Relatório Descritivo de Patente de Invenção para "SISTEMA PARA TREM METROPOLITANO DE ALTÍSSIMA CAPACIDADE".

O presente relatório se refere a um sistema de transportes de altissima capacidade visando seu uso principalmente em trens metropolitanos de grandes cidades.

Os sistemas atuais de transportes de grandes massas são compostos principalmente por trens metropolitanos, popularmente conhecidos como metro, que consistem em trens especialmente desenvolvidos para este fim. As Especialidades deste trem são desenvolvidas para que proporcione principalmente viagens rápidas, que transportam muitos passageiros, principalmente em pé. Este transporte se baseia em linhas férreas que cruzam as cidades por túneis, viadutos ou por superfície de modo que não haja paradas nos cruzamentos com outras vias, tornando suas viagens bem rápidas. As portas são automáticas e como a grande maioria dos passageiros viaja em pé as paradas, as acelerações e as frenagens devem ser suaves, sem solavancos, para que provoquem o mínimo de desconforto ou mesmo acidentes aos passageiros. As paradas nas plataformas devem ser precisas, pois, as portas devem abertas no local correto para facilitar e agilizar o embarque e o desembarque dos passageiros.

Hoje em dia, os principais problemas encontrados neste meio de transporte, principalmente em cidades como São Paulo são trens lotados e falhas constantes devido ao fato de o sistema operar muito além se sua capacidade nominal, devido ao baixo número de linhas e a enorme população a ser atendida. Mesmo diminuindo o intervalo entre os trens ao máximo, a capacidade de uso do sistema não atende a demanda. O sistema proposto por esta patente resolve estes problemas através de um sistema simples e preciso, que permite no mínimo, duplicar a capacidade atual do sistema existente sem provocar nele grandes alterações estruturais, podendo ser implantado a um baixo custo e em um curto espaço de tempo.

O sistema proposto, conforme a figura 1 é composto basicamente por uma mola, um computador e o motor do segundo trem (trem acoplado). A principal finalidade deste sistema é a de controlar a aceleração, negativa ou positiva, que deve ser dada ao trem acoplado. O controle desta aceleração é feito de modo que o trem acoplado tenha a mesma velocidade instantânea do primeiro trem acompanhando-o e mantendo no trem acoplado acelerações, frenagens e paradas suaves e precisas, sem solavancos, mantendo o conforto e principalmente a segurança dos passageiros.

A seguir este sistema será explicado detalhadamente através das figuras 2,3 e 4:

Entre os 2 trens deverá ser colocada uma mola que deve suportar os esforços aos quais será submetida, estes esforços devem ser calculados levando-se em consideração vários itens, principalmente da força peso resultante, que depende do coeficiente de atrito das rodas dos trens nos trilhos, da quantidade de pessoas nos vagões, da inclinação dos trilhos, das diversas forças aleatórias que podem incidir sobre o trem com ventos por exemplo e do peso de todas as partes fixas e mecânicas do trem acoplado. Esta força é variável pois a inclinação dos trilhos e a quantidade de pessoas nos vagões variam consideravelmente. O sistema proposto responde dinamicamente a esta variação, pois a mola responderá automaticamente a estas variações. Nas acelerações esta mola sofrerá esforços de distensão e nas desaceleraçoes sofrerá esforços de compressão. Sua constante K deve ser precisamente definida pois seu valor será usado no cálculo do peso do trem acoplado, que será feito pelo computador do trem acoplado. Assim que o primeiro trem começar a se mover para a frente através de um comando dado pelo maquinista, esta mola começará a se estender, a medida desta extensão nos dá exatamente a força resultante de todas as forças aplicadas no trem acoplado no momento da medida, que são principalmente a composição das forças peso, da reação da força peso e da força de atrito. Esta força resultante corresponde exatamente a aceleração que deve ser dada ao segundo trem para compensar a extensão da mola. A extensão da mola é então medida, e esta medida é passada para o computador que comanda o motor do trem acoplado. Este computador então calcula o peso momentâneo do trem acoplado através do valor da constante da mola (K) e aplica em seu motor uma aceleração correspondente a esta força, fazendo-o se movimentar uma distâcia que compense a extensão da mola, fazendo-a voltar para a posição inicial e produzindo o movimento do segundo trem. Repedindo-se este processo dezenas de vezes por segundo fazemos com que o segundo trem tenha a mesma velocidade instantânea do primeiro trem acompanhando-o. Nas frenagens a distensão da mola é negativa o que inverte o processo: deve ser aplicada uma aceleração negativa, que causará uma pequena sobra na força peso que diminuirá a velocidade do trem acoplado, mantendo-o a mesma velocidade instantânea do primeiro trem.

Observar a inclinação nas acelerações: nas descidas a força peso atua favoravelmente

E nas subidas desfavoravelmente fazer um gráfico

O comando de parada dado pelo maquinista do primeiro trem deve ser um comando prioritário que deverá informar ao segundo trem que pare assim que o primeiro trem parar completamente. Este comando se inicia com o trem em movimento, continua ate a parada do trem e enquanto o trem estiver completamente parado. Ele só termina quando o trem reiniciar o movimento. imediatamente antes de reiniciar o movimento o comando de parada é cancelado, este cancelamento é enviado ao computador do trem acoplado, avisando-o que deste instante em diante o comando de parada deve ser cancelado e ele deve voltar a responder as acelerações impostas pelo maquinista do primeiro trem. Após e emissão do comando de parada e antes da parada total do trem a velocidade do trem só pode diminuir, até que ambas as composiçoes estejam completamente paradas. Se a velocidade do trem aumentar apos a emissão do comando de parada o comando de parada deve ser imadiatamente cancelado.

Este processo de parada é explicado a seguir através da figura NN: Neste figuras temos dois gráficos o grafico 1, que tem no eixo x o tempo e no eixo y as acelerações do trem e o grafico 2 que tem no eixo x o tempo e no eixo y o estado do comando de parada, ligado ou desligado. Estes gráficos estão sincronizados, ou seja, o tempo no eixo x é o mesmo para os 2 graficos. Tomemos o instante 0 com o um instante inicial qualquer em que o trem esteja em movimento e o comando de parada esteja desligado. Do instante 0 ao instante 1 ocorre em um espaço de tempo qualquer. No decorrer deste espaço de tempo o trem sofre acelerações e frenagens diversas. No instante 1 o comando de parada é emitido. Deste instante em diante o maquinista so pode dar comandos de desaceleração, portanto a aceleração do trem se houver, so pode ser negativa, até o instante 2 em que o trem para completamente. O trem deve permanecer parado até o instante 3 em que o comando de parada é cancelado e o trem volta a acelerar e a desecalerar normalmente.

OPCAO 2:

Deve haver um sistema que detecta a parada total do trem. Esta parada total so pode ser precedida por aceleraçoes negativas. Assim que esta parada é detectada deve ser enviado um comando ao segundo trem para que pare também.

Ao reiniciar o movimento a distensão da mola cancela automaticamente este comando de parada para o segundo trem ou opcionalmente o sistema pode enviar ao segundo trem um comando de cancelamento de parada, assim que o maquinista reiniciar o movimento do trem.

Com referencia a figura n e considerando-se as composições do trem como sendo apenas uma massa são indicadas as forças que atuam sobre os trens.

Observa-se que a distensão indicada pela mola corresponde à força total resultante do conjunto de forças que estão atuando sobre o trem acoplado em um determinado momento que são principalmente a composicao das forças peso, da reação da força peso e do coeficiente de atrito entre os trilhos e as rodas, que pode variar entre o atrito dinâmico e o atrito estático. A aceleração do segundo trem é automaticamente adaptada à mudança entre o atrito estático e o dinãmico, pois a mola responde automaticamente a esta variação. Como o sistema responde às variações da mola o sistema também responderá automaticamente a variação entre o atrito estático e o dinâmico.

diversos tipos de mola existentes: mecânicas Hidráulicas ar comprimido

Trem sem maquinistas (driveless)

O sistema proposto provoca um pequeno esforço a mais no motor do primeiro trem pois como a resposta do sistema é muito rápida, em torno de 1/20 segundos. Assim que o peso do segundo trem começar a atuar no primeiro trem o sistema responderá, movendo o trem acoplado, diminuindo a extensão da mola e aliviando o peso momentâneo do trem acoplado no primeiro trem. Portanto a sobrecarga do segundo trem sob o primeiro será apenas o peso momentâneo do segundo trem no momento da medida da distensão da mola. como esta medida é feita várias vezes por segundo, o efeito da sobrecarga do segundo trem no primeiro será pequeno, mas, mesmo assim, deverá ser considerado no dimensionamento do motor do primeiro trem. Sendo assim o motor do primeiro trem responde pelo peso total do primeiro trem mais esta pequena sobrecarga e o motor do segundo trem responde apenas pelo peso total do segundo trem.

Nas paradas em aclive o segundo trem deve parar exatamente após o último pulso de aceleração dado a ele pelo computador e na posição neutra da mola pois assim na parada o primeiro trem não terá que suportar o peso excedente do trem acoplado.

A força peso resultante depende do atrito dos trilhos dos trens, da quantidade de pessoas nos vagões e da inclinação dos trilhos. Esta força é variável pois as inclinações dos trilhos e a quantidade de pessoas nos vagões variam consideravelmente. O sistema proposto responde dinamicamente a esta variação.

Procedimento para parada dos trens nas estações: A paradas dos trens nas estações é um processo preciso, com erro máximo na casa do centímetro, portanto, a parada dos trens nas estações deverá ser feita respeitando este erro mínimo do seguinte modo:

1 - O primeiro trem para precisamente na plataforma como faz atualmente. Por conseguinte, o trem acoplado parará também mas parará fora da plataforma, atrás do primeiro trem.

2 - As portas do primeiro trem se abrem para entradas e saida dos passageiros. As portas do trem acoplado permanecem fechadas.

3 - As portas do primeiro trem se fecham.

4 - O primeiro trem se move lentamente (por conseguinte o trem acoplado) para frente uma distância exata até que as portas do trem acoplado estejam na posição correta na plataforma, parando nesta posição.

5 - As portas do trem acoplado se abrem para entrada e saida dos passageiros. As portas do primeiro trem permanecem fechadas.

6 - As portas do trem acoplado se fecham.

7 - Os trens seguem para a próxima estação.

OBSERVAÇÕES:

É preciso observar que existem várias tecnologias aplicadas a trens metropolitanos, por conseguinte estes comandos deverão ser dados através da tecnologia que melhor se adpte a cada trem especificamente.

diversos tipos de molas: mecanicas hidraulicas piezoelétricas extensômetros (strain gauges) etc.

Pode-se acoplar mais q 2 trens

o sistema pode ser usado em outros meios de transporte como por exemplo rodoviário.

Nos modelos mais modernos de trens metropolitanos ditos "Sem Maquinista" (Driverless) sugere que os trens não possuem maquinistas, mas na verdade possuem um cojunto de equipamentos elétricos, mecânicos, eletrônicos e de procedimentos computacionais que fazem o papel do maquinista, neste caso entende-se o termo maquinista usado nesta patente a este conjunto de equipamentos e procedimentos que substituem a figura humana do maquinista.

, principalmente o peso máximo que o trem deverá suportar, que depende entre outros fatores da inclinação longitudinal dos trilhos e do coeficiente mãximo de atrito entre as rodas e os trilhos, este coeficiente ainda pode variar entre o coeficiente de atrito dinânico e coeficiente de atrito estático.

Explicar nas paradas a mola ficará estendida.