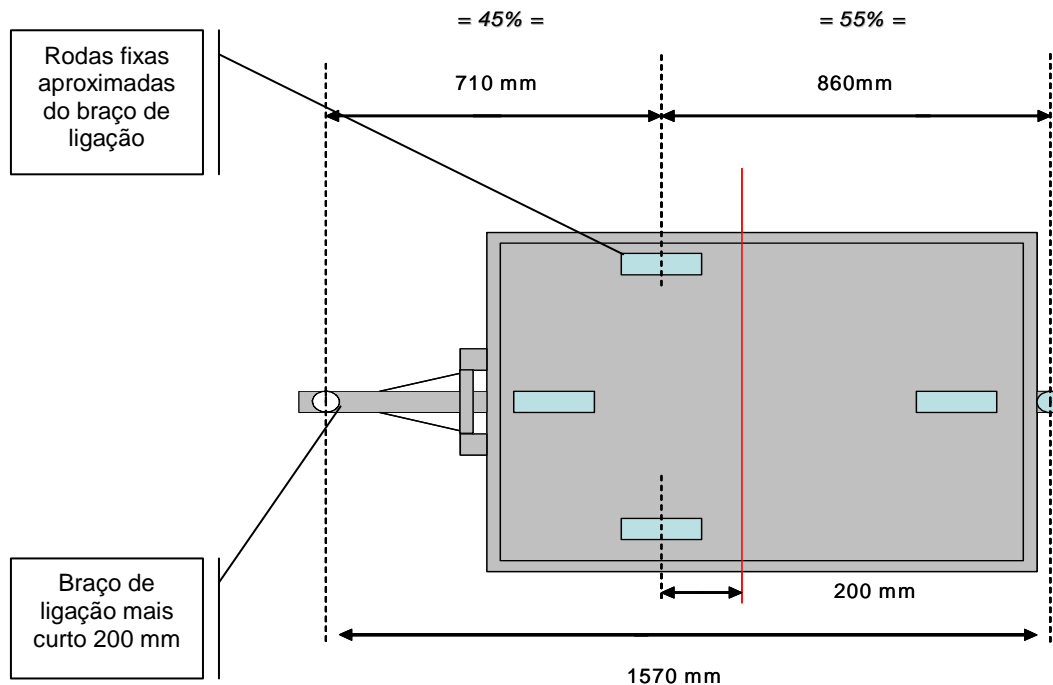


Figura 28: Alterações na estrutura do carro de produto acabado.

Como consequência, estas alterações garantem que o comboio logístico não corte as curvas, deixa de ter problemas com oscilação em recta (braços de ligação estão mais curtos) e também previne as derrapagens que surgem das travagens em curva. Estas alterações foram bem sucedidas e permitiram eliminar os problemas que supracitados. Com esta configuração, o *milk run* de produto acabado pode iniciar o seu funcionamento na BT sem problemas.

Ainda foi tentada a aproximação das rodas fixas da parte central interior do carro, mas o teste efectuado demonstrou que se tratou de uma má ideia. Os carros começaram a deslizar ainda mais nas curvas, nitidamente por falta de apoio da roda na parte exterior.

Falta ainda referir aqui, que para todas as configurações expostas, foi controlada a brecagem do comboio logístico. Esta foi verificada no sítio da fábrica com menor espaço de

manobra, que corresponde ao armazém de cartão e esferovite. O *milk run* mais problemático era o de produto acabado, mas com as alterações estudadas este pode agora circular nesta secção sem restrições (Figura 29).



Figura 29: Curva apertada realizada no Armazém de cartão e esferovite por um *milk run* de produto acabado. (imagem obtida na BT)

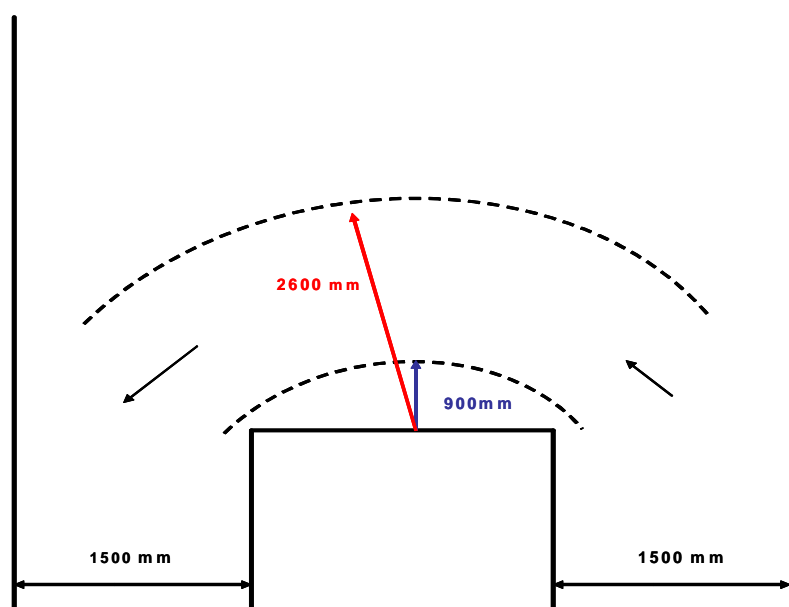


Figura 30: Raios de giração máximo (2600 mm) e mínimo (900 mm) para um comboio logístico realizar uma curva de 180° (pior caso possível).

Com os dados recolhidos é possível afirmar que os comboios logísticos necessitam em média de um espaço de 1700 mm para puderem executar curvas de 90° e de 180°. Estes dados

foram certificados para *milk run* de produto acabado, *milk run* transportando um carro de armazém e quatro carros de células, e ainda um *milk run* com dois carros de produto acabado e quatro carros de células.

Para finalizar experimentou-se a sugestão dos elásticos de segurança para reforçar a zona das prateleiras dos carros que transportam chaminés. Esta ideia tinha alguns prós e contras, o principal ponto contra é o facto de não ser um sistema muito prático, dado que exige mais operações ao operador para soltar os elásticos (4 elásticos). Também não é um sistema muito robusto e pode eventualmente requerer alguma força. A favor desta ideia estão factores financeiros e de simplicidade. É um sistema relativamente económico de implementar (para um total de 62 carros) e também fácil de reparar. Foi bem aceite pelos operadores dos *milk run* e principalmente dos operadores (as) da secção de produção das chaminés.

4.2. Carro Protótipo Final

Os testes anteriores culminaram na idealização de dois carros protótipo com algumas diferenças em relação ao actual. O primeiro carro protótipo diz respeito aos carros de células e carro de armazém. Para estes dois carros as alterações são quase idênticas e serão as seguintes:

- Eixo de ligação com 300 mm – eliminação de 200 mm ao actual;
- Rodas fixas aproximadas do centro do carro – aproximação de 100 mm; (inicialmente obtivemos um valor de 120 mm, mas com 100mm já é suficiente e o carro fica um pouco mais estável)
- Colocação de contra pesos – contra peso de 40 kg para os carros de armazém e contra peso de 10 kg para carros das células (chaminés, automáticos de gás, câmaras de combustão);
- Colocação de elásticos de segurança nos carros de células que transportam chaminés;
- Alinhamento das rodas de exactamente 0 graus;

O segundo carro protótipo diz respeito ao carro de produto acabado. Estes carros irão ter as seguintes alterações implementadas:

- Eixo de ligação com 300 mm – eliminação de 200 mm ao actual;
- Disposição das rodas alterada (roda giratória à frente, duas rodas fixas sensivelmente a meio do carro e roda giratória atrás);

- Altura de montagem das rodas fixas um pouco “mais elevada” que as rodas giratórias (cerca de 3 mm mais);

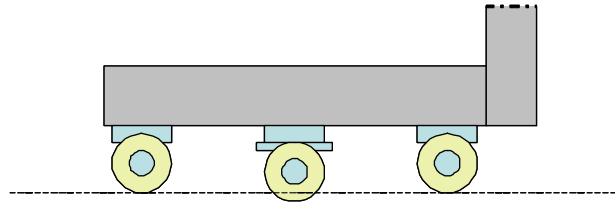
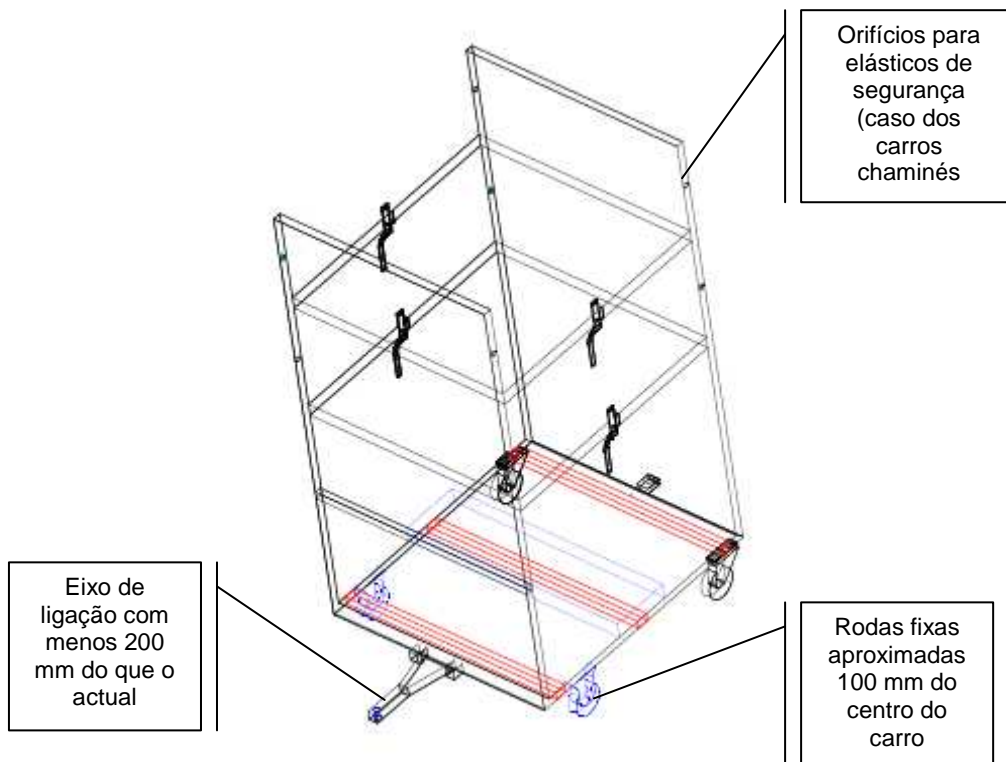


Figura 31: Esboço de como seria a altura de montagem das rodas fixas.

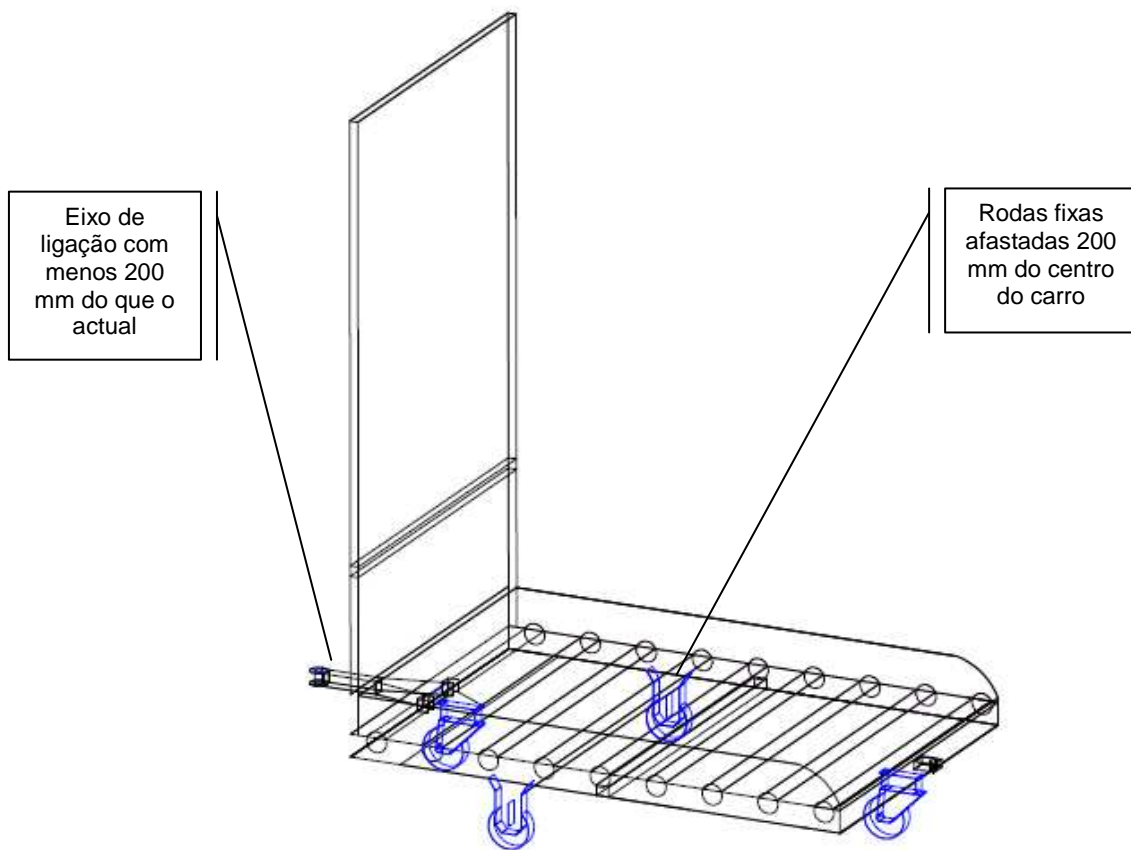
- Rodas fixas afastadas 200 mm do centro exacto do carro em direcção ao eixo de ligação;
- Alinhamento das rodas de exactamente 0 graus;

Todos os tópicos acima referidos surgiram das sessões de testes efectuadas. Após a realização de alterações chegou-se a algumas conclusões acerca de como se deveria melhorar o carro logístico. Destas todas, a alteração conjunta de redução do eixo de ligação e re-disposição das rodas fixas foi sem dúvida a que mais impacto causou relativamente à estabilidade do comboio logístico.

De seguida foram elaborados desenhos dos protótipos dos carros em formato CAD. Existem dois esboços tridimensionais destes desenhos e podem ser visualizados a seguir:



(a)



(b)

Figura 32: Desenho esboço 3D do protótipo para carro de células (fig. 32^a) (para o carro de armazém, à excepção dos orifícios para elásticos, as alterações são as mesmas) e desenho esboço 3D dos protótipos para carro de produto acabado (fig. 32b)

5.CONCLUSÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS A DESENVOLVER

5.1. Conclusões Finais

De um ponto de vista geral, podemos afirmar que os objectivos delineados para o presente Projecto foram alcançados de forma positiva. Inclusivamente foi testada uma configuração para um novo comboio logístico: o *milk run* de produto acabado. Este Projecto possibilitou executar melhorias, desenvolver mais detalhadamente os comboios logísticos, assim como adquirir um conhecimento mais aprofundado acerca destes.

De um ponto de vista mais prático, neste momento é possível transportar seis carros logísticos na BT, cumprindo as regras de segurança impostas pela empresa. Os danos de transporte internos, ou seja, quedas de material irão ser reduzidos, graças às alterações que foram estudadas e que serão implementadas. A estas alterações deve acrescentar-se a aplicação de um sistema simples de segurança, usando elásticos nas zonas das prateleiras. Isto permitiu resolver desequilíbrios e ocasionais quedas de certos modelos de chaminés.

É possível afirmar que a BT viu satisfeitas algumas das suas necessidades: reduzir perdas de material, o “serpentear” dos carros e o corte de curvas. Os carros protótipo, com as modificações expostas, estão prontos a ser aprovados e a reiniciar a sua circulação na BT. Espera-se um impacto a nível do aumento da capacidade de transporte, acompanhado de melhorias nos tempos das rotas dos *milk run* e possibilidade de criação de novas rotas.

5.2. Experiências Fundamentais Adquiridas

Ao longo deste trabalho e com a realização de testes foram sendo descobertos alguns princípios relevantes para o bom funcionamento de um *milk run*. Podemos agora recapitulá-los:

i) Velocidade do *milk run*. Este factor é fundamental, a velocidade deve ser limitada a um máximo de 6-8 km/h, quando é superior a estes valores é muito difícil garantir segurança nas travagens e a inércia do comboio torna-se maior e mais perigosa;

ii) Configuração de carga nos comboios logísticos. Tornou-se notória a diferença entre um comboio com e sem contra pesos. Os primeiros carros devem ter sempre mais massa, isto irá conferir uma melhor maneabilidade e controlo de deslize ao comboio.

iii) Alteração da posição das rodas traseiras permite que os carros não cortem as curvas. Ficou testado que é por causa destas rodas que há corte de curvas e que a modificação da sua posição elimina este factor. As rodas fixas conferem a estabilidade ao carro, quanto mais na periferia do carro estiverem, melhor será a estabilidade deste.

iv) Redução do eixo, ou braço, de ligação atenua o deslize dos carros em curva e o efeito “serpente” em recta.

Estas duas últimas alterações só fazem sentido juntas. Não se pode alterar a posição das rodas fixas sem encurtar o comprimento dos braços de ligação. O resultado neste caso é péssimo.

v) Convergência de 0° para todas as rodas. É fundamental garantir o alinhamento a 0° das rodas. Na BT, devido a irregularidades no piso, para os carros logísticos terem melhor contacto com o piso devem ter as suas rodas com uma “d direcção neutra” sem qualquer convergência.

vi) A distância da traseira do carro às rodas fixas e das rodas fixas à frente do veículo, deve obedecer uma relação percentual de aproximadamente 40% – 50% e 60% – 50%, respectivamente. Estas relações permitem que a estrutura dos carros esteja correctamente apoiada e distribuída.

Todas estas medidas irão ser implementadas no futuro a quase toda a generalidade dos carros logísticos da BT. Para os casos em que estas medidas já se verificam, elas continuarão a se respeitadas e até auxiliadas por planos de manutenção.

Para finalizar, a autora deste trabalho gostaria de referir que esta experiência de integração em ambiente empresarial constituiu uma mais valia importante, fruto das novas experiências que foram vividas e das novas responsabilidades assumidas.

5.3. Recomendações de Trabalhos Futuros

Existem algumas soluções que não puderam ser testadas no decorrer do Projecto, quer por questões económicas quer por questões de tempo. Estas referidas soluções eram bastante distintas.

Uma das soluções abordada desde o início, e que foi mencionada neste relatório, consiste num carro logístico que existe no mercado norte-americano, o “quad-steer cart” ou também conhecido por “quad-steer tracker”. Estes carros são usados para o mesmo tipo de situação, transporte de peças executando rotas específicas. Estes veículos são de construção bastante sólida, têm uma direcção às quatro rodas e são bastante versáteis em curvas. No Anexo E está exposta alguma documentação acerca destes carros.

Esta solução seria uma boa alternativa para os carros da BT, e eliminaria muitos dos problemas actuais, tais como a oscilação em recta ou o resvalar dos carros em curva. Teria sido interessante experimentar este sistema.



Figura 33:Exemplo de um quad-steer cart.
(Imagem retirada de www.topperindustrial.com)

Um outro aspecto também mencionado foi a altura actual dos bordos de linha na BT. Tal como foi descrito acima, a altura destes é a razão pela qual os carros logísticos têm as suas prateleiras a um nível tão elevado. Este factor faz com que os carros tragam muita massa a um nível pouco aconselhável, isto é, estão a um nível muito alto.

Quando um carro começa a descrever uma curva, as massas que transporta, começam a transferir-se de dentro para fora do carro (devido à força centrífuga) o que faz com que a roda dianteira interior perca aderência, e o carro fique desapoiado ou desequilibrado. Se as massas estiverem a um nível muito elevado, este efeito vai notar-se ainda mais gravemente.

Os bordos de linha existentes nas células de montagem têm o seguinte aspecto:



Figura 34: Bordo de linha visto do interior de uma célula.
(Imagem obtida na BT)

Têm uma ligeira inclinação para o lado interior da célula, para que quando se retiram as prateleiras dos carros logísticos estas possam deslizar apenas com a ajuda da gravidade.

Diminuir a altura dos bordos de linha (por abaixamento das prateleiras), ou estudar a aplicação de uma espécie de elevador para o material quando este é depositado, foram ideias também mencionadas. No entanto estas ideias encontram alguns entraves:

- a nível ergonómico: ao diminuir a altura dos bordos ia obrigar o operador a baixar-se para apanhar o material;
- a nível de espaço: é complicado alargar as dimensões do bordo de linha correndo-se o risco de “fechar” a célula;
- a nível económico: a existência de um elevador que fizesse a elevação do material é algo um pouco dispendioso para ser implementado nas quatro células actuais e nas futuras células da BT.

Este é um problema difícil que continuará a merecer atenção mas que possivelmente no futuro obterá progressos.

Após todas as alterações estruturais realizadas seria também de interesse, analisar uma possível alteração da posição das rodas giratórias. Até agora foram realizadas experiências que envolveram a aproximação das rodas fixas ao centro do carro, mas não foram efectuadas nenhuma alteração às outras rodas, as giratórias. De forma a obter uma visão mais abrangente e completa de todas as possíveis combinações seria de interesse analisar um possível recuo das rodas giratórias para o centro do carro logístico, à semelhança do que aconteceu com as rodas fixas. Com estas modificações voltaríamos a testar e analisar o que isto provocaria em termos de alterações no comportamento dinâmico do comboio logístico.

Por fim ficou também por analisar convenientemente, a ideia de uma simulação dinâmica para os comboios logísticos. Uma simulação deste género iria permitir calcular as deformações, da estrutura física dos carros, sob condições de stress.

Permitiria também assim determinar a estabilidade e durabilidade de uma dada estrutura sob a influência de vários tipos diferentes de cargas, e observar a deformação desta. A durabilidade da estrutura é boa se o seu máximo for inferior ao que o material suporta. O tipo de conhecimentos que esta simulação traria iria permitir fazer mudanças na estrutura em certas áreas.

Esta análise poderia ter sido efectuada recorrendo ao AutoCad, usando o FEA (“Finite Element Analysis”), ao SolidWorks ou ainda ao LinPro27. Este último é um software “opensource”, está disponível em www.sourceforge.org.

Para finalizar é importante salientar que por falta de tempo não foi possível experimentar as soluções idealizadas isoladamente, isto é, sem interferência de outras soluções que foram testadas primeiro. Isto constitui uma das limitações científicas deste trabalho. O ideal teria sido verificar separadamente como cada melhoria efectuada interferia no comportamento dos carros logísticos.

6. REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

BAUDIN, Michel - *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods* Productivity Press, 2005. [Consult. 02 Mai. 2008]. Disponível em WWW:
<URL:<http://books.google.com/books?id=nLyuEYC8rWIC&hl=pt-PT>

MOURA, Delmo A.; BOTTER, Rui C. - *Caracterização do sistema de coleta programada de peças, Milk Run*. RAE-eletrônica . 1:1 (2002) 1-14. [Consult. 02 Mai. 2008]. Disponível em WWW:
<URL:<http://www.rae.com.br/electronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=1050&Secao=OPERA/LOGI&Volume=1&numero=1&Ano=2002>

DRICKHAMER, David - *Equipment Update: Tugger Power* – Material Handling Julho 2006 [Consult. 09 Abril 2008] . Disponível em WWW:
<URL:<http://www.mhmonline.com/viewStory.asp?nID=4953&S=1>

Cart with polyurethane hitch and tongue. Publicação n°.: US 2005/02755179 A1. Data da Publicação: Dezembro 15, 2005. Disponível em WWW:
<URL:<http://www.freepatentsonline.com/20050275179.pdf>

Tugger cart with tiltable platform. Publicação n°.:US 2007/0057477 A1 . Data da Publicação: Março 15, 2007. Disponível em WWW:
<URL:<http://www.freepatentsonline.com/20070057477.pdf>

Tugger & Trailer Benefits – Technical Library . Conveyer and Caster Equipment for Industry. 2008. Disponível em WWW:
<URL:<http://www.conveyercaster.com/technical-library/trailer-tugger.htm>

GIMENES, Cristiano – *Cambagem, Caster e TOE* – Junho 2005 [Consult. 01 Junho 2008]. Disponível em WWW:
<URL:<http://www.rcmasters.com.br/index.php?name=News&file=article&sid=10>

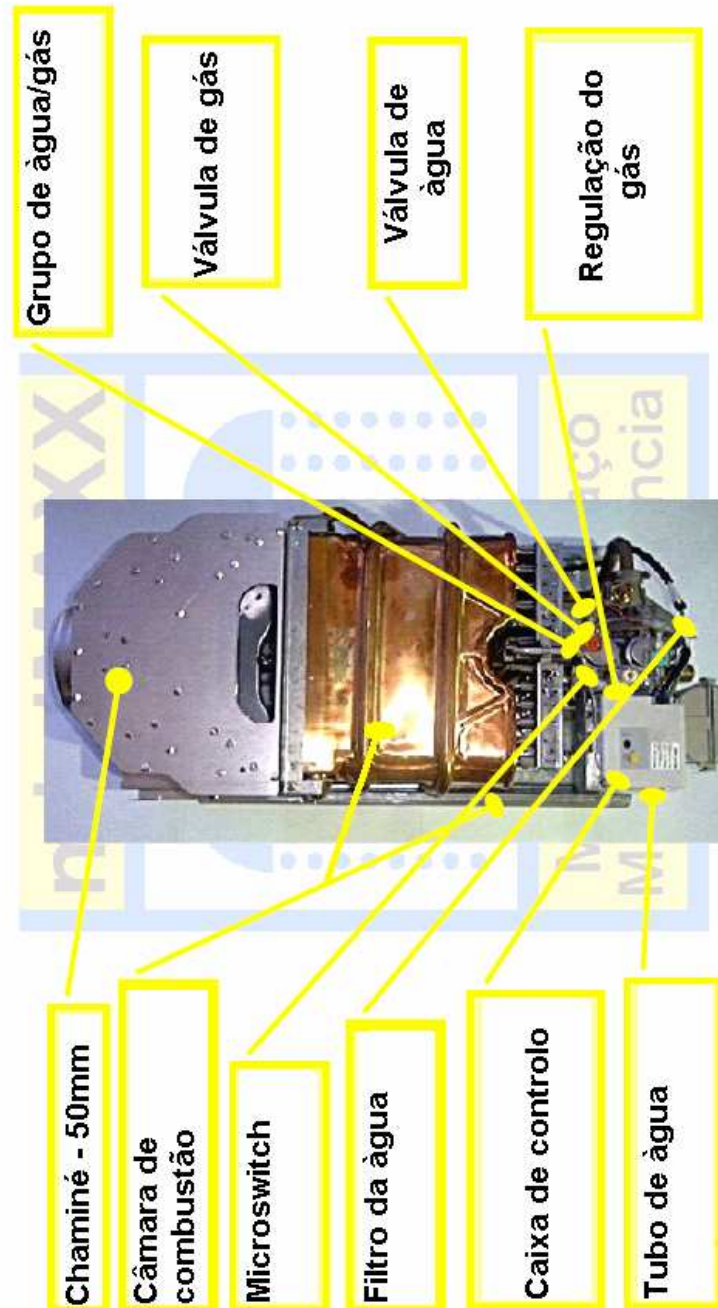
http://www.topperindustrial.com/quad_steer.html [Consult. 23 Março 2008]

http://www.peregrine-inc.com/catalog/index.asp#general_info [Consult.24 Março 2008]

<http://www.tuggerman.com/> [Consult. 11 Abril 2008]



http://profs.ccems.pt/PauloPortugal/CFQ/Atrito_histria_cincia/Atrito_hist_cincia.html
[Consult. 03 Julho 2008]



ANEXO A: Esquema dos elementos constituintes de um esquentador.









notas





*Sistema de engate	<p><u>antigo</u> - orifício da rabeta quadrado, pino não roscado, aço antigo</p> <p><u>recente</u> - orifício da rabeta circular, pino roscado, aço mais resistente</p>
*Tipos de engate	<p>tipo 1 - engate que permite que os carros sejam transportados pelas motas dos "milkrun"</p> <p>tipo 2 - engates que utilizam uma cavilha ainda. Rebocados pelos Manitou.</p> <p>tipo 3 - engates que requerem um meio de movimentação especial, um carro de tracção tipo empilhador.</p>

Detalhes dos carros logísticos:							Registo de pesos transportados nos carros		
Etiqueta aplicada - Designação	Nº carros	Dimensões CxLxA (mm)	Fornecedor / Cliente	Foto	Notas	*Tipo de engate	Peso do carro (kg)	Peso unitário do material (kg)	Peso total do material transportado (kg)
A - carros para frentes	98	1050x590x1625	Fornecedor - S832		2 prateleiras, transportam no máximo 16 frentes, usados para transporte de 16litros/caldeiras, sistema de apoio às frentes via elástico. *Sistema de engate antigo.	tipo 1	54.5	frentes de 14 litros = 3,253 (modelo x)	16 x 3,253 = 52,048
			Cliente - C1, C2, C3, C4					frentes de 17 litros = 3,950 (modelo y)	8 x 3,950 = 63,200
Aa - carros para frentes	214	920x450x1600	Fornecedor - S832		2 prateleiras, transportam no máximo 16 frentes, usados para transporte de 6, 10, 13 litros, sistema de apoio às frentes via elástico. *Sistema de engate antigo.	tipo 1	44.5	frentes 6 litros = 1,855	16 x 1,855 = 29,680
			Cliente - C1, C2, C3, C4					frentes 10 litros = 2,332	16 x 2,332 = 37,312
								frentes 13 litros = 3,105	16 x 3,105 = 49,680

Detalhes dos carros logísticos:								Registo de pesos transportados nos carros	
Etiqueta aplicada - Designação	Nº carros	Dimensões CxLxA (mm)	Fornecedor / Cliente	Foto	Notas	*Tipo de engate	Peso do carro (kg)	Peso unitário do material (kg)	Peso total do material transportado (kg)
B - carros de rede	20	1200x520x1680	Fornecedor - Armazém interior de peças		3 prateleiras, transportam : painéis, bombas, placas, circuitos 24V, vál.gás, blocos, permutadores, manómetros, chapas, ventiladores. *Sistema de engate antigo. Todas as rodas, com 120 mm de diâmetro, são direccionais e com travão.	tipo 1	82.5	Peso unitário de cada componente(kg)	Peso total suportado (kg)
			Cliente - Linha de caldeiras					bombas - 1,796 15 x 1,796 = 26,940 Placas - 4,509 2 x 4,509 = 9,018 chapas - 0,838 15 x 0,838 = 14,070 ger.hidr. - 2,721 15 x 2,721 = 40,815 válvulas gás - 4,522 2 x 4,522 = 9,044	
Bb - carros de rede	5	1200x520x1680	Fornecedor - Armazém interior de peças		5 prateleiras, transportam : vasos de expansão. *Sistema de engate antigo. Todas as rodas são direccionais, com 120 mm de diâmetro, e com travão.	tipo 1	82.5	Vasos de expansão - 4,291	15 x 4,291 = 64,365
			Cliente - Linha de caldeiras						

Detalhes dos carros logísticos:							Registo de pesos transportados nos carros		
Etiqueta aplicada - Designação	Nº carros	Dimensões CxLxA (mm)	Fornecedor / Cliente	Foto	Notas	*Tipo de engate	Peso do carro (kg)	Peso unitário do material (kg)	Peso total do material transportado (kg)
C - "troleys"	151	1265x880x490	Fornecedor - vários		1 palete, transportam: vasos, placas, blocos, painéis, ventiladores, paletes, etc. Não têm uma utilização regular, são bastante usados e procurados. *Sistema de engate antigo, com cavilha inclusivamente.	tipo 2	---	vários	vários
			Cliente - vários						
D - carro de produto acabado	32	1225x825x1540	Fornecedor - C1, C2, C3, C4, L6, L8		1 palete, transportam: produto acabado, cartão, esferovite. Existem carros com *sistema de engate antigo e carros com *sistema de engate actual.	tipo 1	78.5	27 (euro-palete)	Peso mínimo (só palete) = 27 kg
			Cliente - Buffer					14.2 (esquentador mais pesado)	Peso médio (com esquentadores) = 16 x 11.85kg = 189.6kg
								9.5 (esquentador mais leve)	
Dd - carro de produto acabado, carro BAXI	3	1225x1020x1540	Fornecedor - L5		1 palete, transportam: produto acabado, cartão, esferovite. *Sistema de engate actual.	tipo 1	80.5	32 (palete)	Peso mínimo (só palete) = 32 kg
			Cliente - Buffer					35.5 (esquentador mais pesado)	Peso médio (com caldeiras) = 16 x 27kg = 432kg
								18.5 (esquentador mais leve)	
E - carros de chaminés	62	875x770x1625	Fornecedor - S855		2 prateleiras deslizantes, transportam 16 chaminés. Existe de um carro protótipo a circular com alterações no sistema de segurança das prateleira. *Sistema de engate antigo.	tipo 1	74.5	Peso total suportado (kg)	
			Cliente - C1, C2, C3, C4					10 litros - 1.153 kg	16 x 1.153 = 18.448
								13 litros - 1.486 kg	16 x 1.486 = 23.776
								16 litros - 1.564 kg	16 x 1.564 = 25.024
								KME - 3.319 kg	16 x 3.319 = 53.104kg

Detalhes dos carros logísticos:							Registo de pesos transportados nos carros		
Etiqueta aplicada - Designação	Nº carros	Dimensões CxLxA (mm)	Fornecedor / Cliente	Foto	Notas	*Tipo de engate	Peso do carro (kg)	Peso unitário do material (kg)	Peso total do material transportado (kg)
E - carros das câmaras de combustão	132	875x770x1625	Fornecedor - S842		2 prateleiras deslizantes, sistema de segurança de prateleiras. *Sistema de engate antigo.	tipo 1	74.5	Peso unitário de cada componente(kg)	Peso total suportado (kg)
			Cliente - C1, C2, C3, C4					10 litros - 2.284 kg	16 x 2.284 = 36.544
								13 litros - 3.428 kg	16 x 3.428 = 54.848
Ef - carros das câmaras de combustão (modelo antigo)	89	2100x800x1800 ou 1050x800x1800	Fornecedor - S842		carros muito antigos, o número de prateleiras varia entre 3 e 5, a altura dos carros também não é igual, só podem ser transportados recorrendo a um carro de tracção tipo empilhador. *Sistema de engate muito antigo à frente e atrás.	tipo 3	---	---	---
			Cliente - ?						

Detalhes dos carros logísticos:							Registo de pesos transportados nos carros		
Etiqueta aplicada - Designação	Nº carros	Dimensões CxLxA (mm)	Fornecedor / Cliente	Foto	Notas	*Tipo de engate	Peso do carro (kg)	Peso unitário do material (kg)	Peso total do material transportado (kg)
G - carros de armazém externo (sem contrapesos)	7	875x770x1625	Fornecedor - S842		3 prateleiras, são usados para transportar tubos alimentação, O'rings, impressos, AGU, Kits, HDG, espelhos, limitadores. *Sistema de engate antigo.	tipo 1	76.7	Peso de cada componente varia entre 0.21 kg e 0.58 kg	Peso médio aproximado por carro = 44.2 (supondo um peso médio de 0.395 kg por peça e um total de 10 caixas de material com 8 a 16 peças cada.)
			Cliente - C1, C2, C3, C4						
Gg - carros de armazém externo (sem contrapesos)	7	875x770x1625	Fornecedor - S842		4 prateleiras, são usados para transportar tubos alimentação, O'rings, impressos, AGU, Kits, HDG, espelhos, limitadores. *Sistema de engate antigo.	tipo 1	77.7	Peso de cada componente varia entre 0.21 kg e 0.58 kg	Peso médio aproximado por carro = 44.2 (supondo um peso médio de 0.395 kg por peça e um total de 10 caixas de material com 8 a 16 peças cada.)
			Cliente - C1, C2, C3, C4						
G* - carros de armazém externo (com contrapesos)	4	875x770x1625	Fornecedor - S842		4 prateleiras, são usados para transportar tubos alimentação, O'rings, impressos, AGU, Kits, HDG, espelhos, limitadores. Têm um contrapeso de cerca de 120kg. *Sistema de engate antigo.	tipo 1	177.7	Peso de cada componente varia entre 0.21 kg e 0.58 kg	Peso médio aproximado por carro + contrapeso = 144.2
			Cliente - C1, C2, C3, C4						
H - carros de automáticos de gás	122	875x770x1625	Fornecedor - S831		2 prateleiras deslizantes, possuem de encaixe especial para os automáticos de gás, transportam no máximo 16 automáticos de gás. *Sistema de engate antigo.	tipo 1	74.5	Peso unitário de cada componente(kg)	Peso total suportado (kg)
			Aut.Gás normal - 1.419 kg					16 x 1.419 = 22.704	
			Aut.Gás com interface digital - 1.434 kg					16 x 1.434 = 22.944	
			Aut.Gás com botão monoestável - 1.283 kg					16 x 1.283 = 20.528	
							Aut.Gás com botão regulável - 1.291 kg	16 x 1.291 = 20.656	

ANEXO C: Patentes consultadas



US 20050275179A1

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication** (10) **Pub. No.: US 2005/0275179 A1**
 Whittington (43) **Pub. Date: Dec. 15, 2005**

(54) **CART WITH POLYURETHANE HITCH AND TONGUE OPERATED PARKING BRAKE, AND WITH HORIZONTAL TILTING PLATFORM**

Publication Classification

(51) **Int. Cl.⁷** **B62B 3/00**
 (52) **U.S. Cl.** **280/79.11**

(76) **Inventor: William Darryl Whittington,**
 Birmingham, AL (US)

(57) **ABSTRACT**

A cart is provided which may be manually pushed or pulled or towed behind a motorized vehicle. In a first embodiment of the cart, the cart has a three position pulling tongue. In a first position, the pulling tongue locks a rear set of wheels when the tongue is in an uppermost vertical position. When the tongue is lowered to a middle position, the cart can be pushed or pulled by hand. In a lowermost position, extending horizontally, the tongue can be connected to a motorized vehicle, such as a tow motor or tugger, or connected to the rear of another cart for multi-cart transporting. The tongue is made of polyurethane material for light weight and quiet operation. In case of wear, the tongue is easily replaced. In a second embodiment, a platform is raised above a base of the cart. The platform is pivotally mounted on the cart and secured in position by a locking pin. The axis of the tilt mechanism may extend parallel to or perpendicular to a longitudinal axis of the cart.

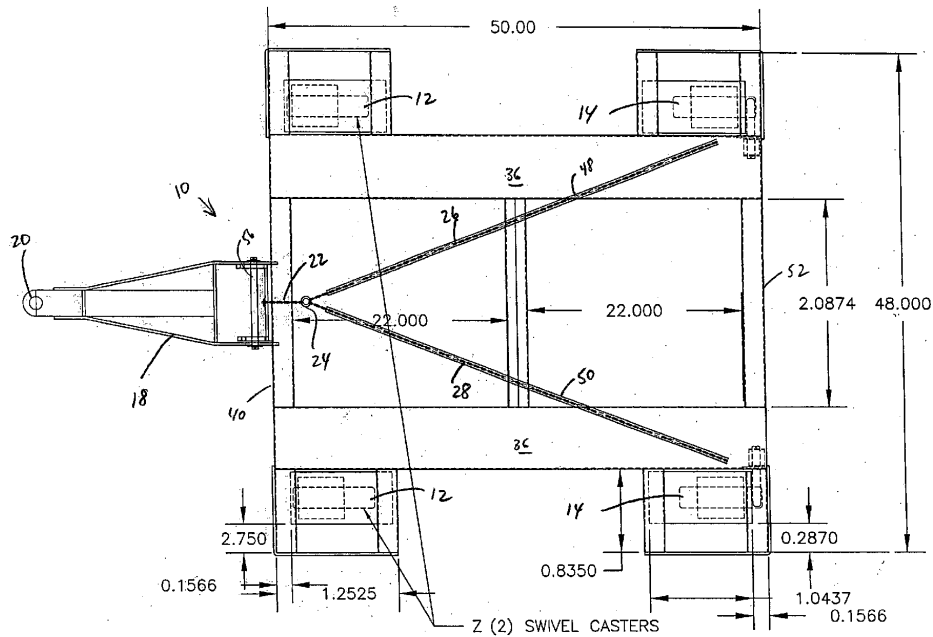
Correspondence Address:
JACOBSON HOLMAN PLLC
400 SEVENTH STREET N.W.
SUITE 600
WASHINGTON, DC 20004 (US)

(21) **Appl. No.: 11/079,206**

(22) **Filed: Mar. 15, 2005**

Related U.S. Application Data

(60) **Provisional application No. 60/552,943, filed on Mar. 15, 2004. Provisional application No. 60/569,250, filed on May 10, 2004.**



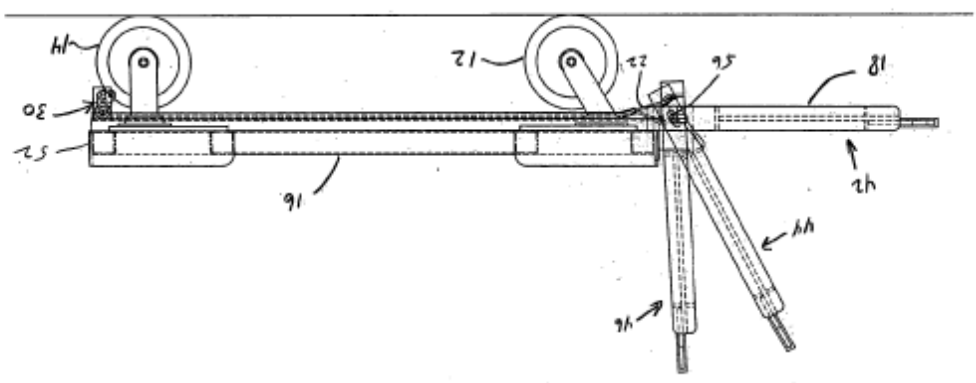


FIG. 2

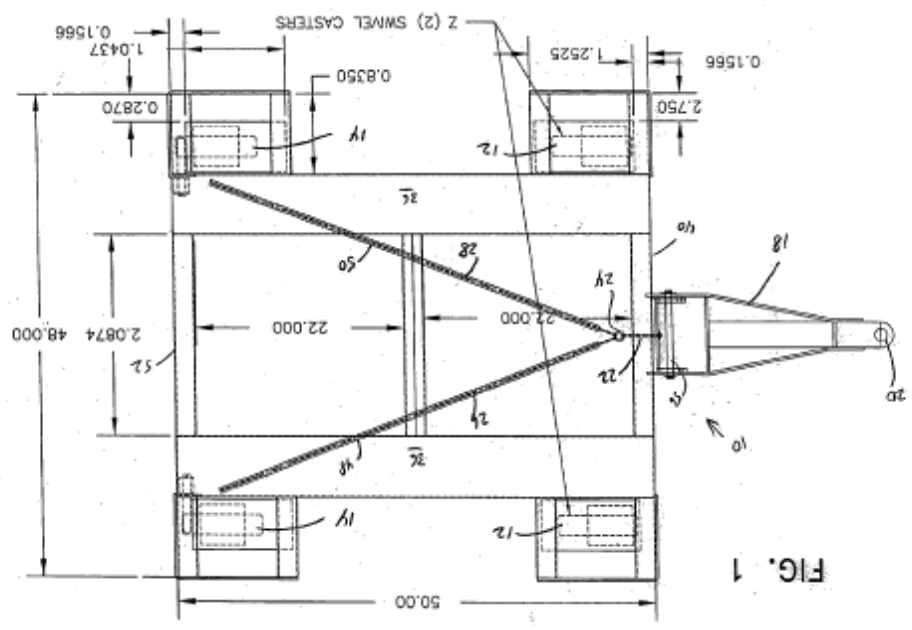


FIG. 1

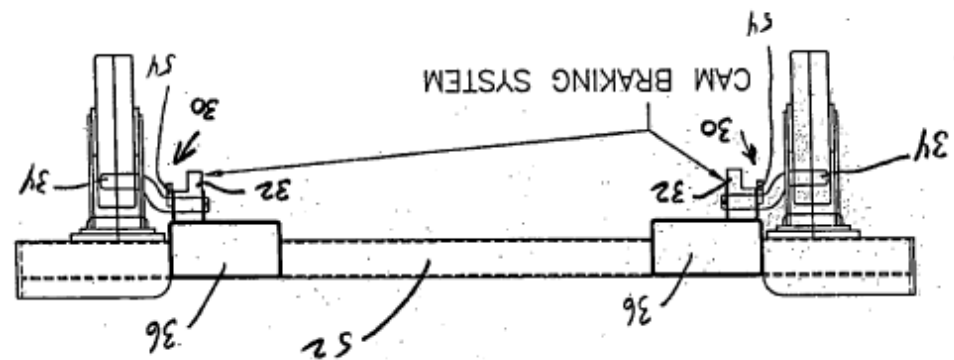
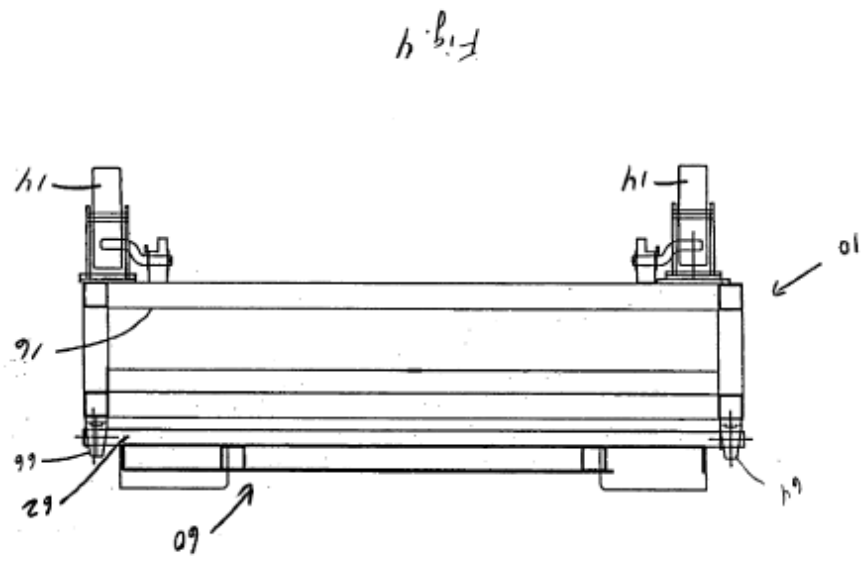


FIG. 3

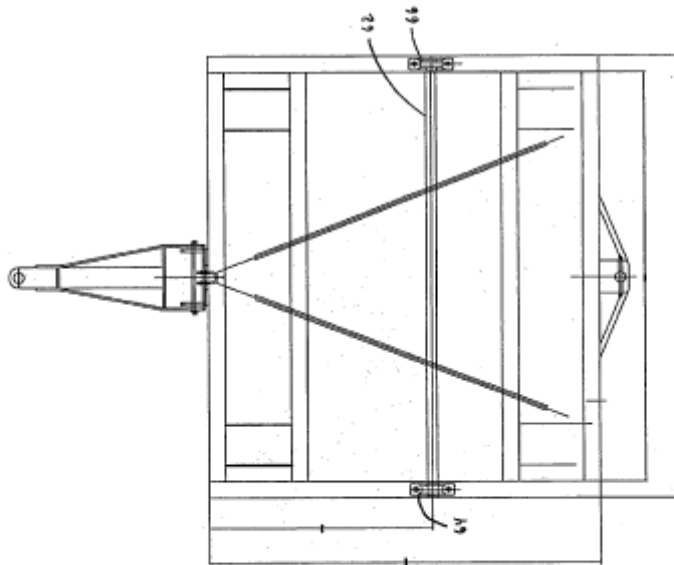


Fig. 5

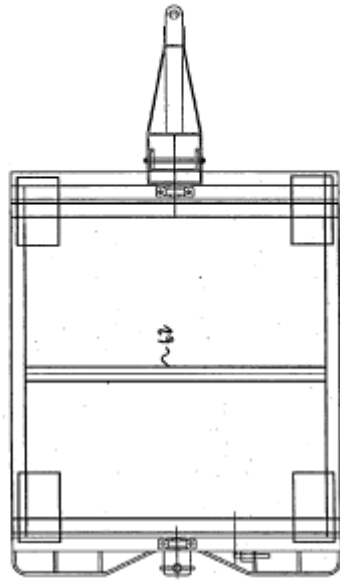


Fig. 6

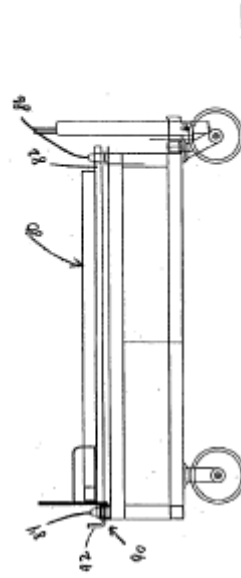
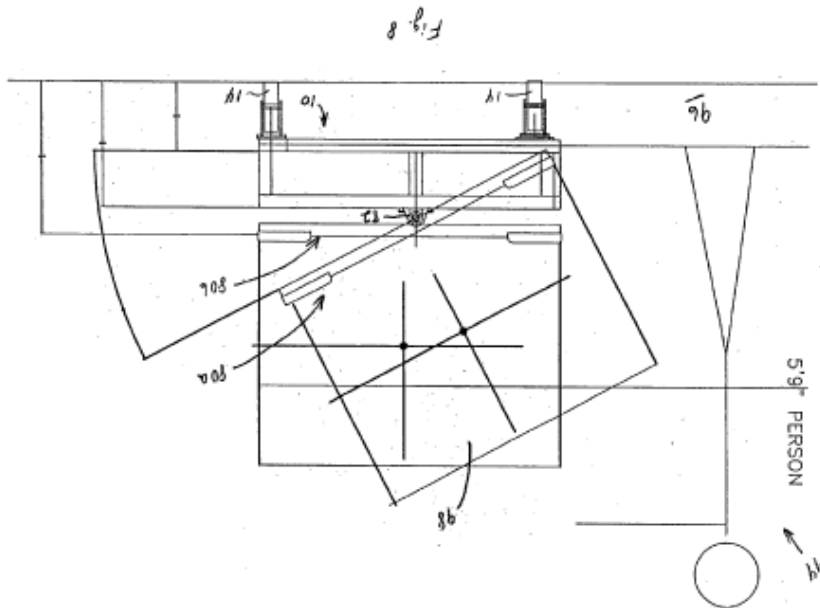
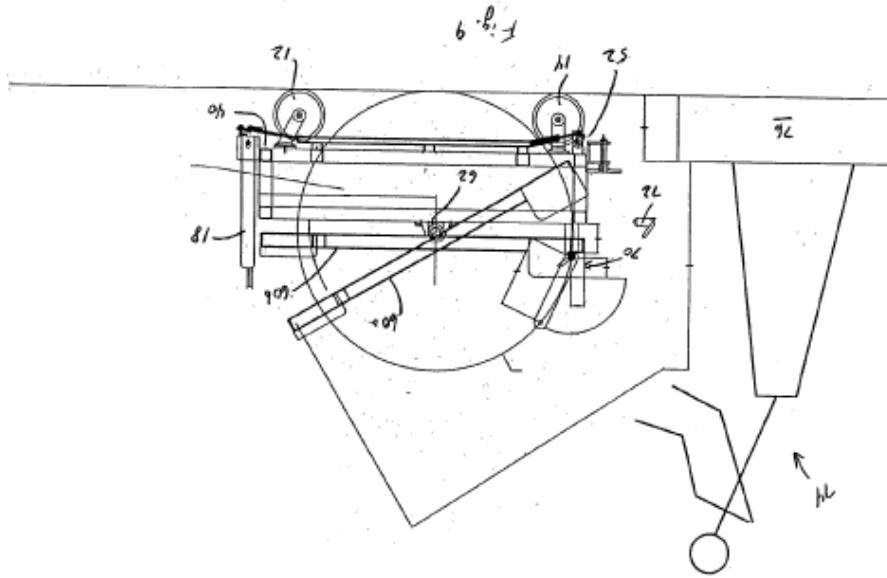


Fig. 7



**CART WITH POLYURETHANE HITCH AND
TONGUE OPERATED PARKING BRAKE, AND
WITH HORIZONTAL TILTING PLATFORM**

[0001] This application claims priority from and the benefit of U.S. Provisional Application Ser. No. 60/522,943, filed Mar. 15, 2004 and U.S. Provisional Application Ser. No. 60/659,250, filed on May 10, 2004, hereby incorporated in their entirety by reference.

FIELD OF THE INVENTION

[0002] The present invention relates to a pull cart having a three position locking mechanism and a tiltable horizontal platform.

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0003] It is oftentimes required to transport goods from one location to another. This movement may be made by a cart pulled by hand or towed by a motor vehicle. Control over the movement of the cart is required to prevent transport of the goods without damage.

[0004] It is desirable that the goods be transported to a desired location and that assistance be provided in the unloading of the goods by providing a platform adjustable to the level of the loading dock onto which the goods are transported.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0005] By the present invention, a cart is provided which may be manually pushed or pulled or towed behind a motorized vehicle. In a first embodiment of the cart of the present invention, the cart has a three position pulling tongue. In a first position, the pulling tongue locks a rear set of wheels when the tongue is in an uppermost vertical position. When the tongue is lowered to a middle position, the cart can be pushed or pulled by hand. In a lowermost position, extending horizontally, the tongue can be connected to a motorized vehicle, such as a tow motor or tugger, or connected to the rear of another cart for multi-cart transporting.

[0006] The tongue is made of polyurethane material for light weight and quiet operation. In case of wear, the tongue is easily replaced.

[0007] The bottom of the cart includes two longitudinally extending tubes separated at a distance equal to a separation between the tines of a forklift. A forklift may thereby lift the cart from a front end or a rear end to carry the cart or to stack the cart on shelves.

[0008] The two rear wheels of the cart are fixed in position. The two front wheels located adjacent to the tongue are swivel caster wheels to enable turning in any direction.

[0009] In the second embodiment of the present invention, a platform is raised above a base of the cart. The platform is pivotally mounted on the cart and secured in position by a locking pin. The axis of the tilt mechanism may extend parallel to or perpendicular to a longitudinal axis of the cart.

[0010] By release of the locking pin the platform is allowed to tilt to one side of the cart when the pivot axis is parallel to the longitudinal axis of the cart so as to assist in unloading of transported goods to either side of the cart. In

the instance where the pivot axis of the platform extends perpendicular to a longitudinal axis of the cart, the platform will most likely be allowed to pivot towards the rear of the cart to assist in the unloading of goods. It is possible to tilt the platform towards the front of the cart, but with the presence of the tongue at the front of the cart, it may be more difficult to unload goods towards the front of the cart.

[0011] The cart bed platform tilts at an angle of approximately 30 degrees to assist in unloading goods from the cart. After the platform is tilted, there is a locking mechanism to maintain the platform locked in the tilted position so that the platform may not inadvertently rotate back to the horizontal position or beyond.

[0012] Accordingly, it is an object of the present invention to provide a movable cart having fixed rear wheels and rotatable front wheels for use in the transporting of goods.

[0013] It is another object of the present invention provide a movable cart having fixed rear wheels and rotatable front wheels for use in the transporting of goods with a movable tongue positioned at the front of the cart for locking the cart or allowing movement of the cart by pulling of the tongue.

[0014] It is another object of the present invention provide a movable cart having fixed rear wheels and rotatable front wheels for use in the transporting of goods with a movable tongue positioned at the front of the cart for locking the cart or allowing movement of the cart by pulling of the tongue with the tongue locking the rear wheels of the cart when the tongue is in a vertical orientation.

[0015] It is still yet another object of the present invention provide a movable cart having fixed rear wheels and rotatable front wheels for use in the transporting of goods with a movable tongue positioned at the front of the cart for locking the cart or allowing movement of the cart by pulling of the tongue with the tongue locking the rear wheels of the cart when the tongue is in a vertical orientation and with a cart bed platform being tiltably mounted above a base of the cart.

[0016] It is still yet another object of the present invention provide a movable cart having fixed rear wheels and rotatable front wheels for use in the transporting of goods with a movable tongue positioned at the front of the cart for locking the cart or allowing movement of the cart by pulling of the tongue with the tongue locking the rear wheels of the cart when the tongue is in a vertical orientation and with a cart bed platform being tiltably mounted above a base of the cart with the cart bed platform being tiltable about an axis extending either perpendicular to or transverse to a longitudinal axis of the cart.

[0017] These and other objects of the invention, as well as many of the intended advantages thereof, will become more readily apparent when reference is made to the following description taken in conjunction with the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0018] **FIG. 1** is a plan view of the cart according to the present invention.

[0019] **FIG. 2** is a side view of the cart shown in **FIG. 1**, with the tongue shown in three possible positions for locking of the rear wheels of the cart or release of the rear wheels of the cart.

[0020] FIG. 3 is a rear view showing a cam assembly as controlled by movement of the tongue to lock and release the rear wheels and tubes for accommodating tines of a forklift.

[0021] FIG. 4 is a rear view of a cart having a cart bed platform with a pivot axis extending transverse to a longitudinal axis of the cart.

[0022] FIG. 5 is a bottom view of the cart having a transverse pivot axis.

[0023] FIG. 6 is a plan view of the transverse pivot axis of the bed platform.

[0024] FIG. 7 is a side view illustrating a pivot axis extending parallel to a longitudinal axis of the cart and having a pin lock mechanism for maintaining the horizontal position of the bed platform.

[0025] FIG. 8 illustrates a side tipping of the bed platform about a pivot axis extending parallel to a longitudinal axis of the cart.

[0026] FIG. 9 illustrates a rearward tipping of the bed platform about a pivot axis extending transverse to a longitudinal axis of the cart.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

[0027] In describing a preferred embodiment of the invention illustrated in the drawings, specific terminology will be resorted to for the sake of clarity. However, the invention is not intended to be limited to the specific terms so selected, and it is to be understood that each specific term includes all technical equivalents which operate in a similar manner to accomplish a similar purpose.

[0028] With reference to the drawings, in general, and to FIGS. 1 through 3, in particular, a cart with a polyurethane hitch and tongue operated parking brake embodying the teachings of the subject invention is generally designated as 10. With reference to its orientation in FIG. 1, the cart 10 includes a base frame 16. Secured to the underside of the base frame are two front pivotal caster wheels 12 and two rear fixed direction wheels 14.

[0029] Extending from a front end 40 of the frame 16 is a pulling tongue 18. A forward end of the tongue includes a hitch opening 20 for connection to a motorized vehicle. Alternatively, the tongue may be gripped and pulled by the hand of an operator.

[0030] The tongue 18 is pivotable between the three positions shown in FIG. 2 about pivot axis 56. In the horizontal position 42 and in the central, angled position 44, the tongue can be pulled manually or by a vehicle. When the tongue is moved to a vertical position 46, the rear wheels 14 are locked in place against rotation by a cam braking system 30. It is understood that positions 42, 44 and 46 is for a single tongue 18 moved between the three positions.

[0031] A cable 22 is connected to the tongue and extends under the frame. The cable is divided at ring 24 into two cable segments 26 and 28 passing through protective tubes 48, 50, respectively. Each cable segment 26, 28 terminates in a cam braking system 30 at each rear wheel.

[0032] By lifting of tongue 18 the cable 22 and cable segments 26, 28 are moved forward toward front end 40 to

pivot a cam 32 and move a small brake block 34 into engagement with each of the rear wheels 14. The brake block is normally pivoted away from the rear wheels by a bias force of a spring 54 within the cam braking system 30. When the cables 26, 28 are pulled by movement of the tongue 18 to position 46, the bias force is overcome and the brake blocks 34 are moved into engagement with the rear wheels 14.

[0033] The rear wheels and thus the cart are locked in position when the tongue is moved to position 46 until the tongue is lowered to position 44 or 42. After lowering the tongue 18, the brake blocks are released from engagement with the rear wheels by the bias force and the rear wheels are allowed to rotate.

[0034] The rear end 52 of the frame includes two forklift bars 36 for engagement and lifting by a forklift. The bars 36 extend parallel to a longitudinal axis of the cart from the rear end 52 to the front end 40.

[0035] In the embodiment of FIGS. 4 through 9, all of the features of the cart 10, as described and shown with respect to FIGS. 1 through 3, are included. In addition, a cart bed platform 60 is mounted on the cart 10 for a pivotal tilting of the platform 60 to aid in the unloading of cargo, such as assembly or maintenance parts, at a specific location.

[0036] The platform 60 in FIGS. 4, 5 and 6, is attached to a pivot bar 62 anchored in pivot brackets 64, 66. The pivot brackets 64, 66 are located on opposite sides of the cart such that the pivot rod 62 extends transversely across the cart, perpendicular to the longitudinal axis of the cart.

[0037] As shown in FIG. 9, the platform 60b, maintained in a horizontal orientation above the cart 10, rests on pivot bar 62 and is locked in a horizontal orientation by a pin locking assembly 70 so as to maintain its horizontal orientation. Upon the release of pin locking mechanism 70 the platform 60a is allowed to tilt 30 degrees towards the rear end 52 of the cart and reengaged in the tilted position by a removable locking pin assembly 72. This maintains the tilted position of the platform 60a.

[0038] In this position, a worker 74 standing on an elevated loading dock 76 can reach the tilted platform 60a which is elevated by the overall height of the cart 10 to a height proximate to that of the height of the loading dock 76. This facilitates removal of the cargo from the tilted platform 60a.

[0039] In the locked position shown by platform 60b, a pin interengages with the platform and a side rail of the cart. Similarly, a pin engages the tilted platform 60a and a side rail of the cart to maintain the tilted position.

[0040] As shown in FIGS. 7 and 8, a platform 80 is mounted on a pivot bar 82 held by pivot bar brackets 84 and 86 with the pivot bar 82 extending parallel to a longitudinal axis of the cart. A locking pin assembly 90 having L-shaped pin 92 extends through the platform and into a side rail of the cart so as to maintain the platform 80 in a horizontal orientation.

[0041] Upon removal of the pin 92 as shown in FIG. 8, the platform 80a is shown tilted at a 30 degree angle toward one side of the cart. A locking pin locks the tilted platform 80a in a 30 degree angle with respect to the previously positioned horizontally extending platform 80b so as to maintain the position of the platform 80a.

[0042] A worker 94 standing on a loading dock 96 can remove cargo 98 from the tilted platform 80a, at the height of the platform 96. After the cargo is removed, the tilted platform 80a can be moved to a horizontal oriented platform 80b and re-locked in position for subsequent reloading of the cart 10.

[0043] The foregoing description should be considered as illustrative only of the principles of the invention. Since numerous modifications and changes will readily occur to those skilled in the art, it is not desired to limit the invention to the exact construction and operation shown and described, and, accordingly, all suitable modifications and equivalents may be resorted to, falling within the scope of the invention.

I claim:

1. A cart for transporting goods, said cart comprising:
a base,
a pair of front wheels rotatably mounted on the base,
a pair of rear wheels rotatably mounted on the base, and
a tongue pivotably mounted on the base, said tongue being movable between a first position and a second position,
said tongue, when in said first position, locks said rear wheels so as to prevent movement of the base.
2. The cart for transporting goods as claimed in claim 1, wherein the front wheels are pivotally mounted on the base.
3. The cart for transporting goods as claimed in claim 1, wherein said tongue extends vertically when said tongue is in said first position.
4. The cart for transporting goods as claimed in claim 3, wherein a cable extends between said tongue and a locking mechanism located at said rear wheels, and said rear wheels are engaged by said locking mechanism when said tongue is in said first position.
5. The cart for transporting goods as claimed in claim 1, further comprising a tiltable platform mounted on said base.

6. The cart for transporting goods as claimed in claim 5, wherein said tiltable platform is mounted on a pivot rod extending transverse to a longitudinal axis of said base.

7. The cart for transporting goods as claimed in claim 5, wherein said tiltable platform is mounted on a pivot rod extending perpendicular to a longitudinal axis of said base.

8. The cart for transporting goods as claimed in claim 1, wherein said tongue, when in said second position, extends from a front end of the base at an acute angle.

9. The cart for transporting goods as claimed in claim 6, wherein said platform tilts towards a rear end of the base.

10. The cart for transporting goods as claimed in claim 7, wherein said platform tilts to one side of the base.

11. A cart for transporting goods, said cart comprising:

- a base,
- a pair of front wheels rotatably mounted on the base,
- a pair of rear wheels rotatably mounted on the base,
- a tongue pivotably mounted on the base, said tongue being movable between a first position and a second position,
- said tongue, when in said first position locks said rear wheels so as to prevent movement of the base, and
- a platform pivotally mounted on a pivot bar extending across the base, said platform being locked in one of a tilted position and a horizontal position.

12. The cart for transporting goods as claimed in claim 11, wherein said tiltable platform is mounted on a pivot rod extending transverse to a longitudinal axis of said base.

13. The cart for transporting goods as claimed in claim 11, wherein said tiltable platform is mounted on a pivot rod extending perpendicular to a longitudinal axis of said base.

14. The cart for transporting goods as claimed in claim 12, wherein said platform tilts towards a rear end of the base.

15. The cart for transporting goods as claimed in claim 13, wherein said platform tilts to one side of the base.

* * * * *



US 20070057477A1

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication** (10) **Pub. No.: US 2007/0057477 A1**

Brown

(43) **Pub. Date:**

Mar. 15, 2007

(54) **TUGGER CART WITH TILTABLE PLATFORM**

Publication Classification

(75) **Inventor:** Edmund W. Brown, Racine, WI (US)

(51) **Int. Cl.**
B62B 1/00 (2006.01)

(52) **U.S. Cl.** 280/79.2

Correspondence Address:
**BOYLE FREDRICKSON NEWHOLM STEIN
& GRATZ, S.C.**
250 E. WISCONSIN AVENUE
SUITE 1030
MILWAUKEE, WI 53202 (US)

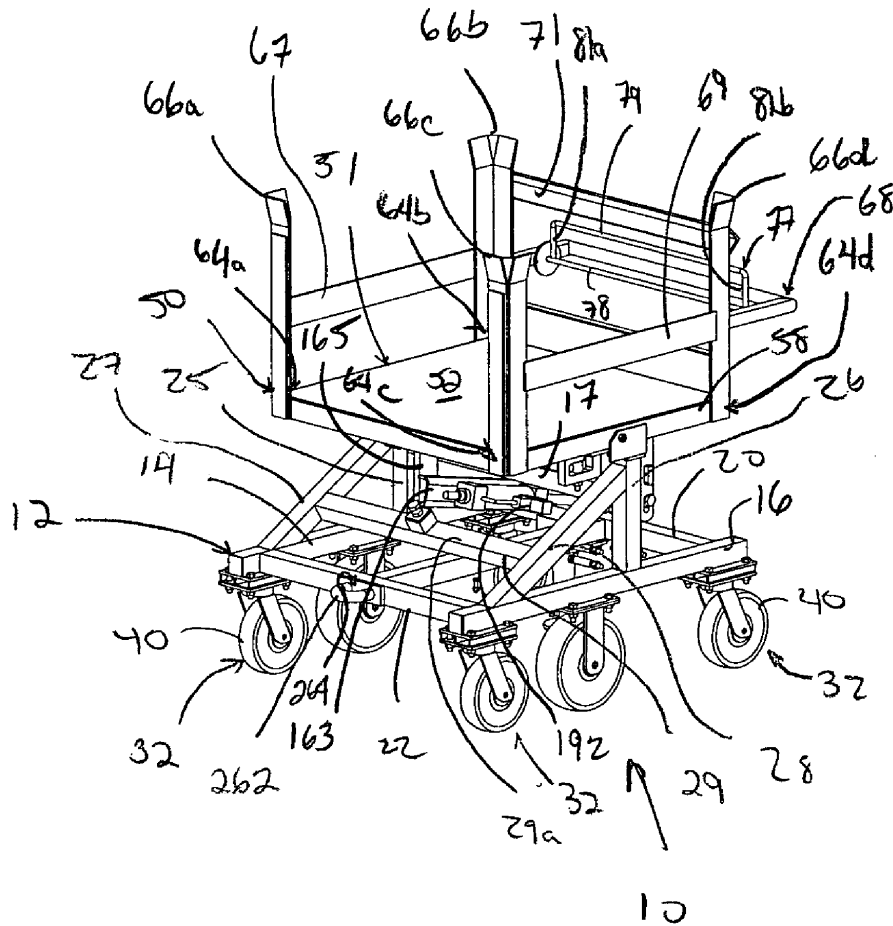
(57) **ABSTRACT**

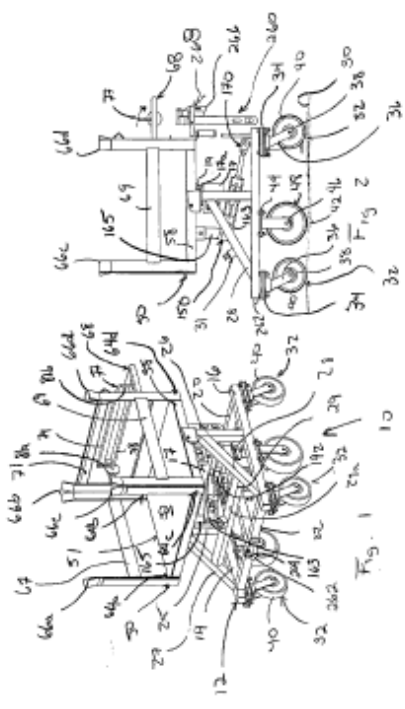
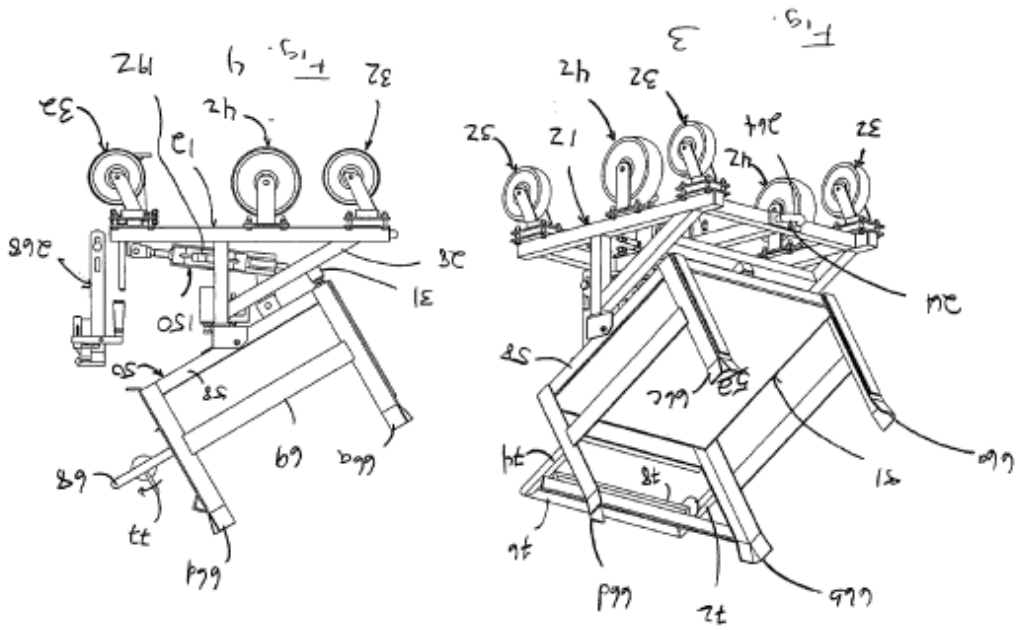
A tugger cart is provided for transporting a load about a factory or the like. The tugger cart includes a support frame and a wheel assembly operatively connected to the support frame for supporting the support frame above a supporting surface. A bed pivotably mounted to the support frame for receiving the load thereon. The bed is movable between a first position wherein the bed lies in a generally horizontal plane and a second position wherein the bed is at a pre-determined angle to the horizontal plane.

(73) **Assignee:** Topper Industrial, Inc.

(21) **Appl. No.:** 11/223,578

(22) **Filed:** Sep. 9, 2005





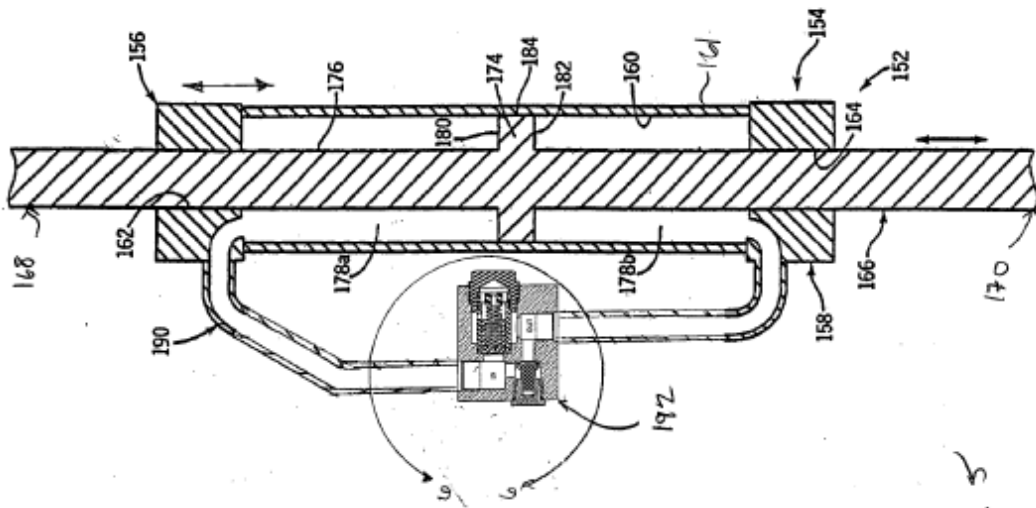


Fig. 5

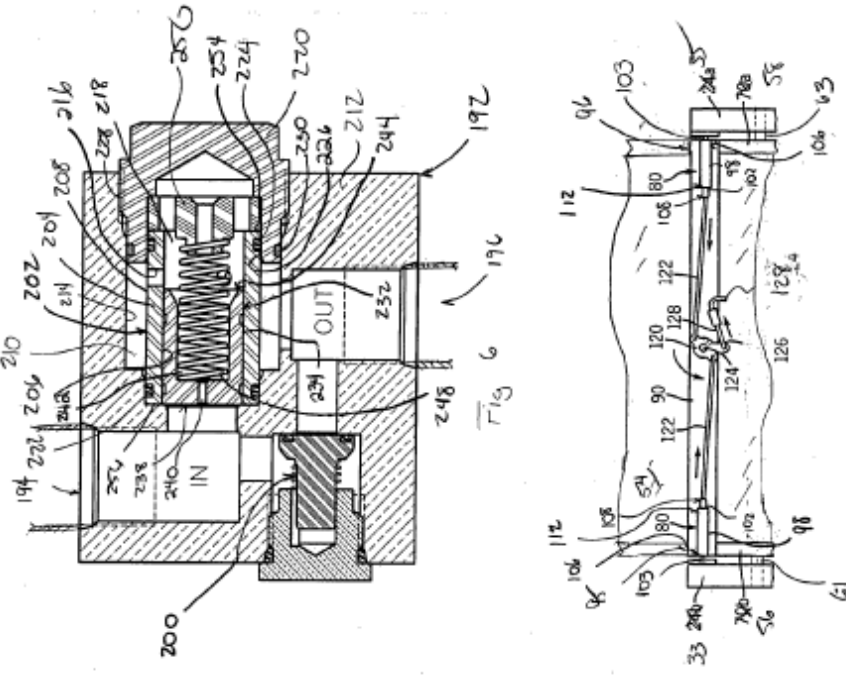


Fig. 7

TUGGER CART WITH TILTABLE PLATFORM

FIELD OF THE INVENTION

[0001] This invention relates generally to wheeled carts, and in particular, to a tugger cart having a tiltable support platform for transporting materials received thereon about a factory or the like and for depositing the materials at a user selected workstation.

BACKGROUND AND SUMMARY OF THE INVENTION

[0002] In order to transport pallets, containers and materials throughout a factory, wheeled tugger carts are often used. These tugger carts allow an individual to deliver the pallets, containers and materials to the desired workstation in the factory. It can be appreciated that after the containers are transported to the desired locales in the factory, these containers must be unloaded or removed from the support platform of the tugger cart. However, given the significant weight of a loaded container, it may be difficult for a worker to remove the container from or to unload the container positioned on the support platform of the tugger cart. Hence, it is highly desirable to provide a tugger cart that allows for a worker to simply and easily remove a loaded container from or unload the container positioned on the support platform of the tugger cart.

[0003] It can be further appreciated that unloading the pallets, containers or materials positioned on the elevated support platforms of corresponding tugger carts is often difficult and time consuming. For example, a container may have to be reorientated on the support platform in order to allow for access to the interior thereof by a worker. When the pallets, containers or materials transported on a tugger cart are of significant size and/or weight, it may be difficult for a user to reorientate the pallet, container or material delivered to the workstation. Consequently, it is highly desirable to provide a tugger cart which allows for a user to easily orientate the pallets, containers, or materials transported thereon to allow access to the interior thereof by a worker.

[0004] Therefore, it is a primary object and feature of the present invention to provide a tugger cart for transporting pallets, containers and materials throughout a factory that is simple to use and inexpensive to manufacture.

[0005] It is a still further object and feature of the present invention to provide a tugger cart for transporting pallets, containers and materials throughout a factory that allows for a user to reorientate the pallets, containers and materials supported thereon to facilitate access to the interior thereof by a worker.

[0006] It is a still further object and feature of the present invention to provide a tugger cart for transporting pallets, containers, and materials throughout a factory that is simple to use and inexpensive to manufacture.

[0007] In accordance with the present invention, a tugger cart is provided for transporting a load having a weight. The tugger cart a support frame and a bed pivotably mounted to the support frame for receiving the load thereon. The bed is movable between a first position wherein the bed lies in a generally horizontal plane and a second position wherein the bed is a predetermined acute angle to the horizontal

plane. A wheel assembly is operatively connected to the support frame for supporting the support frame above a supporting surface.

[0008] The tugger cart also includes a bed locking structure for locking the bed in the first position. The bed locking structure has a retractable pin operatively connected to one of the bed and the support frame that movable between along a pin axis between an extended position and a retracted position. A sleeve is connected to the other of the bed and the support frame. The sleeve defines a recess for receiving the pin in the extended position. An actuator is operatively connected to the pin for moving the pin between the extended and retracted positions.

[0009] It is intended that the bed of the tugger cart pivot from the first position to the second position at a predetermined rate independent of the weight of the load. The tugger cart includes a cylinder assembly operatively connecting the bed to the support frame for controlling the predetermined rate. The cylinder assembly includes a cylindrical housing having first and second ends and an inner surface defining a cavity in the housing for receiving a fluid therein. The cylinder housing is operatively connected to one of the bed and the support frame. A piston slidably extends through the cavity in the housing. The piston has a first end connected to the other of the bed and the support frame and a second end. A flange projects from the piston and is positioned within the cavity so as to divide the cavity in the housing into first and second portions. The flange terminates at a radially outer edge that forms a slidable interface with the inner surface of the housing. A differential pressure valve has an upstream input communicating with the first portion of the cavity and a downstream output communicating with the second portion of the cavity. The flow rate of the fluid at the output of the differential pressure valve is constant in response to various pressures of the fluid at the input. The cylinder assembly may also include a check valve for controlling the flow of fluid from the second portion to the first portion of the cavity.

[0010] In accordance with a further aspect of the present invention, a tugger cart is provided from transporting a load. The tugger cart includes a support frame and a bed pivotably mounted to the support frame for receiving the load thereon. The bed is movable at a predetermined rate from a generally horizontal position to a tilted position wherein the bed is at a predetermined angle to horizontal. A differential pressure valve controls the predetermined rate.

[0011] The tugger cart also includes a wheel assembly operatively connected to the support frame for supporting the support frame above a supporting surface and a handle assembly extending from the support frame. A locking structure is operatively connected to the bed for locking the bed in the horizontal position. The locking structure includes a retractable pin operatively connected to the bed. The pin is movable between along a pin axis between an extended position wherein the pin is receivable in an opening in the support frame and a retracted position. An actuator is operatively connected to the pin for moving the pin between the extended and retracted positions.

[0012] The tugger cart may also include a cylinder assembly having a cylindrical housing with first and second ends and an inner surface defining a cavity in the housing for receiving a fluid therein. The cylinder housing is operatively

connected one of the bed and the support frame. A piston slidably extends through the cavity in the housing. The piston has a first end connected to the other of the bed and the support frame and a second end. A flange projects from the piston and is positioned within the cavity so as to divide the cavity in the housing into first and second portions. The flange terminates at a radially outer edge that forms a slidable interface with the inner surface of the housing.

[0013] The differential pressure valve has an upstream input communicating with the first portion of the cavity and a downstream output communicating with the second portion of the cavity. The flow rate of the fluid at the output of the differential pressure valve is constant in response to various pressures of the fluid at the input. A check valve controls the flow of fluid from the second portion to the first portion of the cavity.

[0014] In accordance with a still further aspect of the present invention, a tugger cart is provided for transporting a load. The tugger cart includes a support frame and a bed pivotably mounted to the support frame for receiving the load thereon. The bed is movable between a generally horizontal position and a tilted position wherein the bed is at a predetermined angle to horizontal. Control structure is provided for controlling the rate at which the bed pivots from the horizontal position and the tilted position.

[0015] A locking structure operatively is connected to the bed for locking the bed in the horizontal position and a connection assembly operatively is connected to the support frame for interconnecting the tugger cart to a second tugger cart. The control structure includes a cylindrical housing having first and second ends and an inner surface defining a cavity in the housing for receiving a fluid therein. The cylinder housing is operatively connected one of the bed and the support frame. A piston slidably extends through the cavity in the housing. The piston has a first end connected to the other of the bed and the support frame and a second end. A flange projects from the piston and is positioned within the cavity so as to divide the cavity in the housing into first and second portions. The flange terminates at a radially outer edge that forms a slidable interface with the inner surface of the housing.

[0016] The control structure includes a differential pressure valve having an input communicating with the first portion of the cavity and an output communicating with the second portion of the cavity. The flow rate of the fluid at the output of the differential pressure valve is constant in response to various pressures of the fluid at the input.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0017] The drawings furnished herewith illustrate a preferred construction of the present invention in which the above advantages and features are clearly disclosed as well as others which will be readily understood from the following description of the illustrated embodiment.

[0018] In the drawings:

[0019] FIG. 1 is an isometric view of a tugger cart in accordance with the present invention having a support platform in a generally horizontal position;

[0020] FIG. 2 is a side elevational view of the tugger cart of FIG. 1;

[0021] FIG. 3 is an isometric view of the tugger cart in accordance with the present invention having the support platform in a tilted position;

[0022] FIG. 4 is a side elevational view of the tugger cart of FIG. 3;

[0023] FIG. 5 is a cross-sectional view of the tugger cart of the present invention taken along line 5-5 of FIG. 3;

[0024] FIG. 6 is an enlarged cross-sectional view of the tugger cart of the present invention taken along line 6-6 of FIG. 5; and

[0025] FIG. 7 is a bottom elevational view showing a portion of the tugger cart of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0026] Referring to FIGS. 1-4, a tugger cart in accordance with the present invention is generally designated by the reference numeral 10. Tugger cart 10 includes support frame 12 defined by first and second generally parallel side frame members 14 and 16, respectively, interconnected by leading and trailing frame members 20 and 22, respectively. Support frame 12 further includes intermediate frame member 24 extending between leading and trailing frame members 20 and 22, respectively. Intermediate frame member 24 is generally parallel to and spaced between side frame members 14 and 16, respectively.

[0027] Support frame 12 also includes first and second vertical frame members 25 and 26, respectively, extending vertically from corresponding side frame members 14 and 16, respectively. Mounting brackets 33 and 35 are interconnected to the upper, terminal ends of corresponding vertical frame members 25 and 26, respectively, for reasons hereinafter described. Upper cross support 17 extends between the upper ends of vertical frame members 25 and 26. Shock absorber 19 is mounted to upper surface 17a of platform cross support 17, for reasons hereinafter described. First platform support 27 extends between the upper end of vertical frame member 25 and the trailing end of side frame member 14 at a predetermined angle to side frame member 14. Similarly, second platform support 28 extends between the upper end of vertical frame member 26 and the trailing end of side frame member 16 at a predetermined angle to side frame member 16. It is intended for first and second platform supports 27 and 28, respectively, to be generally parallel to each other. Platform cross support 29 extends between platform supports 27 and 29 so as to add strength and stability to support frame 12. Shock absorber 31 is mounted to upper surface 29a of platform cross support 29, for reasons hereinafter described.

[0028] Support frame 12 of tugger cart 10 is supported above supporting surface 30 such as a factory floor or the like by a plurality of caster assemblies 32. Each caster assembly 32 includes mounting plate 34 having upper and lower surfaces. U-shaped brackets 36 depend from the lower surfaces of mounting plates 34 of caster assemblies 32. Axles 38 extend between the legs of U-shaped brackets 36 to rotatably support corresponding caster wheels 40 thereon. It is contemplated to mount each caster assembly 32 to support frame 12 about the periphery thereof. By way of example, caster assemblies 32 may be positioned at the leading and trailing ends of first and second side frame member 14 and 16, respectively.

[0029] In addition, enlarged caster assemblies 42 may be interconnected to side frame members 14 and 16 of support frame 12 at locations equidistant from leading frame member 20 and trailing frame member 22. Caster assemblies 42 include mounting plates 44 having legs depending therefrom. Axles 46 extend between the legs of caster assemblies 42 to rotatably support caster wheels 48 thereon. Caster wheels 48 of caster assemblies 42 have larger diameters than the diameters of caster wheels 40 of caster assemblies 32 in order to provide additional support for bed assembly 50, hereinafter described.

[0030] Bed assembly 50 includes platform 51 having a generally flat upper surface 52 and a generally flat lower surface 54. Platform 51 further includes side supports 56 and 58, as well as, first and second end supports 60 and 62, respectively, about the outer periphery thereof. Side supports 56 and 58 are pivotably connected to corresponding mounting brackets 33 and 35, respectively, by pivot pins 61 and 63, respectively. As hereinafter described, platform 51 is pivotably on pivot pins 61 and 63 between a first, generally horizontal position, FIGS. 1-2, and a second, tilted position, FIGS. 3-4, wherein platform 51 is at a predetermined, and preferably acute, angle to a horizontal plane in which platform 51 lies when in its horizontal position.

[0031] Generally V-shaped retaining elements 66a-d project from corresponding corners 64a-d of platform 51 at an angle generally perpendicular to upper surface 52 of platform 51. Retaining elements 66a and 66b are interconnected by side support 67 that is spaced from upper surface 52 of platform 51. Similarly, retaining elements 66c and 66d are interconnected by side support 69 that is spaced from upper surface 52 of platform 51. End support 71 is spaced from upper surface 52 of platform 51 and interconnects retaining elements 66b and 66d. It can be appreciated that retaining elements 66a-d, side supports 67 and 69, and end support 71 are intended to maintain a load on upper surface 52 of platform 51.

[0032] Handle 68 projects laterally from retaining elements 66b and 66d. Handle 68 includes first and second side portions 72 and 74, respectively, that project from corresponding retaining elements 66b and 66d, respectively. First and second side portions 72 and 74, respectively, of handle 68 are interconnected by grasping portion 76. Actuator 77 is pivotably mounted to handle 68 and is movable between a first locking position, FIG. 2, and a release position, for reasons hereinafter described. Actuator 77 includes pivotable rod 78 having a first end pivotably mounted to first side portion 72 of handle 68 and a second end pivotably mounted to second side portion 74 of handle 68. Actuator 77 further includes grasping bar 79 generally parallel to and interconnected to rod 78 by segments 81a and 81b.

[0033] Referring to FIG. 7, actuator 77 is operatively connected to connection bracket 120 by push-pull cable 128. Connection bracket 120 is pivotably mounted by pivot pin 124 to lower surface 94 of cross beam 90 that extends along lower surface 54 of platform 51 between side supports 56 and 58. Pin structures 80 are also mounted onto lower surface 94 at opposite ends 95 and 96 of cross beam 90 adjacent corresponding mounting brackets 33 and 35, respectively. Each pin structure 80 includes a pin housing 98 having an inner surface defining a generally cylindrical chamber therein. Pin member 102 is slidably received within

the chamber in pin housing 98. Pin member 102 includes first end 103 which projects through a corresponding opening in a first end 106 of pin housing 98 and second opposite end 108 which projects through an opening in a second opposite end 112 of pin housing 98. A flange projects radially from pin member 102 and includes a radially outer surface which engages the inner surface of pin housing 98 and forms a slidable interface therewith. A spring is disposed within the chamber within pin housing 98 so as to engage the flange and urge the flange away from second end 112 of pin housing 98. Second ends 108 of pin members 102 of pin structures 80 are interconnected to connection bracket 120 by cables 122. Connection bracket 120 is further connected to first end 126 of a push/pull cable 128. The second end (not shown) of push/pull cable 128 is interconnected to actuator 77.

[0034] As heretofore described, actuator 77 is movable between a first locking position, FIG. 2, and a second release position. With actuator 77 in the locking position, first ends 103 of pin members 102 of pin structures 80 extend from first ends 106 of pin housings 98 so as to allow first ends 103 of pin members 102 to be received within corresponding reinforced openings 130 and 132 in mounting brackets 33 and 35, respectively. By pivoting actuator 77 to its release position, push-pull cable 128 rotates connection bracket 120 on pivot pin 124 so as to retract pin members 102 along corresponding pin axes within pin housing 98 through cables 122 thereby allowing platform 51 to pivot on corresponding pivot pins 61 and 63 between its horizontal, FIGS. 1-2, and its tilted, FIGS. 3-4, positions.

[0035] As best seen in FIG. 2, platform 51 is interconnected to support frame 12 by a cylinder assembly generally designated by the reference numeral 150. Cylinder assembly 150 includes a dampening cylinder 152, FIG. 5, as hereinafter described. Dampening cylinder 152 includes cylinder housing 154 having first and second opposite ends 156 and 158, respectively. Cylinder housing 154 includes an inner surface 160 defining a chamber therein and an outer surface 161. Outer surface 161 of cylinder housing 154 is interconnected to mounting bracket 163 extending therealong. Mount 165 extends from the terminal end of mounting bracket 163 and is pivotably connected to lower surface 54 of platform 51. Ends 156 and 158 of cylinder housing 154 include corresponding openings 162 and 164 therein which are axially aligned with each other. Piston rod 166 extends through openings 162 and 164 in cylinder housing 154. Piston rod 166 includes a first end 168 and a second end 170 pivotably mounted to a mounting flange 169 projecting vertically from intermediate frame member 24.

[0036] Piston rod 166 further includes flange 174 projecting radially from the outer surface 176 thereof and disposed within the chamber of cylinder housing 154. Flange 174 divides the chamber within cylinder housing 154 into a first portion 178a and a second portion 178b. Flange 174 is defined by a first surface 180 which is directed towards first portion 178a of the chamber within cylinder housing 154 and a second surface 182 directed towards the second portion 178b of the chamber within cylinder housing 154. First and second surfaces 180 and 182, respectively, of flange 174 are interconnected by a radially outer end surface 184 which forms a slidable interface with the inner surface 160 of cylinder housing 154.

[0037] First and second portions 178a and 178b, respectively, of the chamber within cylinder housing 154 are interconnected by a conduit 190. Conduit 190 includes differential pressure valve 192 that controls the flow of fluid between first and second portions 178a and 178b, respectively, of the chamber within cylinder housing 154. Referring to FIG. 6, differential pressure valve 192 includes an input 194 communicating with first portion 178a of the chamber and an output 196 communicating with second portion 178b of the chamber. Check valve 200 is disposed within differential pressure valve 192 and interconnects input 194 and output 196. Check valve 200 allows for fluid exiting second portion 178b of the chamber in cylinder housing 154 to flow therethrough and prevents fluid exiting first portion 178a of chamber in cylinder housing 154 to flow therepast, for reasons hereinafter described.

[0038] Differential pressure valve 192 further includes flow regulator 202. Flow regulator 202 includes generally tubular sleeve 204 having an inner surface 206 defining a cavity therethrough and an outer surface 208. Sleeve 204 is received in cavity 210 formed in body 212 of differential pressure valve 192. Cavity 210 communicates with output 196 of differential pressure valve 192. Cavity 210 is defined by inner surface 214. Sleeve 204 includes aperture 216 therethrough that allows interior 218 of sleeve 204 to communicate with output 196. Cap 220 is seated in and closes cavity 210 so as to maintain sleeve 204 therein. Seal 222 is positioned about outer surface 208 of sleeve 204 and engages inner surface 214 of cavity 210 to prevent the flow of fluid therepast. In addition, seal 224 is positioned about outer surface 208 of sleeve 204 and engages inner surface 226 of cap 220. Seal 230 is positioned about outer surface 228 of cap 220 to prevent the flow of fluid therepast.

[0039] Differential pressure valve 192 further includes impeller 232 received with interior 218 of sleeve 204. Impeller 232 includes an outer surface 234 that forms a slidable interface with inner surface 206 of sleeve 204. Impeller 232 further includes a closed forward end 238 directed towards input 194 of differential pressure valve 192. Port 240 extends through closed end 238 of impeller 232 so as to allow input 194 of differential pressure valve 192 to communicate with cavity 242 formed in open end 244 of impeller 246. Cavity 242 is adapted to receive a first end of spring 248. The second end of spring 248 is seated on fixed base 250 positioned between end 254 of sleeve 204 and cap 220. As described, impeller 232 is movable between an extended position wherein closed end 238 of impeller 232 is substantially flush with end 256 of sleeve 204 and a retracted position wherein closed end 238 of impeller 232 is received within cavity 218 of sleeve 204. Spring 248 biases impeller 232 towards its extended position.

[0040] In operation, platform 51 is provided in its horizontal position, FIGS. 1-2, and pin members 102 are received within corresponding reinforced openings 130 and 132. This, in turn, locks platform 51 in the horizontal position. As a result, a load may be deposited on upper surface 52 of platform 51 and transported to a desired location in a factory. In order to provide access to the load, it is contemplated to tilt platform 51 to its tilted position, FIGS. 3-4. In order to tilt platform 51, actuator 77 is pivoted to its release position, such that push-pull cable 128 rotates connection bracket 120 on pivot pin 124 thereby retracting pin members 102 from openings 130 and 132 in mounting

brackets 33 and 35, respectively. With pin members 102 removed from openings 130 and 132, platform 51 is free to pivot on corresponding pivot pins 61 and 63 from its horizontal position, FIGS. 1-2, and its tilted position, FIGS. 3-4.

[0041] Under the weight of its load, platform 51 is urged towards its tilted position. As platform 51 pivots, cylinder housing 154 is urged axially toward second end 170 of piston rod 166 so as to reduce the size of first portion 178a of the chamber and urge fluid therefrom to input 194 of differential pressure valve 192. The fluid entering input 194 of differential pressure valve 192 exerts a pressure on closed end 238 of impeller 232 dependent on the weight of the load. The fluid flows through port 240 in closed end 238 of impeller 232; cavity 242 in impeller 232; cavity 218 in sleeve 204; aperture 216 through sleeve 204; and out of differential pressure valve 192 through output 196 at a predetermined rate into second portion 178b of the chamber in cylinder housing 154.

[0042] If the pressure of the fluid entering input 194 is increased (e.g., by placing a load of greater weight on the upper surface 52 of platform 51), the momentary pressure imbalance causes the impeller 232 to slide into cavity 218 in sleeve 204 against the bias of spring 248 (to the right in FIG. 7). As a result, impeller 232 begins to close a portion of aperture 216 through sleeve 204. As is known, this increases the back pressure on the fluid entering input 194 of differential pressure valve 192, thus causing the flow rate of the fluid flowing through aperture 216 to remain constant.

[0043] Similarly, if the pressure of the fluid entering input 194 decreases (e.g., by placing a load of less weight on the upper surface 52 of platform 51), the momentary pressure imbalance causes the impeller 232 to slide into cavity 218 in sleeve 204 with the bias of spring 248 (to the left in FIG. 7). As a result, aperture 216 through sleeve 204 is opened. As is known, this decreases the back pressure on the fluid entering input 194 of differential pressure valve 192, thus causing the flow rate of the fluid flowing through aperture 216 to remain constant. It can be appreciated that the flow rate of the fluid exiting output 196 of differential pressure valve remains constant in response to the variable pressure of the fluid provided at input 194 of differential pressure valve 192. Consequently, no matter what the weight of the load on upper surface 52 of platform 51, platform 51 will pivot from the horizontal position to the tilted position at the same rate. As platform 51 pivots toward its tilted position, platform 51 engages shock absorber 31 and actuator 77 is returned to its locking position.

[0044] Once the load is removed from upper surface 52 of platform 51, actuator 77 is returned to its release position. Thereafter, a user utilizes handle 68 to pivot platform 51 towards its horizontal position. As platform 51 is urged towards its horizontal position, cylinder housing 154 is urged axially toward the first end 168 of piston rod 166 so as to reduce the size of second portion 178b of the chamber and urge fluid therefrom to output 196 of differential pressure valve 192. Under the pressure of the fluid entering output 196 of differential pressure valve 192, check valve 200 opens against the bias of spring 258. As a result, fluid flows through input 194 of differential pressure valve 192 and into first portion 178a of the chamber in cylindrical housing 154. As platform 51 pivots toward its horizontal

position, platform 51 engages shock absorber 31 and actuator 77 is released to its locking position such that pin members 102 are received within corresponding reinforced openings 130 and 132 in mounting brackets 33 and 35, respectively. Platform 51 is now locked in the horizontal position and the process may be repeated.

[0045] It is contemplated for tugger cart 10 to include connection device 260 for interconnecting tugger cart 10 to an adjacent tugger cart 10. Connection device 260 includes a generally U-shaped striker element 262 projecting from trailing frame member 22, FIGS. 1-4. U-shaped striker element 262 defines a passageway 264 therethrough for receiving pin member 266 of a coupling assembly generally designated by the reference numeral 268 of the adjacent tugger cart. Coupling assembly 268 is fully described in now pending U.S. patent application Ser. No. 10/405,396, assigned to the assignee of the present application, and incorporated herein by reference.

[0046] Various modes of carrying out the invention are contemplated as being within the scope of the following claims particularly pointing out and distinctly claiming the subject matter that is regarded as the invention.

I claim:

1. A tugger cart from transporting a load having a weight, comprising:
 - a support frame;
 - a bed pivotably mounted to the support frame for receiving the load thereon, the bed movable between a first position wherein the bed is lies in a generally horizontal plane and a second position wherein the bed is at a predetermined acute angle to the horizontal plane; and
 - a wheel assembly operatively connected to the support frame for supporting the support frame above a supporting surface.
2. The tugger cart of claim 1 further comprising a bed locking structure for locking the bed in the first position.
3. The tugger cart of claim 2 wherein the bed locking structure includes:
 - a retractable pin operatively connected to one of the bed and the support frame and being movable between along a pin axis between an extended position and a retracted position; and
 - a sleeve connected to the other of the bed and the support frame, the sleeve defining a recess for receiving the pin in the extended position.
4. The tugger cart of claim 3 further comprising an actuator operatively connected to the pin for moving the pin between the extended and retracted positions.
5. The tugger cart of claim 1 wherein the bed pivots from the first position to the second position at a predetermined rate independent of the weight of the load and wherein the tugger cart further comprises a cylinder assembly operatively connecting the bed to the support frame, the cylinder assembly controlling the predetermined rate.
6. The tugger cart of claim 1 further comprising a cylinder assembly, the cylinder assembly including:
 - a cylindrical housing having first and second ends and an inner surface defining a cavity in the housing for receiving a fluid therein, the cylinder housing operatively connected one of the bed and the support frame;
 - a piston slidably extending through the cavity in the housing, the piston having a first end connected to the other of the bed and the support frame and a second end; and
 - a flange projecting from the piston and being positioned within the cavity so as to divide the cavity in the housing into first and second portions, the flange terminating at a radially outer edge that forms a slidable interface with the inner surface of the housing; and
 - a differential pressure valve having an upstream input communicating with the first portion of the cavity and a downstream output communicating with the second portion of the cavity, the flow rate of the fluid at the output of the differential pressure valve being constant in response to various pressures of the fluid at the input.
7. The tugger cart of claim 7 wherein the cylinder assembly includes a check valve for controlling the flow of fluid from the second portion to the first portion of the cavity.
8. A tugger cart from transporting a load, comprising:
 - a support frame;
 - a bed pivotably mount to the support frame for receiving the load thereon, the bed movable at a predetermined rate from a generally horizontal position to a tilted position wherein the bed is at a predetermined angle to horizontal; and
 - a differential pressure valve for controlling the predetermined rate.
9. The tugger cart of claim 8 wherein the
 - a wheel assembly operatively connected to the support frame for supporting the support frame above a supporting surface.
10. The tugger cart of claim 8 further comprising a handle assembly extending from the support frame.
11. The tugger cart of claim 10 further comprising a locking structure operatively connected to the bed for locking the bed in the horizontal position.
12. The tugger cart of claim 11 wherein the locking structure includes:
 - a retractable pin operatively connected to the bed and being movable between along a pin axis between an extended position wherein the pin is receivable in an opening in the support frame and a retracted position.
13. The tugger cart of claim 12 further comprising an actuator operatively connected to the pin for moving the pin between the extended and retracted positions.
14. The tugger cart of claim 8 further comprising a cylinder assembly, the cylinder assembly including:
 - a cylindrical housing having first and second ends and an inner surface defining a cavity in the housing for receiving a fluid therein, the cylinder housing operatively connected one of the bed and the support frame;
 - a piston slidably extending through the cavity in the housing, the piston having a first end connected to the other of the bed and the support frame and a second end; and

a flange projecting from the piston and being positioned within the cavity so as to divide the cavity in the housing into first and second portions, the flange terminating at a radially outer edge that forms a slidable interface with the inner surface of the housing.

15. The tugger cart of claim 14 wherein the differential pressure valve has an upstream input communicating with the first portion of the cavity and a downstream output communicating with the second portion of the cavity, the flow rate of the fluid at the output of the differential pressure valve being constant in response to various pressures of the fluid at the input.

16. The tugger cart of claim 14 wherein the cylinder assembly includes a check valve for controlling the flow of fluid from the second portion to the first portion of the cavity.

17. A tugger cart from transporting a load, comprising:

- a support frame;
- a bed pivotably mounted to the support frame for receiving the load thereon, the bed movable between a generally horizontal position and a tilted position wherein the bed is at a predetermined angle to horizontal; and

control structure for controlling the rate at which the bed pivots from the horizontal position and the tilted position.

18. The tugger cart of claim 17 further comprising a locking structure operatively connected to the bed for locking the bed in the horizontal position.

19. The tugger cart of claim 17 further comprising a connection assembly operatively connected to the support frame for interconnecting the tugger cart to a second tugger cart.

20. The tugger cart of claim 17 wherein the control structure includes:

- a cylindrical housing having first and second ends and an inner surface defining a cavity in the housing for receiving a fluid therein, the cylinder housing operatively connected one of the bed and the support frame;
- a piston slidably extending through the cavity in the housing, the piston having a first end connected to the other of the bed and the support frame and a second end; and

a flange projecting from the piston and being positioned within the cavity so as to divide the cavity in the housing into first and second portions, the flange terminating at a radially outer edge which that forms a slidable interface with the inner surface of the housing.

21. The tugger cart of claim 20 wherein the control structure includes a differential pressure valve having an input communicating with the first portion of the cavity and an output communicating with the second portion of the cavity, the flow rate of the fluid at the output of the differential pressure valve being constant in response to various pressures of the fluid at the input.

* * * * *



130

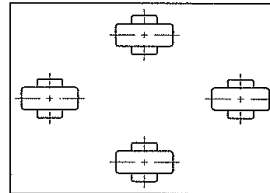
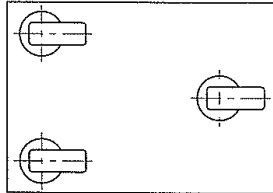
Blickle®

4. Maniobrabilidad

Las ruedas deben colocarse en posiciones que correspondan a las características de maniobrabilidad exigidas de los aparatos/ máquinas.

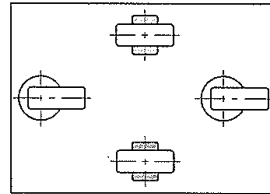
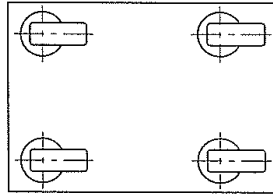
A continuación se describen diferentes posibilidades para la disposición de las ruedas.

Tres ruedas giratorias de la misma altura de montaje
Disposición idónea para cargas ligeras. El aparato se puede desplazar fácilmente en todas las direcciones. En desplazamiento recto, el aparato no se puede dirigir correctamente. Con esta disposición de ruedas, el aparato tiende a volcarse.



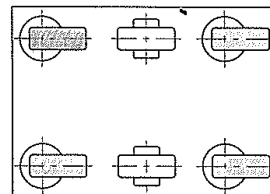
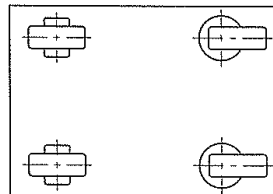
Cuatro ruedas fijas; las ruedas centrales con una altura de montaje un poco más elevada
Disposición económica de ruedas. Es posible un buen desplazamiento recto y también relativamente fácil de dirigir. No obstante, con esta disposición de ruedas, el aparato tiende a volcarse. Una alternativa es el montaje de un juego de ruedas, en lugar de las ruedas fijas centrales, esto es, dos ruedas sobre un eje.

Cuatro ruedas giratorias de la misma altura de montaje
Disposición idónea para pasillos estrechos, ya que el aparato presenta muy buena movilidad en todas las direcciones. Sin embargo, en desplazamiento recto, el aparato no se puede dirigir correctamente. Con el montaje de un freno direccional en - por lo menos - una rueda giratoria se puede mejorar este comportamiento.



Dos ruedas giratorias y dos ruedas fijas; las ruedas fijas con una altura de montaje un poco más elevada
Buen desplazamiento recto del aparato; también puede girarse bien en el mismo lugar. En lo posible, deberán utilizarse sobre pisos planos, ya que el aparato tiende a volcarse. Una alternativa es el montaje de un juego de ruedas, en lugar de las ruedas fijas, esto es, dos ruedas sobre un eje.

Dos ruedas giratorias y dos ruedas fijas de la misma altura de montaje
Esta es la disposición de ruedas más común. Con ella, es posible tanto el desplazamiento recto como el movimiento por curvas. No obstante, el aparato no se puede dirigir correctamente en pasillos estrechos. Una alternativa es el montaje de un juego de ruedas, en lugar de las ruedas fijas, esto es, dos ruedas sobre un eje.



Cuatro ruedas giratorias, dos ruedas fijas de la misma altura de montaje
Disposición costosa de ruedas. Recomendada para cargas pesadas y aparatos largos. Con esta disposición se puede dirigir bien el aparato. Una alternativa es el montaje de un juego de ruedas, en lugar de las ruedas fijas, esto es, dos ruedas sobre un eje.

PROBLEMAS		CAUSAS		CONTRA MEDIDAS	IMPLEMENTAÇÃO
<i>Carros logísticos "cortam" as curvas</i>	A	Neste momento os únicos carros logísticos a cortar curvas são os carros de <i>Produto Acabado</i> . Estes carros possuem as rodas fixas e giratórias nos extremos do carro. Não existe aproximação das rodas fixas do centro do veículo.	?	Re-posicionar as rodas fixas. Aproxima-las do centro do carro. Distância recomendada entre centro da roda e eixo do carro é de 200-220 mm, desta forma os carros corrigem as suas rotas permitindo que num conjunto de seis carros a margem de corte na curva seja mínima.	SIM
<i>Efeito serpente do comboio logístico ou Oscilação do comboio logístico em recta</i>	A	Piso desnivelado da fábrica;	X		NÃO
	B	Eixo de ligação entre carros, é muito comprido;	?	Encurtar eixo de ligação dos carros. Cortar 200 mm (medidos entre os centros dos orifícios de engate)	SIM
	C	Não conformidade de cargas no comboio logístico;	?	Colocação de contrapesos para uniformizar a carga transportada.	SIM
	D	Rotação fácil do eixo de ligação com o pino de fixação;	?	Novo sistema de engate usando mola para restringir o movimento	NÃO
<i>Derrapagem dos carros logísticos quando a mota pára abruptamente depois de realizar uma curva</i>	A	Tipo de piso existente muito limpo e liso;	?	Colocar piso sintético rugoso em curvas críticas e zonas mais delicadas. Maior aderência das rodas de poliuretano.	NÃO
	B	Rodas de poliuretano são pouco aderentes (baixo atrito);	?	Rodas de borracha elástica, com rolamentos de esferas (ideais para velocidades de 8km/h)	--
	C	Inércia dos últimos carros no comboio muito elevada em caso de travagem brusca;	?	Melhor distribuição de contrapesos por cada carro logístico. O carro de Armazém (carro nº 2 ou nº 3 no comboio) irá levar mais peso do que os restantes últimos carros. Inércia melhor distribuída.	SIM
<i>Perda de material no decorrer das rotas</i>	A	Tipo de carga transportada apresenta instabilidade (chaminés, câmaras de combustão)	X		NÃO
	B	Falta de apoio/suportes nos carros;	?	Uso de elásticos de protecção, ou de carros com sistema de barras basculante.	SIM
<i>Instabilidade geral do comboio logístico</i>	A	Desalinhamento das rodas;	?	Plano de manutenção das rodas. Sobrevisonamento regular do alinhamento destas.	SIM
	B	Carros com peso desigual ao longo do comboio logístico;	?	Colocação de contrapesos correctos para cada carro logístico	SIM