

2302519

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PROJETO MECÂNICO

APARELHO AUTOMOTOR PARA DEFICIENTES FÍSICOS DOS

MEMBROS INFERIORES

autor: OSCAR SEIJI UCHIMI

coordenador: LINILSON PADOVESE

TF-87
Vc4a

1987

INTRODUÇÃO

Neste ano, pela primeira vez, foi introduzido o tema "Bioengenharia" como um dos setores de especialização para as disciplinas "Projeto Mecânico I e II".

Anteriormente, este tema foi abordado de forma esporádica por interesse de alguns alunos e professores.

Neste primeiro ano, o interesse demonstrados pelos alunos foi significativo, pois cerca de 10% dos formandos optaram por este tema.

O termo bioengenharia compreende variados campos de atuação. Desde pequenas adaptações que facilitam a vida de uma pessoa, até um sofisticado coração artificial, passando pelos projetos de órteses e próteses, aparelhos de testes de componentes e estudos de solicitações e esforços sofridos pelo corpo humano.

No Brasil, há um atraso significativo no desenvolvimento desta área, em parte devido a falta de recursos e incentivos e em outra, devido a necessidade de uma ampla cooperação entre diversos profissionais de áreas distintas: médicos, biólogos, psicólogos, terapeutas, engenheiros eletrônico, mecânico e metalúrgico, além de outros.

No desenvolvimento deste trabalho, procuramos apoio no Instituto do Coração, no Hospital dos Servidores, no Hospital das Clínicas e na AACD (Associação de Assistência à Criança Defeituosa), onde encontramos boa receptividade, mas a falta de uma estrutura, isto é, um convênio a nível inter-departamental e um planejamento dos possíveis projetos que poderiam ser desenvolvidos conjuntamente, dificultou a escolha do próprio objeto deste trabalho.

ÍNDICE

1	1. Estudo da Viabilidade
1	1.1. Estabelecimento da Necessidade
8	1.2. Características Funcionais
11	1.3. Critérios
13	1.4. Limitações
16	1.5. Conjunto de soluções
23	1.6. Exequibilidade Física
24	1.7. Valor Econômico
25	1.8. Viabilidade Financeira
26	2. Projeto Básico
26	2.1. Escolha da Melhor Solução
29	2.2. Estudo da Solução Escolhida
29	2.2.1. Lay-out
33	2.2.2. Dimensionamento
33	2.2.2.1. Cálculo do esforço de rolamento
34	2.2.2.2. Cálculo do potência do motor
35	2.2.3. Sistema de Elevação
36	2.3. Determinação do desempenho
38	2.4. Obsolescência
39	3. Projeto Executivo
41	3.1. Comando Elétrico
43	3.2. Sistema de elevação
44	3.3. Sistemas Auxiliares
45	4. Conclusão

APARELHO AUTOMOTOR PARA DEFICIENTES FÍSICOS DOS MEMBROS INFERIORES

1. Estudo da Viabilidade

1.1. Estabelecimento da necessidade

No Brasil, estima-se que 10% da população sofre de alguma deficiência física, provocada por doenças, acidentes de trabalho e, principalmente, acidentes automobilísticos. Enquanto não alcançarmos um nível educacional elevado da população e conscientizá-los dos riscos das doenças e dos acidentes, as perspectivas são no sentido de aumentar a população deficiente.

Há um preconceito generalizado, que considera os deficientes totalmente incapazes, tanto no seu lar, como também, e principalmente, no trabalho. Acreditamos que o uso mais difundido de aparelhos que auxiliem os deficientes, diminua a influência deste preconceito e que o próprio deficiente se sinta habilitado para exercer uma profissão ou para, pelo menos, realizar as suas tarefas domésticas.

Entre os deficientes, um dos que mais sofrem são os deficientes dos membros inferiores. Todos que já tiveram uma perna engessada, podem ter uma vaga noção do que é ficar privado de se locomover.

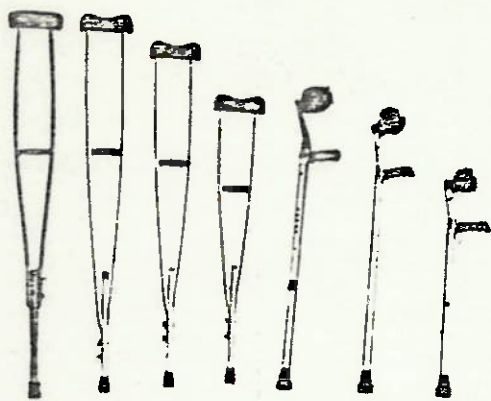
Se a deficiência é apenas em uma das pernas, há diversos recursos que podem ser empregados, como órteses, pernas mecânicas, auxílio por bengalas e muletas, que permitem o andar, apesar de ser irregular. Mas se é em ambas as pernas, o deficiente invariavelmente terá que fazer uso da cadeira de rodas. Apenas em casos menos graves, quando as pernas permitem certa sustentação, mas deficientes na movimentação, há o recurso dos andadores. (fig. 1.1.1)

Há diversos tipos de cadeiras de rodas no mercado, como podemos ver no catálogo de um dos fabricantes, a "Baxmann" e também uma cadeira de rodas elétrica produzida pela "Mercedes-Imec". (fig. 1.1.2)

No exterior existem inúmeros fabricantes especializados na fabricação de equipamentos para deficientes. Para exemplificar, mostramos a seguir alguns dos produtos fabricados pela empresa "Meyra" da Alemanha Ocidental. (fig. 1.1.3)

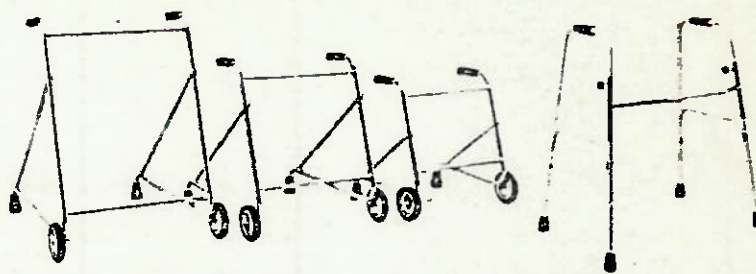
Entre os variados tipos de cadeiras de rodas produzidos atualmente, podemos notar uma grande semelhança estrutural. A estrutura tubular, formando uma geometria cúbica, na qual se instalam o assento, na parte superior, e as rodas, na parte inferior, favorecem a elaboração de mecanismos que a torna dobrável.

MULETAS
GRUTCHENS • MULETAS



Axilares e Canadenses em alumínio e madeira,
regulável, adulto, juvenil e infantil
*Underarm and forearm, in aluminium and wood,
adjustable, adult, juvenile and for small children*
Axilares y Canadenses en aluminio y madera,
regulable, adulto, juvenil e infantil

ANDADORES
WALKERS • ANDADORES



Articulável em alumínio e com rodízios em aço cromado
Foldable in aluminium and with chrome finish steel castors
Articulable en aluminio y con rotaciones en acero cromado

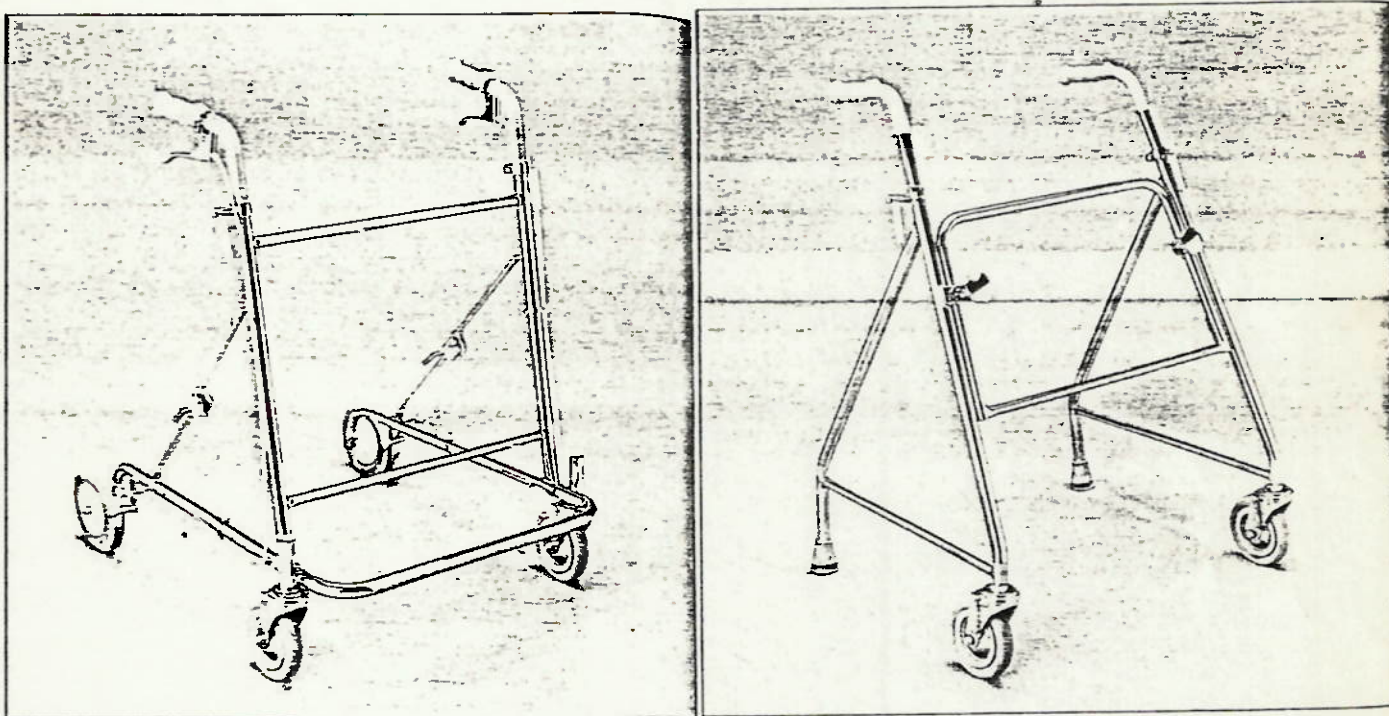
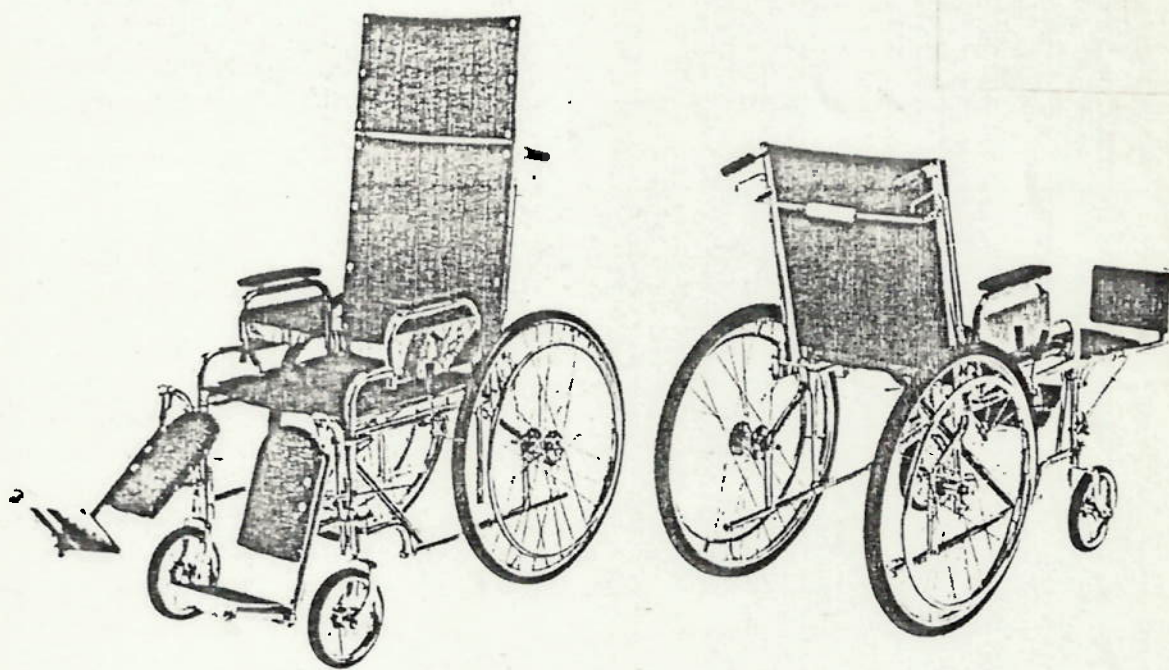
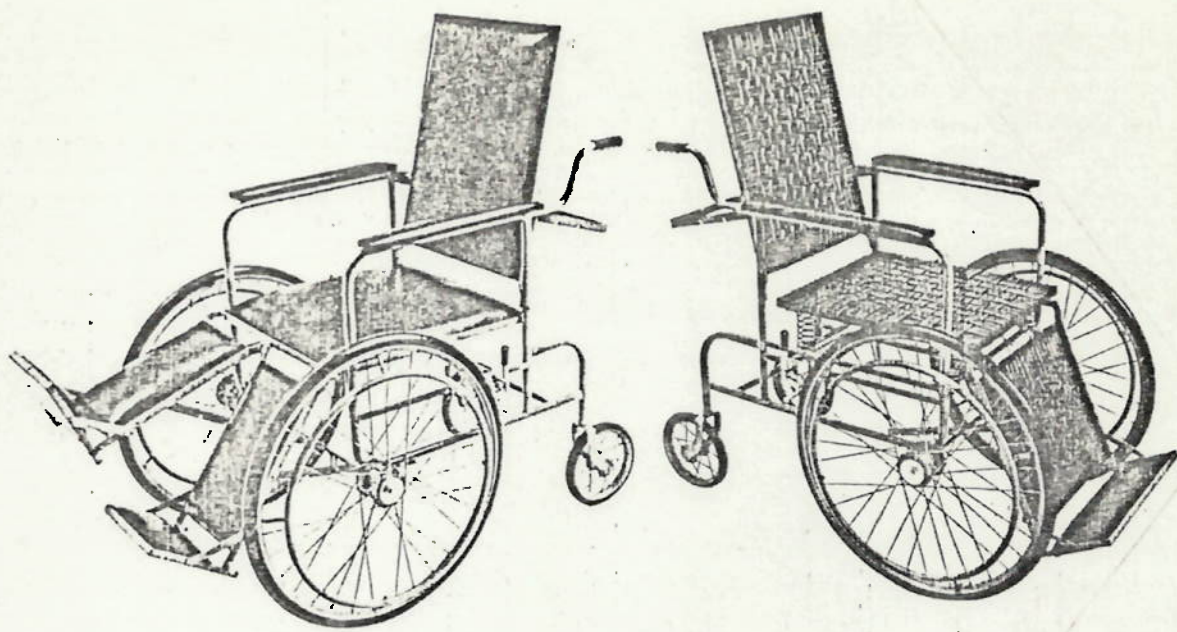
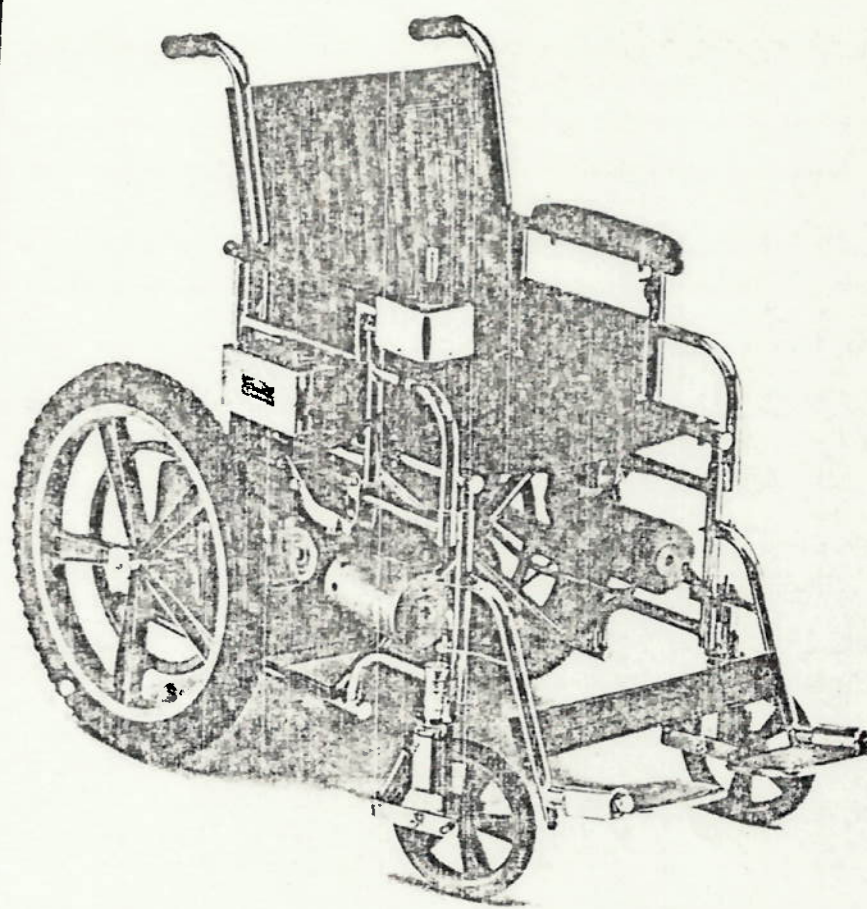


Fig 1.11.



(a)



Manual M
Mercedes
Imec

(b)

Fig.11.2.



MEYRA[®]

REHABILITATIONSMITTEL
DAS GROSSE PROGRAMM DER KLEINEN HILFEN

Fig 1.13.

A outra semelhança pode ser constatado nas dimensões gerais. Altura, largura e profundidade do assento, a largura total e distância entre os eixos dianteiros e traseiros, situam-se entre as seguintes dimensões (fig. 1.1.4)

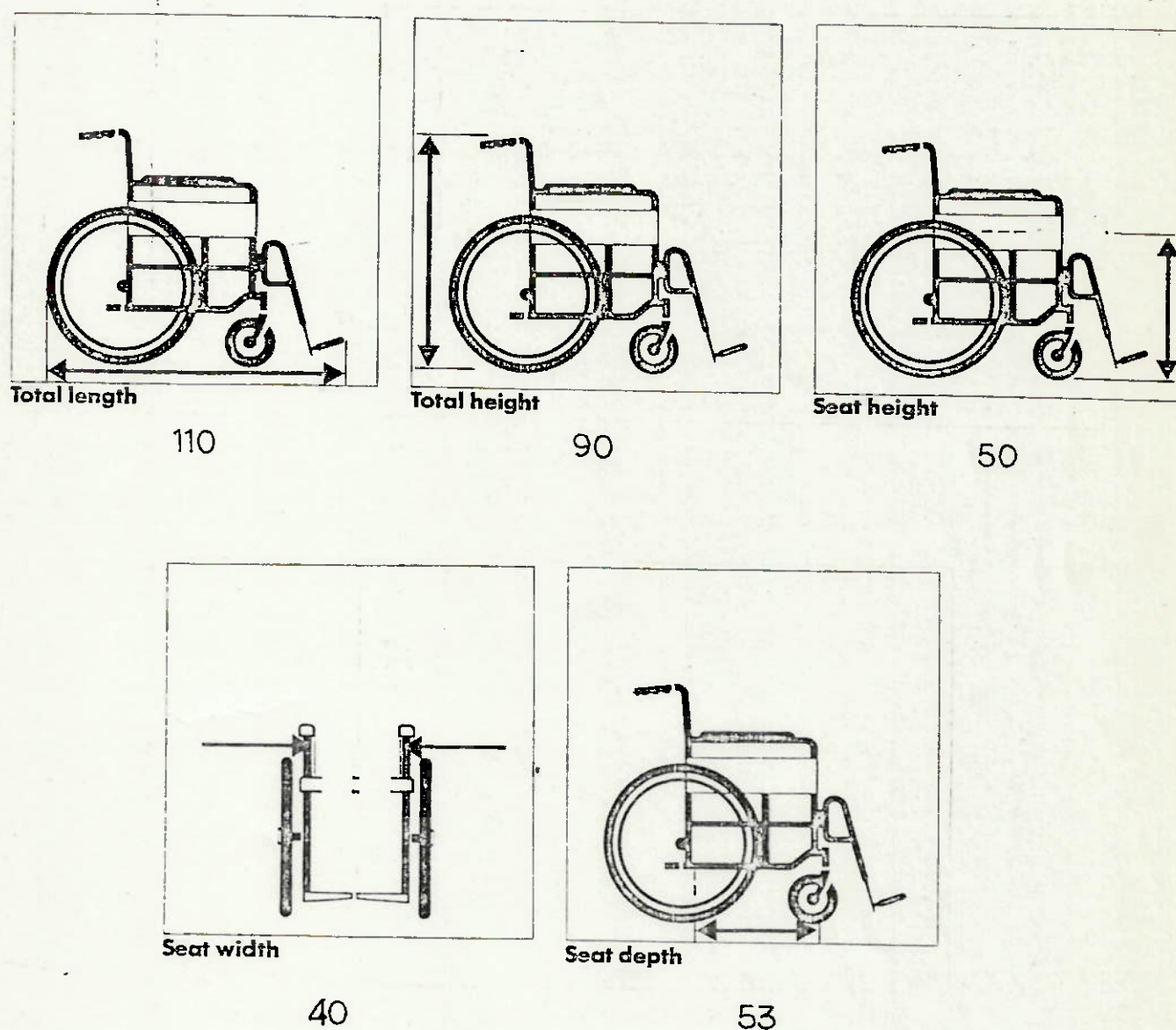


Fig.1.1.4.

Estas dimensões permitem que as pessoas somente se posicionem numa postura semelhante à de uma pessoa sentada numa cadeira comum. Esta postura é conveniente em certos aspectos e inconveniente em outros. Uma pessoa que faz uso de uma cadeira de rodas, permanece durante um longo período de tempo sentada, o que pode provocar problemas cervicais, caso a postura for incorreta. Mas a impossibilidade de se alterar a posição do assento, causa uma série de problemas, como a dificuldade de se alcançar objetos de estantes, armários e do chão, a dificuldade de se realizar tarefas domésticas, pela pouca aproximação que se consegue obter dos móveis e pias e a discriminação que se sente quando as pessoas à sua volta estão sentadas num nível diferente, como num sofá.

Por todas essas considerações, sentimos a necessidade de projetar uma cadeira de rodas que satisfaça a maioria das condições de uso expostas nos próximos itens.

1.2. Características Funcionais

As cadeiras de rodas encontradas no mercado são produzidas principalmente por duas empresas: "Baxmann" e "Mercedes-Imec". Outras empresas no setor: "Orcimed", "Ortopedia Jaguaribe", "Casa Fretin", e outras, que atuam no ramo de comércio e locação.

Somente a "Mercedes-Imec" produz uma cadeira motorizada. Estruturalmente é mais reforçada em relação à cadeira normal, mas a principal diferença é a distância entre eixos, maior na motorizada (devido o deslocamento do seu centro de gravidade para trás em função da colocação das duas baterias automotivas). Seu peso é de 70 kg, ao preço de Cz\$ 150.000,00 em julho de 87, o que corresponde a 409 OTN. O preço de uma cadeira é de cerca de 7 a 10 vezes inferior. A curva é efetuada com raio único, fazendo parar uma das rodas motrizes. Pode-se selecionar 4 velocidades. Não há acionamento manual através das rodas. Em caso de pane, somente pode ser empurrado pelo acompanhante. Essas características, determinam a sua utilização em recintos preferencialmente fechados, isto é, dentro de casas ou locais semi-públicos (quartos e corredores de hospitais). Mas para esta finalidade as dimensões da cadeira são exageradas. Para uma simples manobra, de mudar a direção, é preciso muita atenção por parte do deficiente, para não esbarrar em mesas, cadeiras e móveis ao seu redor. Duas características contribuem para esta desvantagem: a utilização da estrutura semelhante à cadeira normal e o sistema de direção empregado. A primeira característica mantém a possibilidade de se dobrar a cadeira para transporte, embora as baterias tenham que ser removidas,

tarefa essa dificultada pelo seu peso. A segunda característica, a direção, através do bloqueio de uma das rodas motrizes, apesar da facilidade de construção, traz muitas desvantagens nas pequenas manobras efetuadas em locais com espaço reduzido.

É de fundamental importância a manobrabilidade da cadeira. As colisões frequentes com os móveis, podem provocar, além dos danos físicos e materiais, o desestímulo ao uso do aparelho.

Outro fator importante é a estabilidade. Uma boa geometria, quanto à localização das rodas, e a melhor distribuição de peso, deslocando o centro de gravidade para próximo do eixo vertical da cadeira e para um nível mais baixo possível, podem contribuir decisivamente para que a cadeira seja estável e seguro, diminuindo as possibilidades de quedas.

O acionamento da cadeira, deve ser o mais simples possível. Pequenos movimentos de uma das mãos devem ser suficientes para comandar as manobras. Além disso, os comandos devem ser adaptáveis tanto para destros, como para canhotos, e, eventualmente, para o acionamento através do movimento dos ombros, da cabeça ou da boca.

O ajuste da altura do assento, como discutido no

item anterior, pode, além de tudo, trazer uma grande vantagem ao deficiente na hora de se transferir da cama à cadeira e vice-versa, nivelando-se o assento de modo conveniente.

Uma outra característica pode se tornar muito útil em determinadas situações. É a rotação do assento, independente de sua estrutura, em 90º, à direita e à esquerda. Com isso, a pessoa voltada de frente a uma mesa, por exemplo, poderá se deslocar lateralmente, uma vez que as rodas estarão posicionadas paralelamente à quina da mesa. (fig. 1.2.1)

1.3. Critérios

Os critérios que serão utilizados na escolha da melhor solução, serão, prioritariamente, em relação à compacticidade e funcionalidade. Evidentemente o custo será elevado, não será uma cadeira de uso popular, mas a relação custo/benefício deverá se manter em níveis aceitáveis ou mesmo inferiores, comparado com os existentes.

O item conforto também deverá ganhar destaque, uma vez que este produto poderá se tornar uma ferramenta de trabalho para muitas pessoas, exigindo uma longa permanência na cadeira.

Há diversas formas de utilização das cadeiras de rodas:

- uso externo: através de ruas, calçadas, rampas de

acesso a locais públicos, gramados, estacionamentos, etc.

-uso misto: seria o uso externo com algumas restrições nos locais de maiores solicitações mecânicas, mais o uso em recintos públicos em geral e nas residências.

-uso interno: dentro das suas residências e arredores (jardins, quintais e calçadas próximas da residência).

-uso exclusivamente interno: somente dentro das suas residências ou dos locais de trabalho.

Para o uso externo, temos uma série de restrições:

-a estabilidade deve ser muito boa (rampas, inclinações laterais, irregularidades do solo)

-o amortecimento das vibrações será muito exigido

-deverá haver boa vedação nos mancais, nas articulações e na parte elétrica contra poeira e umidade

-todo o sistema elétrico deve ter fácil manutenção, prevendo-se falhas em condições adversas de uso.

obs. Devemos lembrar que um deficiente físico, em caso de pane na rua, não terá condições de consertá-la e também, muito provavelmente, de movimentá-la manualmente, devido à própria condição a que levou a utilizar a cadeira motorizada e também pelo maior peso da cadeira em relação à normal. Isto nos leva a crer que, em caso de uso externo, um acompanhante será de fundamental importância.

Para o uso interno, deve ter as seguintes características:

- baixa velocidade para permitir maior controle
- maior manobrabilidade
- dimensões reduzidas ou ajustáveis
- a estabilidade será menos exigido, uma vez que as solicitações ocorrerão com a cadeira parada
- admite menor amortecimento
- o modo manual de operação da cadeira pode ser dispensado, pois serão menores as probabilidades de panes elétricas e mesmo que ocorra, estará num local seguro.

1.4. Limitações

A principal limitação é em relação à fonte de energia. Muitas alternativas são cogitadas, por exemplo, combustíveis para motores de combustão interna, tanques de ar pressurizados, captação de energia radiante através de células fotoelétricas, reservatórios óleo-hidráulicos, piso e teto de material condutor para captação de energia elétrica, etc.

Todas essas alternativas apresentam sérios problemas de ordem econômicas e ou práticas. São soluções caras, ruidosas, volumosas ou restritas a certos ambientes.

A única solução adotada por todos os fabricantes é a utilização de baterias. Normalmente utilizam-se baterias automotivas de chumbo-ácido, por serem de custo relativamente baixo e de fácil reposição. Outros tipos de baterias são utilizadas, mas as vantagens apresentadas não compensam seu alto custo.

A limitação decorrente do uso de baterias é a utilização de motores elétricos de corrente contínua. São motores caros devido a sua característica construtiva, mas apresentam a vantagem de se conseguir variar a sua velocidade, de forma contínua, facilmente, através de um reostato. A outra vantagem é a inversão do sentido de rotação através da troca de polaridade.

Existe, é claro, a possibilidade de se usar motores de corrente alternada, com o desenvolvimento de conversores de corrente, mas ainda os motores de corrente contínua são vantajosas nos aspectos de simplicidade e operacionalidade.

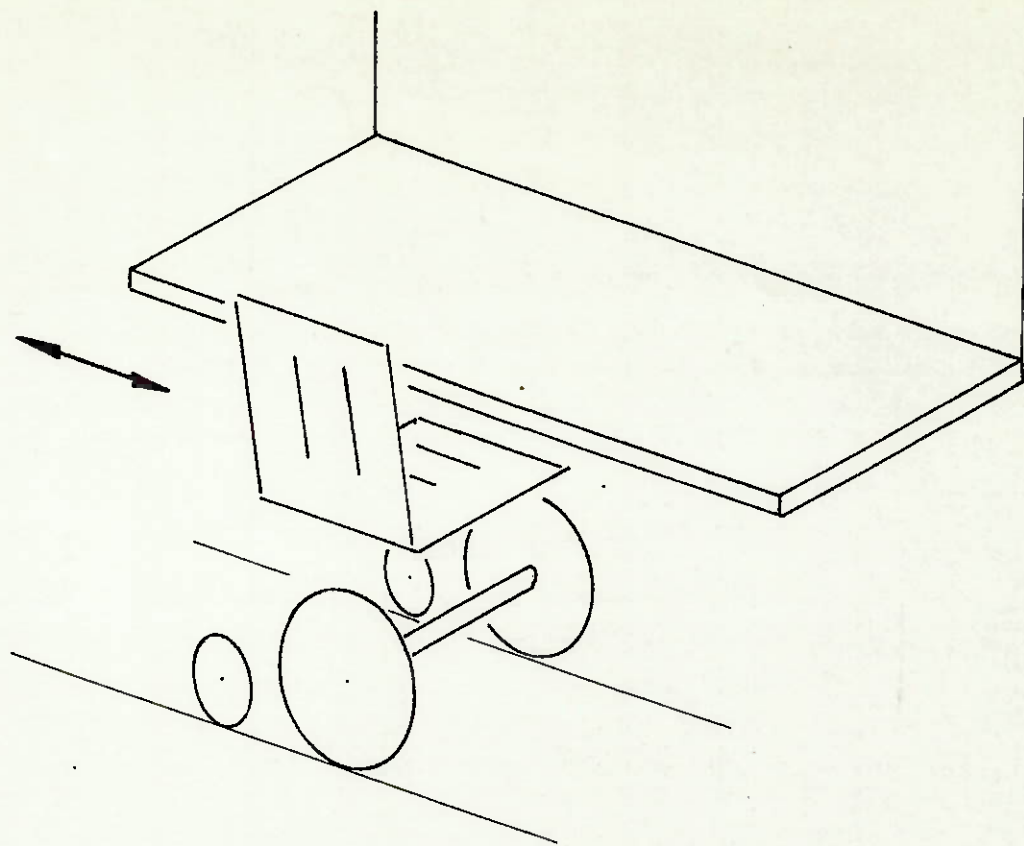


Fig. 1.2.1.
Deslocamento lateral

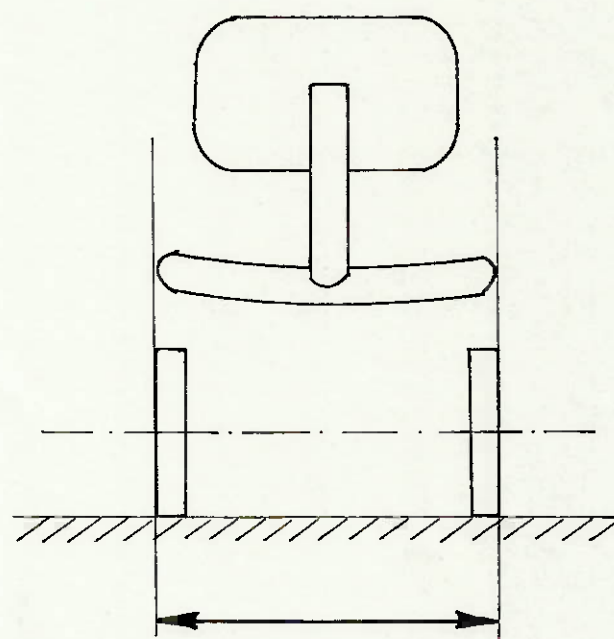


Fig. 1.5.1.

1.5. Conjunto de Soluções

Basicamente, temos três alternativas de projeto:

a) projeto integral, exclusivo para a finalidade proposta

b) modificações de uma cadeira em produção no mercado nacional, para ser adaptado

c) nenhuma modificação estrutural da cadeira e projetar o sistema motriz suficientemente flexível para adaptar nas cadeiras mais comuns, já em poder dos consumidores. Em suma, fornecer na forma de "KIT's" para adaptações.

Embora as alternativas b e c tenham as vantagens econômicas, o objetivo principal do projeto, de se obter compacticidade e funcionalidade, não podem ser atingidos. Assim, ficaremos com a opção a.

A compacticidade será obtida através da redução da largura, determinada pela distância entre as rodas laterais. Seus diâmetros serão reduzidos, de forma que elas se posicionem dentro dos limites do assento. (fig. 1.5.1)

A localização das rodas, não só das motrizes, mas também das direcionáveis, serão importantes, tanto para a manobrabilidade, quanto para a estabilidade.

Temos várias alternativas construtivas quanto à localização de rodas motrizes (M), rodas livremente direcionáveis (L), rodas livres fixas (F) e rodas mecanicamente direcionáveis (D). (fig. 1.5.2)

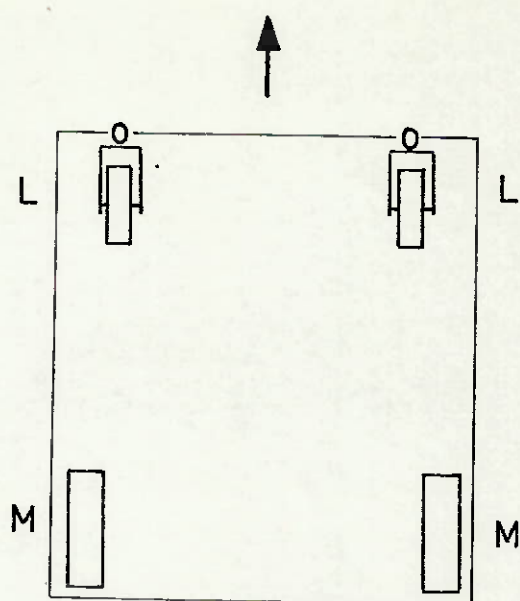
A colocação da quinta roda favorece as manobras. Com um eixo localizado no centro da cadeira, pode-se efetuar rotações completas com o mínimo de espaço. (fig. 1.5.2.c)

O sistema de direção poderá ser , de forma genérica, de dois tipos: o controle através de sistema mecânico e o controle através do acionamento alternado de dois motores de tração.

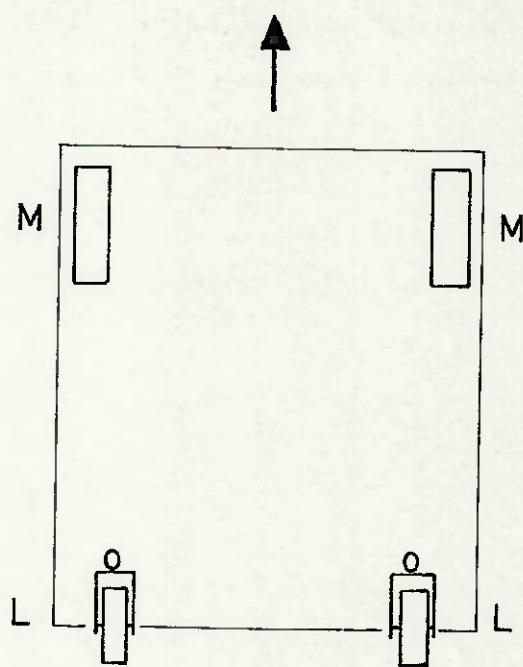
Com o sistema mecânico, as curvas obtidas terão raios relativamente grandes, adequados para cadeiras de uso externo, como podemos notar nas cadeiras produzidas pela empresa alemã. (fig. 1.5.3)

A utilização de dois motores de tração, permite que as curvas sejam efetuadas, variando-se a velocidade de uma delas. A outra opção é impor às rodas, rotações com sentidos inversos, provocando o giro ao redor do eixo vertical. (fig. 1.5.2.c)

A conjugação da tração e direção em uma única roda, a quinta, sob o aspecto de manobrabilidade é muito boa. O problema é a sua complexidade construtiva, necessidade de transmissão via engrenamento e um servomotor, fornecendo a posição angular da roda. (fig.1.5.2.d)



(a)



(b)

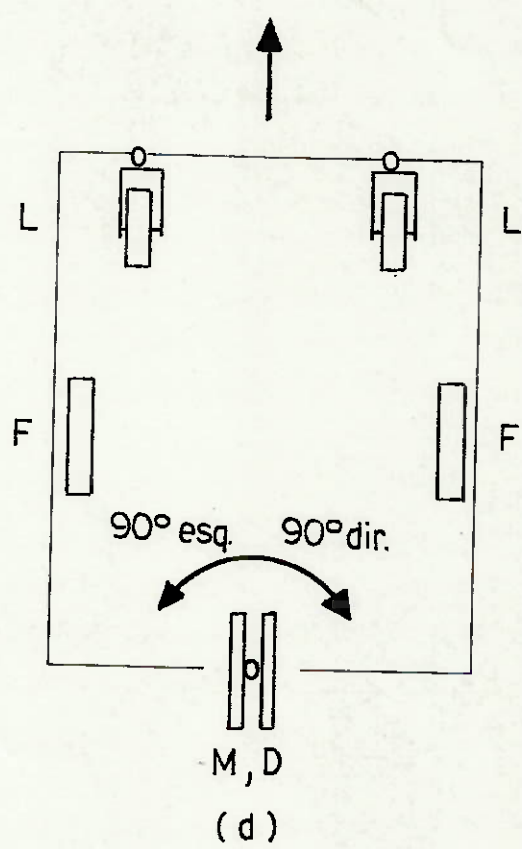
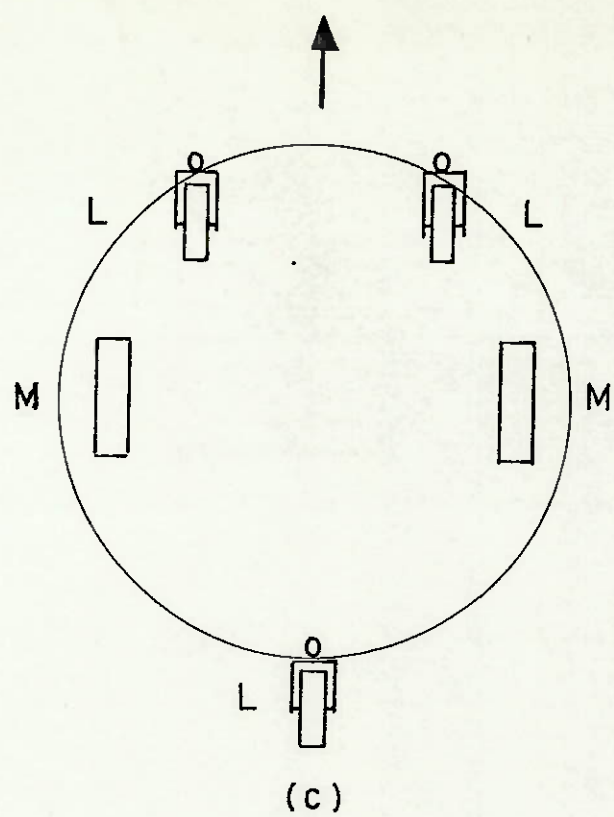


Fig. 1.5.2.

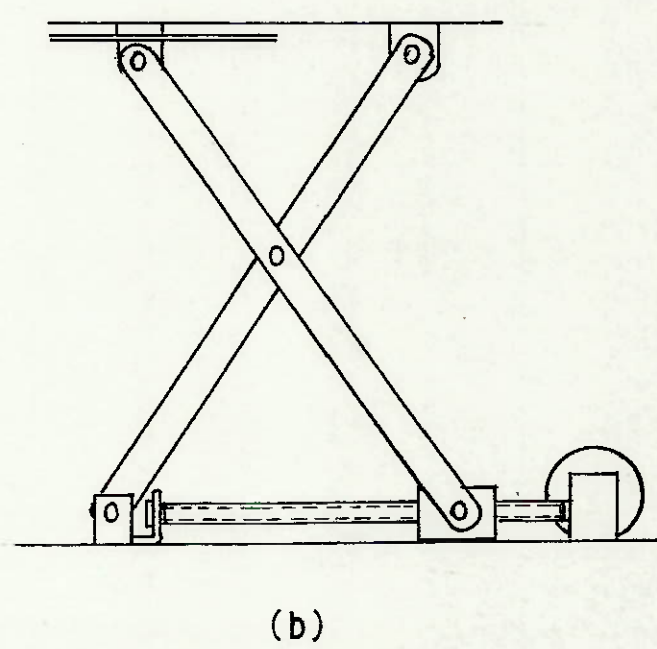
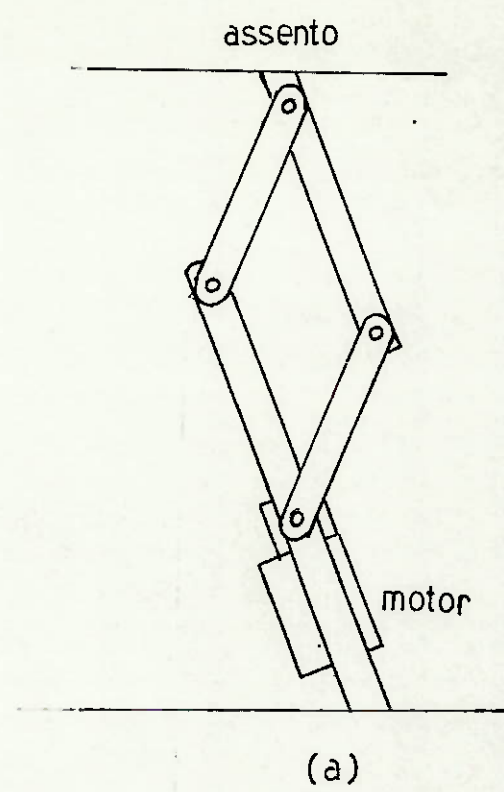
O controle da altura do assento será realizada através de um pequeno motor elétrico. Vários sistemas de elevação podem ser empregados, entre eles, quadrilátero articulado, biela-manivela, rosca/parafuso ou composição deles. Sistemas pneumáticos ou hidráulicos encareceriam demasiadamente o produto final, a não ser que o acionamento seja manual, através de alavancas. (fig. 1.5.4)

A transmissão, entre os motores de tração e as rodas, pode se dar de varias formas.

A começar pelo número de motores, que podem ser de apenas um ou de dois. A adoção de apenas um motor é conveniente para cadeiras com sistema de direção mecânico, isto é, cadeiras para uso externo. Devem ser dotadas de um diferencial, para o caso de tração em duas rodas, sendo desnecessário caso a tração seja numa única roda.

O sistema com dois motores é o mais comum, devido a simplicidade construtiva. O redutor, normalmente, já vem acoplado ao motor, geralmente do tipo coroa e rosca sem fim, devido a sua compacticidade, apesar do baixo rendimento. A partir do redutor, a transmissão pode ocorrer através de engrenagens, correias, correntes ou por contato direto, isto é, atrito com a própria roda.

O conforto depende diretamente do tipo de assento empregado. O tipo mais comum é o de courvin ou lona, sem acolchoado. Existem outros tipos como de espumas com



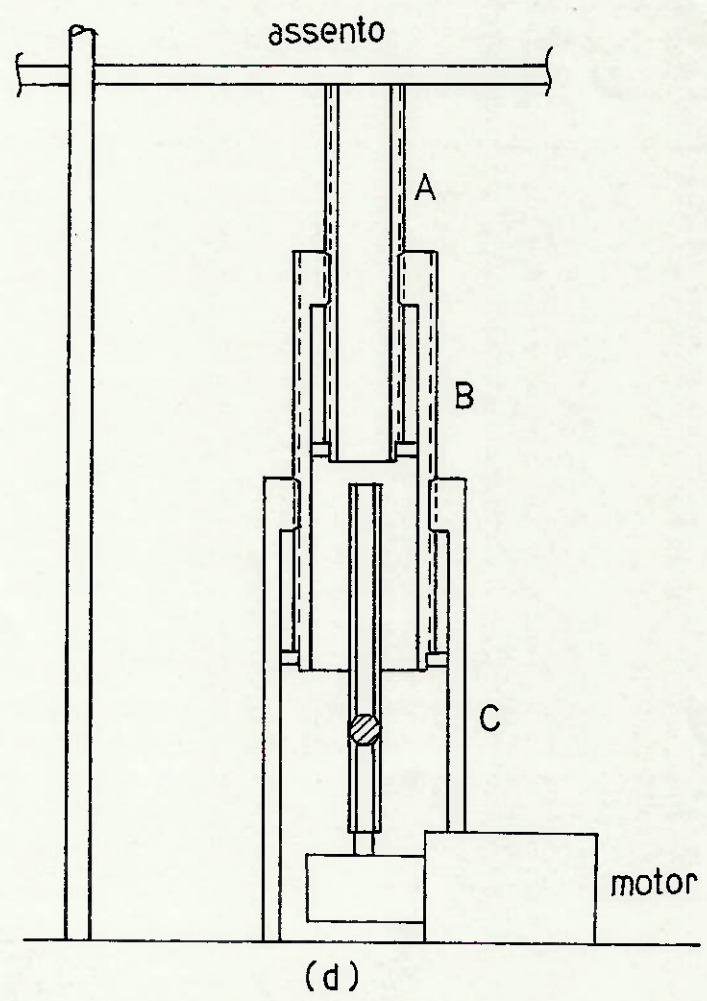
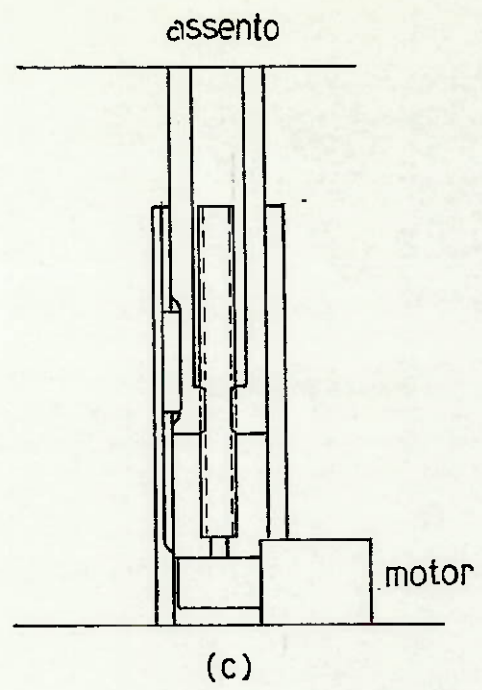


Fig. 1.5.4.

cobertura de courvin ou plástico, de courvin trançado e os mais sofisticados que utilizam adaptações de bancos reclináveis de automóveis de passeio. Há uma outra alternativa que pode reunir vantagens anatômicas sem custo elevado. Numa base de chapa de aço, madeira, plástico reforçado com fibra de vidro ou armação metálica com molas de sustentação, coloca-se uma espuma de poliuretano moldado ou cortado para obter a forma final e recoberto com tecido navalhado ou courvin. É basicamente semelhante aos assentos atuais de cadeiras giratórias de escritório. A outra vantagem desse tipo de construção é o seu estilo, dando uma sugestão de um projeto moderno, abolindo a idéia de uma adaptação realizada numa cadeira de rodas convencional. É preciso lembrar que o aspecto psicológico é de fundamental importância no cotidiano de um deficiente, e o estilo do equipamento que usa, pode determinar qual o tipo de impressão que irá deixar nas pessoas que o cercam.

1.6. Exequibilidade Física

A compacticidade é a característica que mais exige da exequibilidade física. O estudo de cada uma das soluções de cada componente pode resultar bastante satisfatório, mas quando reunidos, vamos verificar que grande parte das soluções terão que ser descartadas, pelo simples fato de não haver espaço físico disponível para eles.

Todas as possibilidades apresentadas no item anterior são, independentemente, exequíveis. A única exceção fica por conta de um dos sistemas de elevação representado na fig. 1.5.4.d . Este componente apresenta dois tubos que necessitam de usinagem interna de rosca, um deles à direita e outro à esquerda. Na verdade, estas peças são exequíveis, mas apresentam limitações. Quanto menor o diâmetro, menor será o comprimento que será atingido, pois a ferramenta que irá usinar, não terá condições de ser introduzido dentro dos tubos, sem perder demasiadamente a rigidez e consequentemente a precisão.

1.7. Valor Econômico

O valor econômico de um produto é uma atribuição com características muito pessoais. Caso este produto, objetivo deste projeto, for utilizado por uma pessoa que somente irá se locomover de um cômodo a outro, dispondo da atenção de várias pessoas que irão ajudá-lo a cada dificuldade, dará ao mesmo, um valor relativamente pequeno, quase insignificante, quando comparado a uma pessoa pessoa, que fica a maior parte do tempo sozinha, e tendo que realizar diversos afazeres domésticos, se utilizar deste produto.

Certamente, se utilizado pelo tipo de pessoa que objetivamos atingir, será dada um valor justo, apesar do elevado custo que estimamos alcançar, entre 400 a 550 OTN's.

1.8. Viabilidade Financeira

O investimento inicial não será elevado, pois a maior parte dos componentes serão aproveitados dos já existentes no mercado. Dependendo da solução escolhida, podemos necessitar de algum investimento para fabricação de algumas peças, mas apenas para ferramentas, dispositivos auxiliares e, eventualmente, moldes para espuma de poliuretano e fibra de vidro.

2. Projeto Básico

2.1. Escolha da Melhor Solução

Vamos traçar o perfil básico da solução escolhida em função dos critérios estabelecidos anteriormente.

A forma de utilização será o de uso interno, isto é, para uso em residências e arredores, no local de trabalho e eventualmente em hospitais, embora nesse último caso, somente a locomoção seja mais solicitada.

Fundamentalmente, a cadeira será projetada para suprir as necessidades de movimentação do deficiente e para facilitar o alcance a objetos distantes, os trabalhos manuais e os afazeres domésticos.

Como o objetivo é conseguir obter a melhor manobrabilidade e compacticidade, sem se esquecer do conforto, a sua simplicidade mecânica terá grande importância.

Em face das vantagens apresentadas pela localização das rodas conforme a fig. 1.5.2.c, com 5 rodas, sendo duas motrizes, adotaremos, por ora, esta alternativa. Suas vantagens, resumindo, seriam a possibilidade de se efetuar curvas de raio zero, isto é, rotação em torno do seu próprio eixo vertical e o uso de dois motores de tração, dispensando diferencial e sistema de direção servo-comandado.

O sistema de elevação do assento deve cumprir, além do ajuste de altura, a função de sustentação e ainda, permitir a rotação do assento de noventa graus à direita e à esquerda. Todos os sistemas de braços articulados sugeridos na fig. 1.5.4, apresentam dois inconvenientes: o espaço livre exigido para o seu funcionamento e o acionamento mal posicionado, ocupando ainda mais espaço. Os sistemas com parafuso e porca são boas alternativas, devido ao menor espaço exigido e a robustez. O inconveniente é a máxima diferença de altura que pode ser atingida, muito pequena para permitir um bom desempenho para a nossa finalidade. O sistema alternativo da fig 1.5.4.d, que apresenta uma restrição na sua fabricação, pode ser adotado, pois reúne as vantagens da boa diferença de altura permissível e a compacticidade. Porém, nesse caso, necessitaríamos de um mecanismo que mantenha a direção do assento, para que o sistema de elevação funcione. Isto pode ser resolvido, adaptando-se barras articuladas em torno dos apoios para pernas. E com o desprendimento, podemos obter a rotação independente do assento, que desejamos.

Quanto ao assento, não podemos adotar os tipos mais comuns, pois não teremos a estrutura tubular para fixá-los. Devemos optar pelos que utilizam uma base rígida e o estofamento na parte superior.

Para permitir a alteração da postura, ao elevar-se o assento à sua altura máxima, o assento terá uma articulação. A região da coxa, ficará num nível mais baixo, permitindo maior liberdade de movimentação ao deficiente, sem contudo, diminuir demasiadamente o apoio necessário.

Com relação à aderência das rodas no piso, com 5 rodas sempre ocorrerá o caso de alguma delas perder contato com o solo. Se for uma das rodas motrizes, pode-se perder o controle da cadeira. Para evitar estas situações, duas das rodas devem permitir certa tolerância em relação ao desnível do solo. Se as rodas forem pneumáticas, sua baixa pressão interna poderá atenuar os problemas. Mas em pequenos degraus, à frente das portas, por exemplo, isto não será suficiente. A introdução de molas que obriguem as rodas de permanecerem em contato com o piso, torna-se necessária. Podemos introduzir estas molas em quaisquer das rodas, mas temos restrições quanto à quinta roda, pois ela tem justamente a função de não permitir que a cadeira se incline para trás. Isto porque a inclinação para a frente é facilmente controlável, apoiando-se no descanso braço ou nos móveis ao seu redor, mas inclinando-se para trás, a sensação de desequilíbrio induzido é, geralmente, maior, e pode fugir ao controle.

2.2 Estudo da Solução Escolhida

2.2.1. Lay-out

A primeira preocupação que surge é quanto ao lay-out, para verificar se as dimensões dos componentes são compatíveis.

Os motores elétricos que dispomos no mercado são restritos, pois devido ao seu custo elevado e o uso apenas em finalidades específicas, os tornam especiais. A tensão nominal destes motores são projetados para uso, aproveitando-se a energia da rede de distribuição. Para o nosso propósito, temos apenas motores de 24 Volts, o que nos obriga a utilizar duas baterias em série.

As baterias de chumbo-ácido, além de serem volumosas, possuem elevado peso, que varia em torno de 13 a 15 kg. A colocação de duas dessas baterias é problemática, pois se colocado em local desfavorável, contribui significativamente para deslocar o centro de gravidade em direção a este local.

A outra restrição é quanto à posição de colocação da bateria, pois somente poderá ser colocado com os bornes e tampas de reabastecimento de líquido para cima, do contrário teremos vazamento de ácido.

As dimensões da bateria variam de modelo a modelo e de fabricante a fabricante. Mas, basicamente, possuem comprimento de 200 mm, largura de 160 mm e altura de 210 mm.

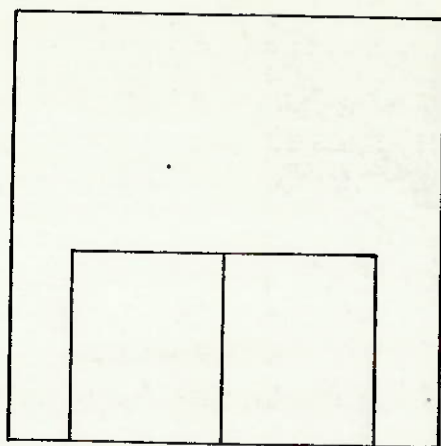
Temos algumas alternativas de alocação das baterias, como representado na figura 2.2.1.

A alternativa (a) foi a opção adotada pela Mercedes-Imec, colocando as baterias dentro de uma caixa que facilita a sua remoção. O centro de gravidade é deslocado para trás, aumentando a distância entre os eixos dianteiro e traseiro e também, em consequência, a dimensão longitudinal.

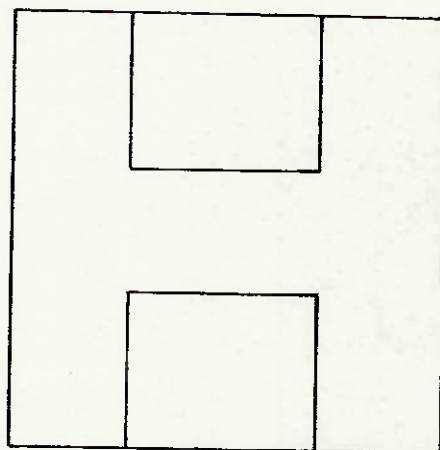
A alternativa (d) é desfavorável para a colocação das rodas dianteiras. Obrigatoriamente as rodas teriam que ser colocadas à frente das baterias, pois se colocadas ao lado, elas seriam impossibilitadas de girarem em torno do seu eixo vertical, devido a interferência, a não ser com o aumento da largura total da cadeira.

As alternativas (c) e (e) são convenientes para estruturas que não ocupem a posição central, o que não é o nosso caso.

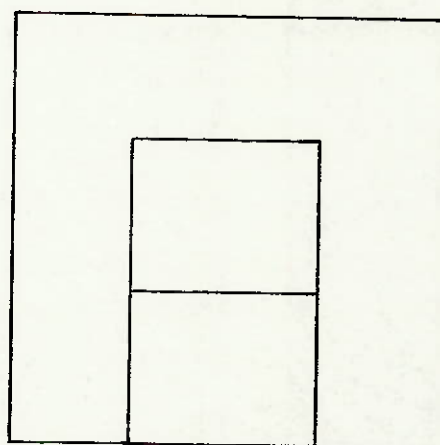
As alternativas (b) e (f) são as melhores opções para o nosso projeto. O vão central permite a colocação do sistema de elevação e possibilita uma melhor distribuição de peso. A vantagem da alternativa (b) é o menor comprimento total que será conseguido, mas a alternativa (f) permite que os motores sejam posicionados ao lado da bateria traseira.



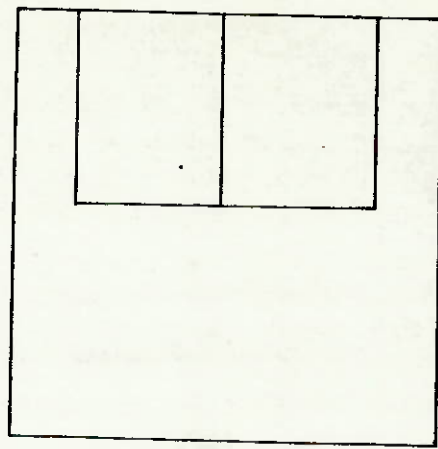
(a)



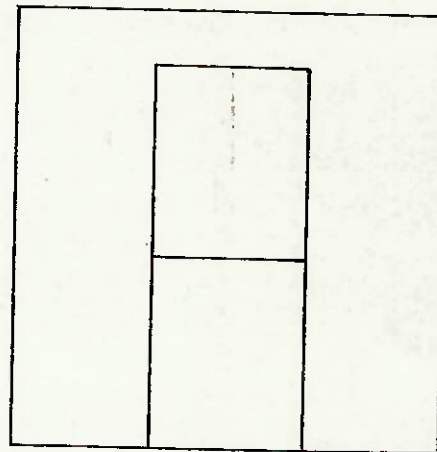
(b)



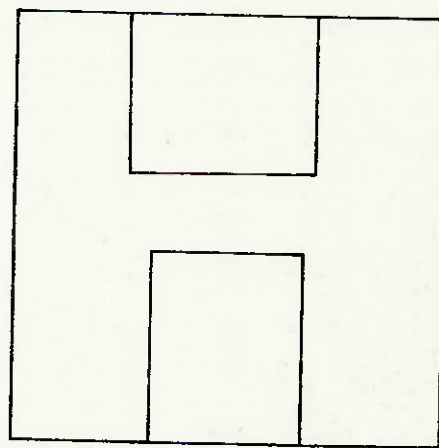
(c)



(d)



(e)



(f)

Fig. 2.2.1.
Posicionamento das baterias

2.2.2. Dimensionamento

2.2.2.1. Cálculo do esforço de rolamento

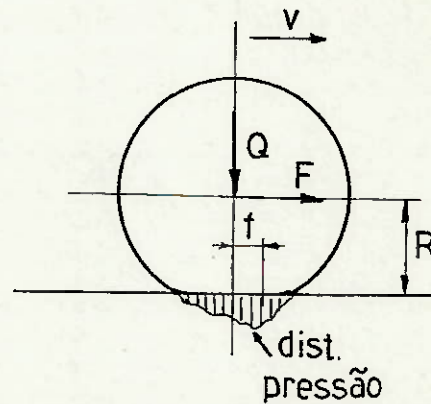
Sendo:

Q - carga aplicada

R - raio deformado

f - atrito de rolamento

v - velocidade



Para vencer a deformação causada no pneu, vamos imaginar um momento necessário para deformar a região anterior do pneu. A distribuição de pressão de contato entre o pneu e o solo é assimétrica, sendo mais concentrado na parte anterior, tendência essa verificada em qualquer cilindro rolando sobre uma superfície. Essa diferença da distribuição entre a parte posterior e a anterior é que ocasiona o momento resistente de rolamento, representado pelo produto entre a carga Q e a distância imaginária f , ou seja, o coeficiente de atrito de rolamento.

$$F \cdot R = Q \cdot f$$

$$F = Q \cdot f / R$$

A potência dispendida no rolamento será:

$$P = F.v$$

A determinação de R pode ser feita através das características do pneu, a pressão interna e a carga aplicada.

O atrito de rolamento f é mais difícil de ser obtido teoricamente, mas experimentalmente, pode ser tabelado, em função do tipo de piso das características do pneu, da pressão interna e da carga aplicada.

2.2.2.2. Cálculo da Potência do Motor

A potência do motor será calculado de forma aproximada, como sendo uma situação de subida de rampa. Vamos supor uma inclinação de oito graus, uma massa total m de 140 kg, um rendimento de 70%, já englobando a parcela referente ao atrito de rolamento e uma velocidade v de 1 m/s.

A potência será:

$$P = m.g.\text{sen}(\text{inclinação}).v/(\text{rendimento})$$

resultando:

$$P = 0.38 \text{ CV}$$

2.2.3. Sistema de Elevação

O funcionamento do sistema escolhido consiste no seguinte: o cilindro intermediário (B) é acionado por um motor elétrico instalado na base do cilindro inferior (C). Mantendo-se fixo o cilindro inferior e impedindo que o cilindro superior (A) gire, a rotação do cilindro intermediário provocará dois movimentos axiais: um entre A e B e outro entre B e C. Como o par AB possui rosca à direita e o par BC, rosca à esquerda, os dois movimentos ocorrem no mesmo sentido, isto é, elevação ou retração, dependendo do sentido de rotação do cilindro intermediário. (fig. 1.5.4.d)

Para evitar a vibração e permitir um funcionamento suave, a introdução de um anel de nylon na extremidade inferior dos cilindros poderá ser muito útil.

Para impedir que o cilindro superior (A) gire, um sistema de fixação do assento será introduzido.

Esse sistema de fixação deve cumprir vários requisitos. A principal delas, é que, com o seu destravamento, a cadeira possa girar noventa graus. Isto determina um tipo de fixação que não seja solidário à estrutura. Além disso, esse sistema deve permitir o afastamento do apoio para as pernas, quando o assento estiver completamente abaixado, e uma aproximação, quando

totalmente elevado. Esta característica favorece a obtenção de uma posição de conforto e uma maior aproximação aos móveis.

Um outro requisito é o posicionamento angular da parte anterior articulada do assento. Com a elevação do assento, ela deverá se inclinar para baixo, favorecendo uma posição semelhante a de uma pessoa sentada num banco alto.

Temos várias alternativas para este sistema, mas poucos satisfazem todas as condições acima. Assim apresentamos o sistema que melhor atende as exigências. (fig 2.2.3.1)

2.3. Determinação do Desempenho

O desempenho de uma cadeira de rodas sofre, normalmente, uma avaliação subjetiva, se está de acordo com a vontade e a necessidade de cada um. Para certas pessoas, a excelente manobrabilidade pode satisfazê-las totalmente, enquanto para outras, a pequena velocidade que pode desenvolver pode não agradá-las.

Mas o essencial é a construção de um protótipo, verificar as eventuais falhas de projeto e corrigí-los e desenvolver até se chegar a um produto que satisfaça uma maior percentagem das pessoas.

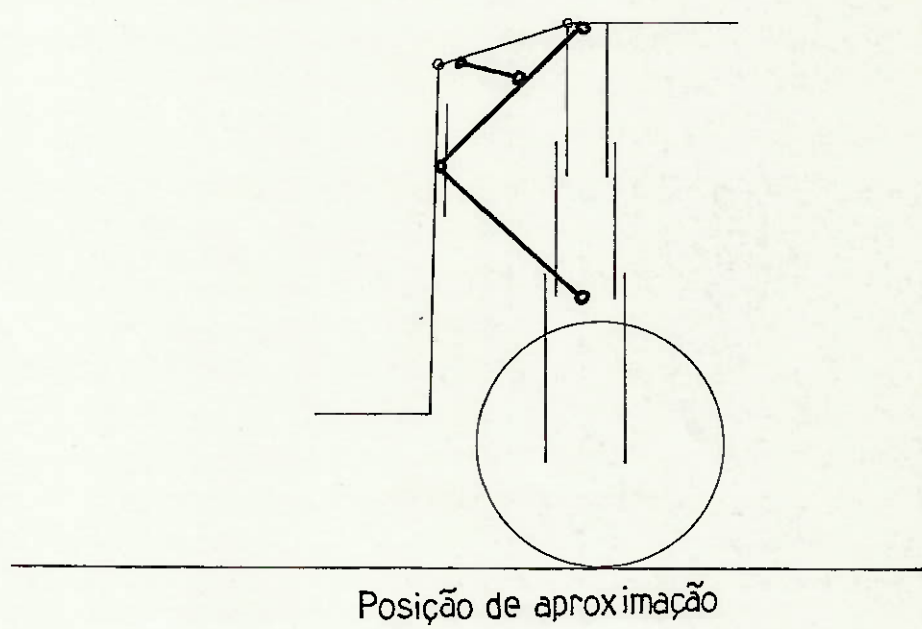
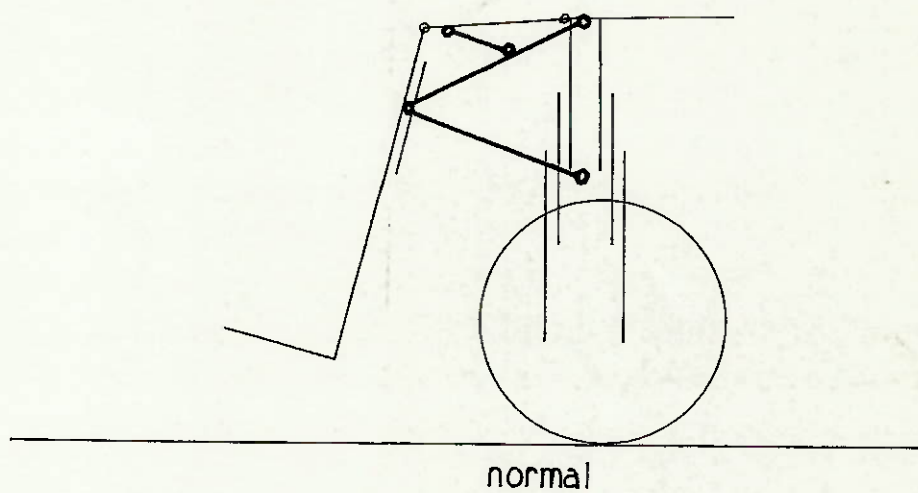
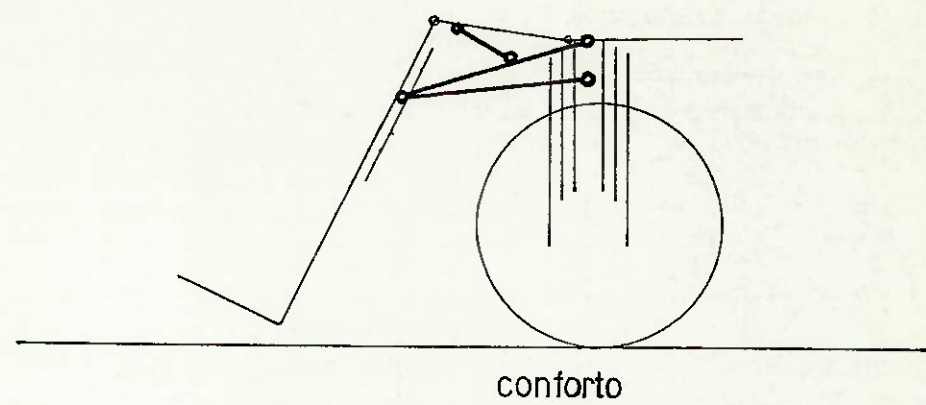


Fig. 2.2.31.

2.4. Obsolescência

Os vários conceitos novos empregados na sua elaboração, torna o projeto, até certo ponto inovador, embora seus componentes sejam simples e encontráveis no mercado. O estilo moderno empregado retarda a sua obsolescência, mas o seu sistema de acionamento, englobando os motores e as baterias, devem sofrer modificações no sentido de adequá-los à realidade do mercado, futuramente.

3. Projeto Executivo

Apresentamos a seguir, na fig 3.1., o esquema geral do produto.

Legenda da fig 3.1:

1-Trava do sistema de fixação do assento - na posição destravada, o assento pode girar livremente.

2-Baterias posicionadas segundo o esquema da fig 2.2.1.f.

3-Motores de tração - posicionadas verticalmente na parte traseira.

4-Alavanca de tensão da correia - os motores estão afixados através da base de seus redutores por meio de quadriláteros articulados.

5-Sistema de posicionamento da quinta roda - permite duas posições: abaixado, para uso normal e levantado, para o caso de um acompanhante ajudá-lo a subir ou descer um degrau.

6-Rodas livremente direcionáveis dianteiras com molas que permitem o contato permanente das cinco rodas no solo.

7-Motor de acionamento do sistema de elevação do assento.

8-Comando elétrico - composto de uma alavanca e um interruptor de três posições.

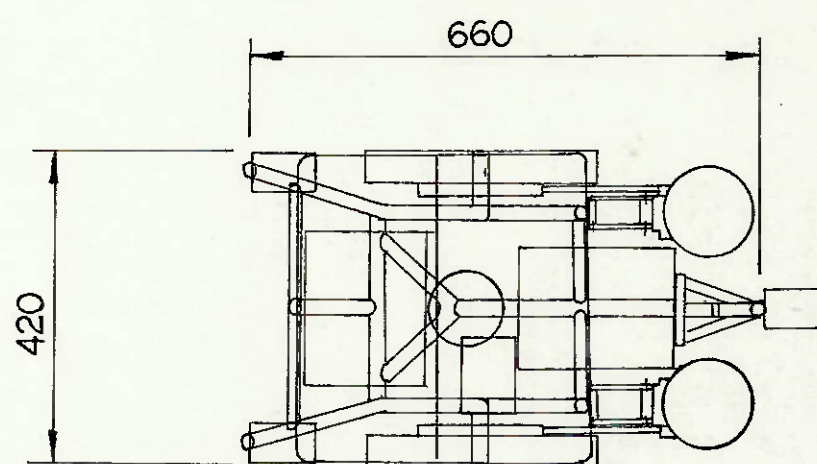
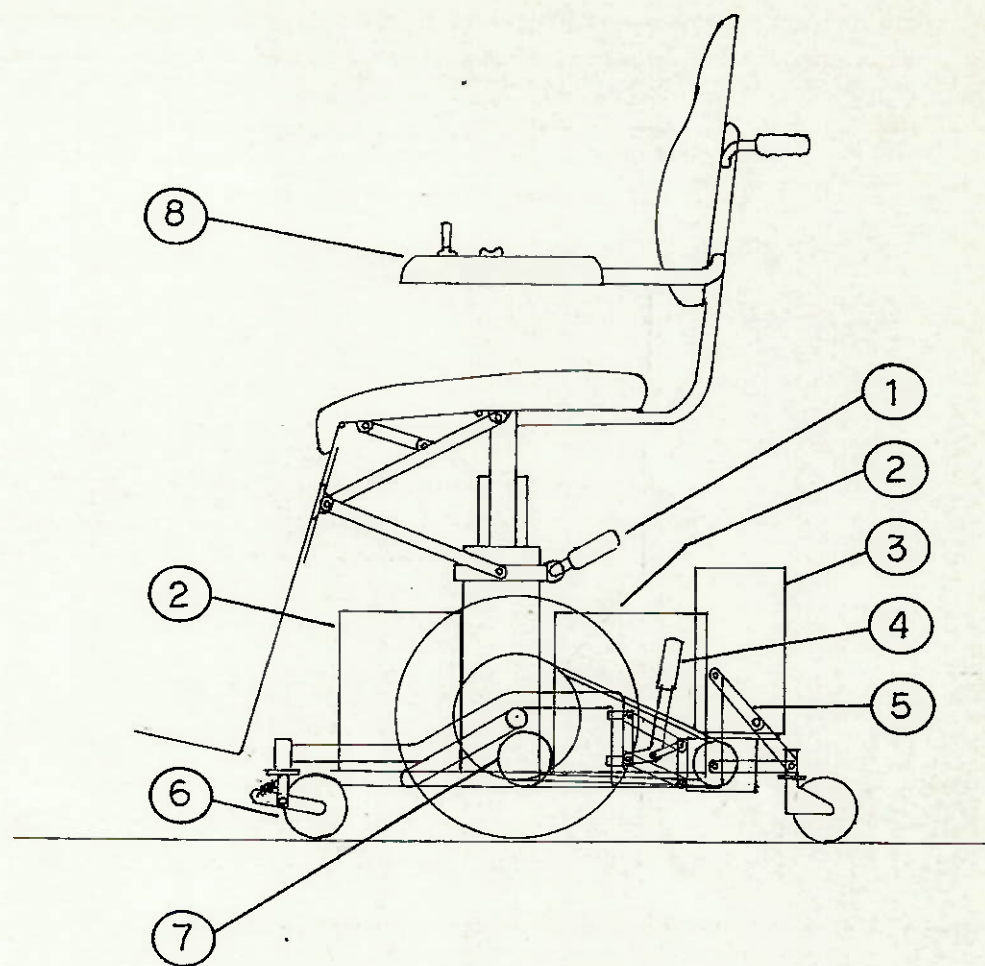


Fig 3.1.

3.1 Comando elétrico

Uma alavanca instalada no descanso-braço do assento, comanda todos os movimentos de locomoção. Ela aciona quatro interruptores de duplo contato cada um, segundo o esquema da fig 3.3.1.

Com a alavanca na posição Norte, os dois interruptores dianteiros terão seus circuitos fechados, acionando ambos os motores à frente.

Na posição Sul, há inversão de polaridade em ambos os motores, fazendo-os girar em sentido inverso.

Na posição Noroeste, somente um interruptor, no caso o dianteiro esquerdo, será conectado, acionando apenas o motor direito à frente, efetuando uma curva à esquerda com raio igual à distância entre as rodas motrizes, no caso, de 370 mm.

Na posição Sudoeste, o motor direito terá a sua polaridade invertida, efetuando uma curva à direita e para trás. Este sentido pode confundir o usuário, mas facilita o esquema elétrico.

Na posição Deste, o motor direito terá rotação à frente, enquanto o motor esquerdo terá rotação inversa. A cadeira fará uma curva em torno do seu eixo vertical à esquerda, ou seja, no sentido anti-horário.

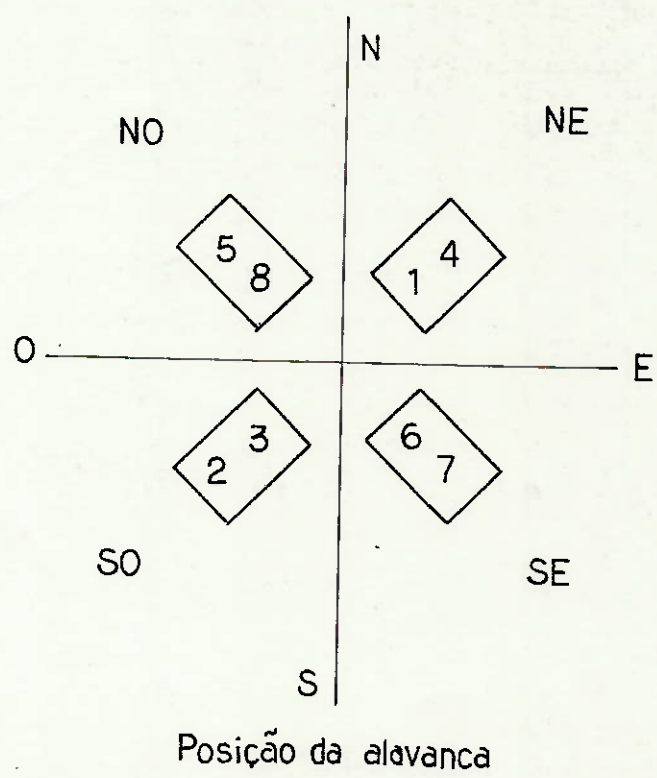
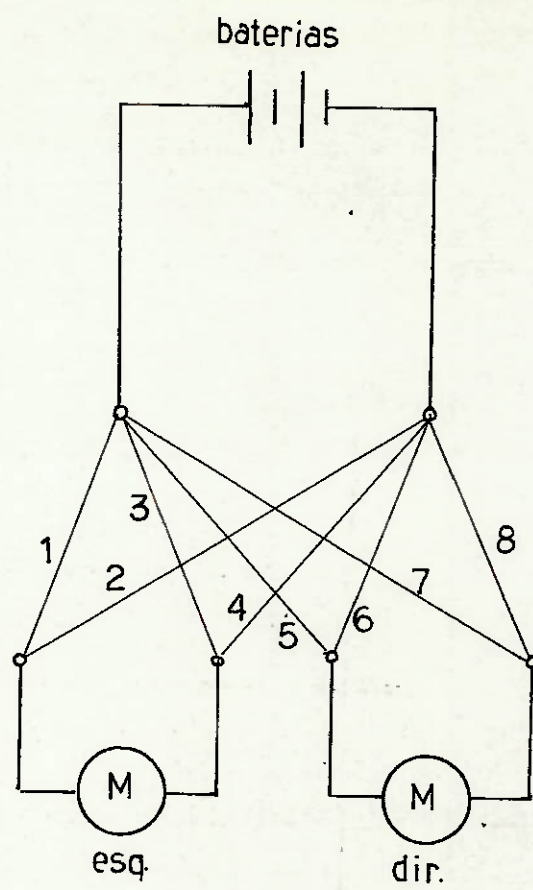


Fig. 3.3.1.

O sistema de elevação será comandado através do interruptor de três posições. Acionado para a frente, o assento se elevará, abaixando, se acionado para trás.

O controle de velocidade será efetuada através do posicionamento de dois interruptores, comandando os reostatos, fornecendo a opção de quatro diferentes velocidades.

3.2. Sistema de Elevação

O sistema de elevação permitirá uma diferença máxima de altura de 300 mm, alterando a posição de 450 a 750 mm a partir do solo.

A trava 1 da fig 3.1, tem a função de apertar o anel em volta do cilindro (C) do sistema de elevação. O seu travamento permite que o cilindro superior (A) e o assento fiquem sem o movimento de rotação, permitindo o funcionamento do sistema. O seu destravamento, permite a rotação do assento independente da estrutura.

3.3. Sistemas Auxiliares

A quinta roda é útil para dar a estabilidade, impedindo que a cadeira se incline e caia para trás. Mas em certas situações, como quando um acompanhante quer ajudá-lo a subir um degrau, a quinta roda, se fixa, dificulta a manobra. Assim adotamos um sistema articulado com uma posição de travamento para sanar este inconveniente. Assim ela pode ser recolhida, ficando a cadeira com apenas quatro rodas ativas.

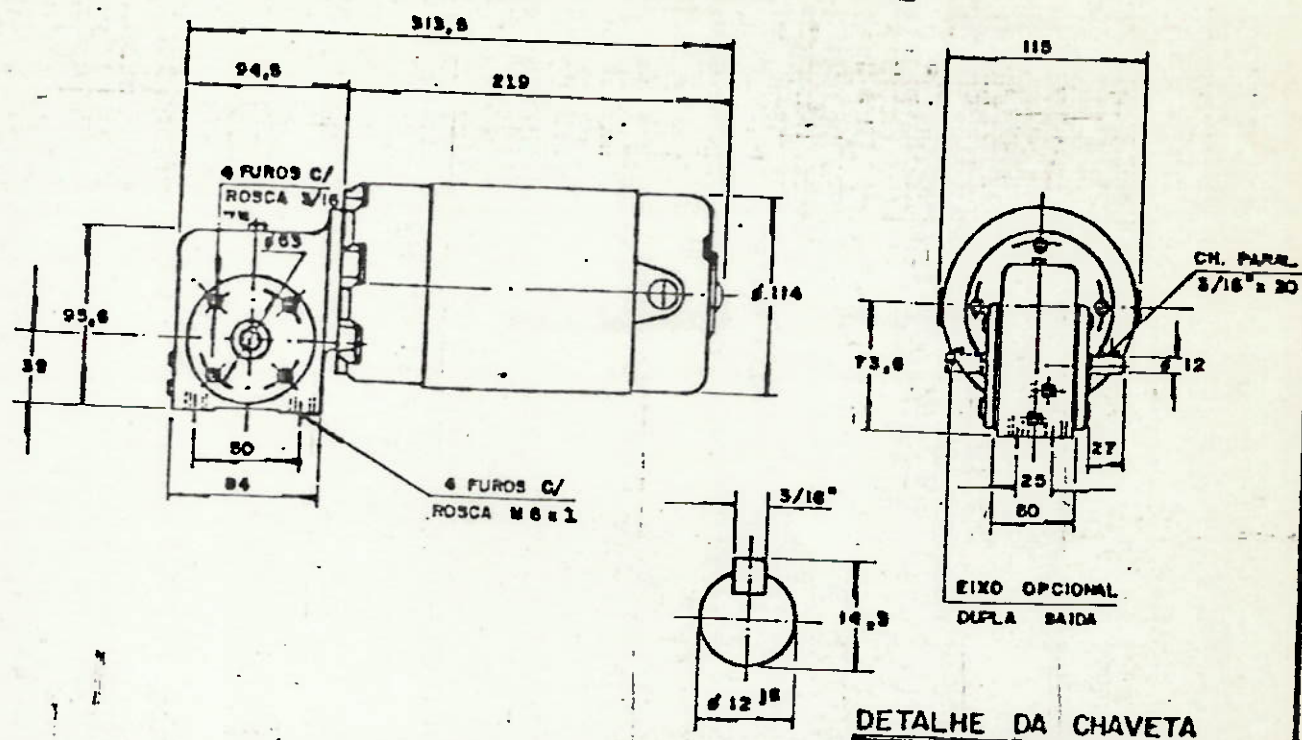
A tensão da correia, também será regulada por um quadrilátero articulado. Uma alavanca pode ser acionada para desconectar o motor das rodas, permitindo que o acompanhante empurre a cadeira.

Pela configuração do posicionamento dos motores de tração, eles estão sujeitos a choques em manobras normais. Assim, uma cobertura plástica, reforçada com fibra de vidro, ou outro material, deve ser providenciada. Esta cobertura servirá, também, para dar melhor aparência ao produto.

4. Conclusão

Como pôde ser verificado, neste projeto foi dada a ênfase aos aspectos gerais do produto sem muitas preocupações quanto ao dimensionamento dos seus componentes. Mesmo assim, atingimos a nossa meta de apresentar as idéias básicas do produto, que sem grandes dificuldades, poderá vir a ser produzido, bastando para isso, reunir os seus componentes principais, definindo os fornecedores e a partir daí, definir as dimensões precisas dos componentes a serem fabricados. Os componentes principais a serem fabricados são a estrutura de sustentação e o sistema de elevação. Este último componente é o que deve receber maior atenção, devido ao processo de fabricação e o ajuste necessário para o seu perfeito funcionamento.

MOTO REDUTOR MCC - 1



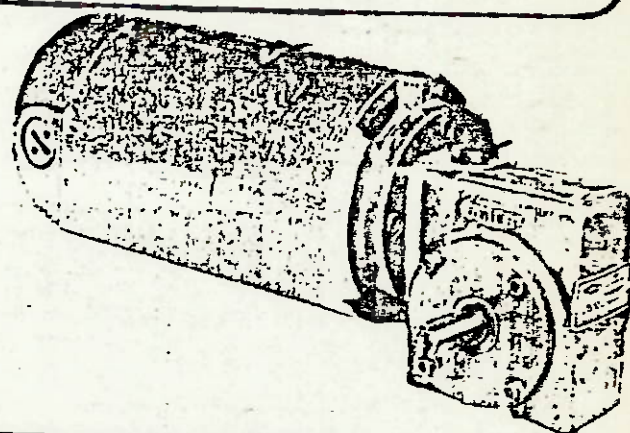
MOTO REDUTOR MCC C/ CX. 1

MOTOR CORRENTE CONTÍNUA
CAIXA REDUTORA "HUM"

Características: Montados em caixa redutora "Hum" fundida em alumínio SAE-329, rosca sem fim de aço temperado e retificado.

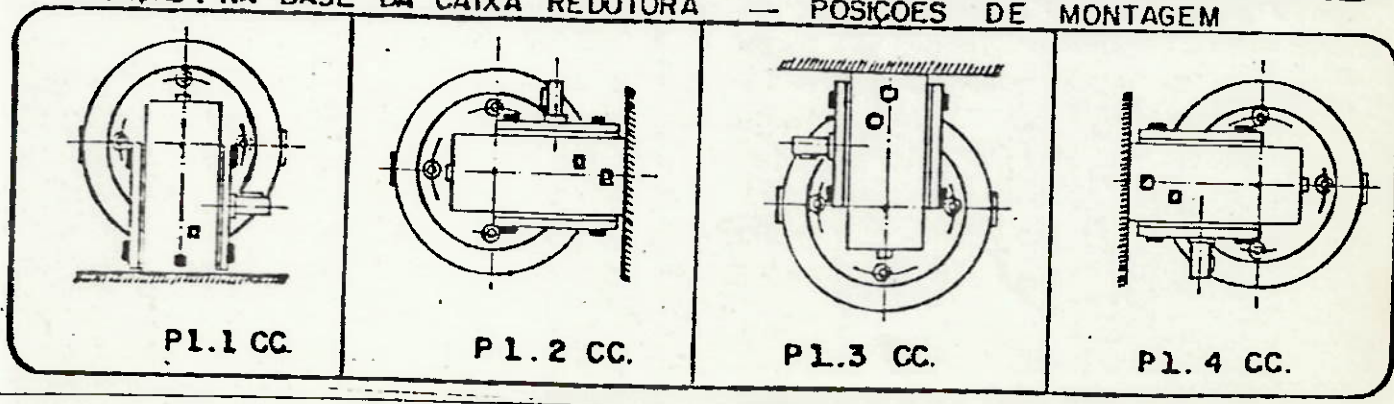
Coroa de bronze especial para altas pressões e amaciamento.

Motor de corrente contínua, com rotor encapsulado, ventilação interna ótimo desempenho alta qualidade.

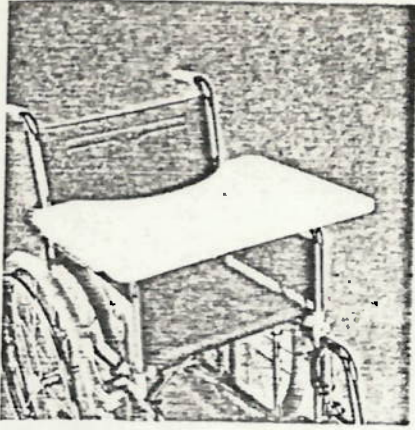


CAIXAS REDUTORAS	ESPECIFICAÇÕES	Nº REF. 9.14.170 CAIXA CR. 2 RELAÇÃO 1:10,8	Nº REF. 9.14.180 CAIXA CR. 1 RELAÇÃO 1:16	Nº REF. 9.14.150 CAIXA CR. 1 RELAÇÃO 1:32
MOTORES				
Nº REF. 9.25.003 - 3.000 RPM 24 V. - 0,25 CV.	RPM NO EIXO DO REDUTOR	0 e 283	0 e 187	0 e 93
Nº REF. 9.25.004 - 3.000 RPM 110 V. - 0,25 CV.	RPM NO EIXO DO REDUTOR	0 e 283	0 e 187	0 e 93
Nº REF. 9.25.009 - 4.000 RPM 110 V. - 0,33 CV.	RPM NO EIXO DO REDUTOR	0 e 377	0 e 250	0 e 125
Nº REF. 9.25.014 - 4.000 RPM 220 V. - 0,33 CV.	RPM NO EIXO DO REDUTOR	0 e 377	0 e 250	0 e 125
Nº REF. 9.25.102 - 3.000 RPM 220 V. - 0,25 CV.	RPM NO EIXO DO REDUTOR	0 e 283	0 e 187	0 e 93

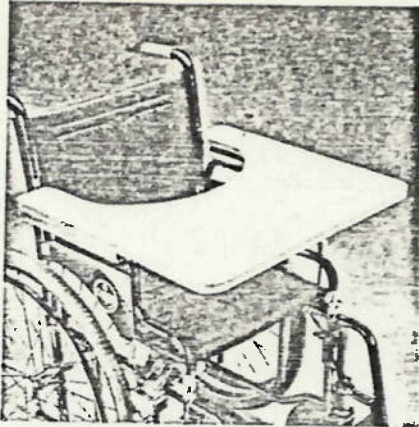
FIXAÇÃO NA BASE DA CAIXA REDUTORA — POSIÇÕES DE MONTAGEM



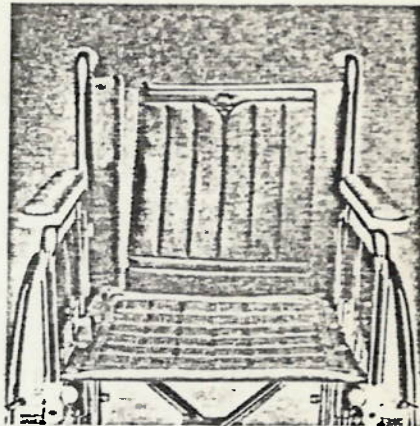
SEATING COMFORT



Code 916 Adjustable tray



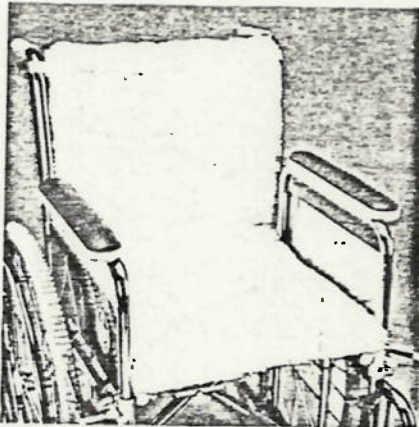
Code 917 Adjustable tray for desk armrests



Code 928 Zipper back upholstered



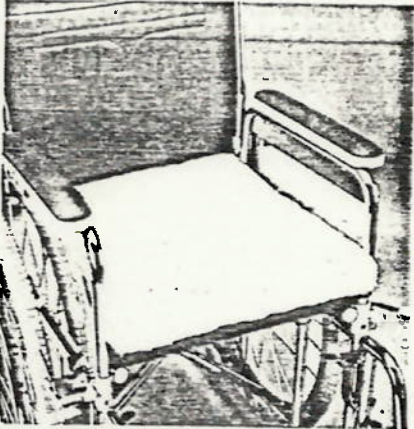
Code 935 Anti-decubitus insert, synthetic



Code 937 Special anti-decubitus seat insert, synthetic



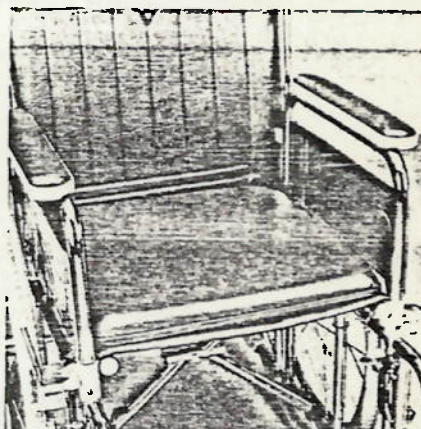
Code 938 Moulded head support



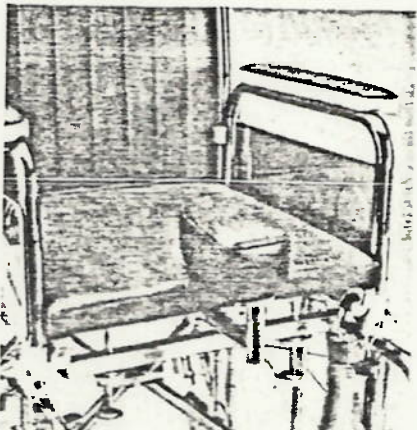
Code 939 Anti-decubitus pad fixed to seat cushion



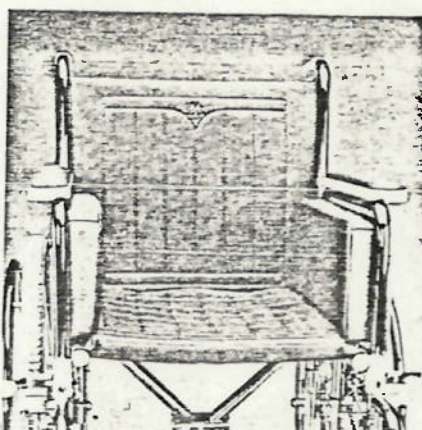
Code 940 Arthritic seat



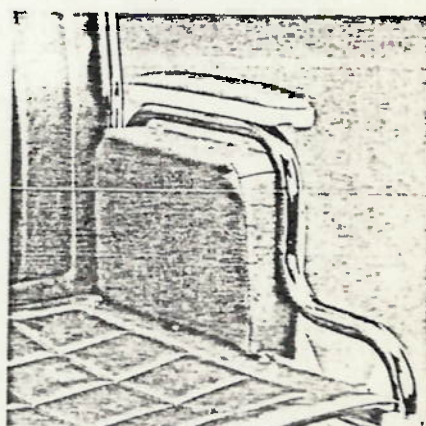
Code 941 Solid upholstered insert seat



Code 942 Solid insert seat with adjustable wedge



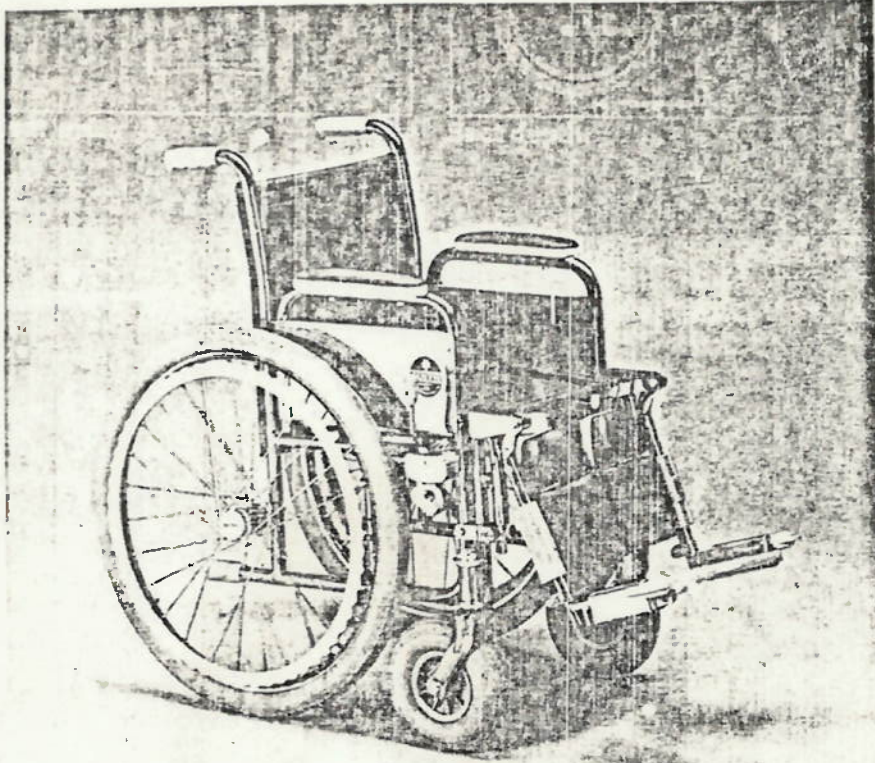
Code 959 Upholstered cushions, leatherette, for Code 12



Code 960 Upholstered cushions, leatherette, for Code 12

Code 964 Upholstered cushions, cord, for Code 12

FOLDING WHEELCHAIRS FOR CHILDREN

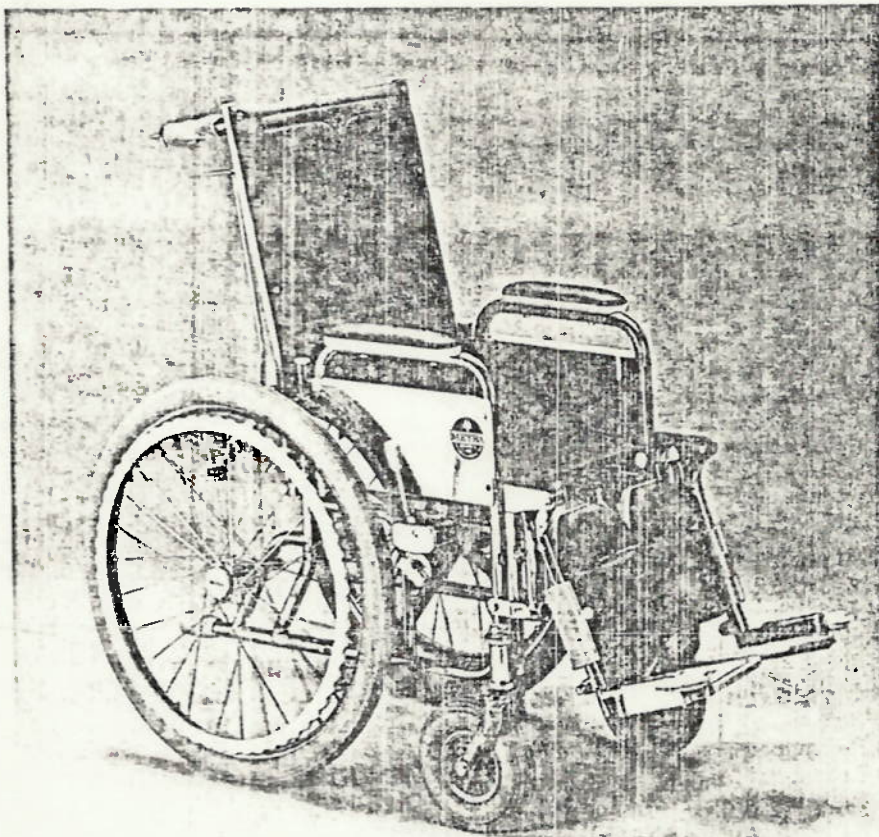


Model 1.515-12-92

A wheelchair for children between the ages of 8 and 14. Standard features on this model are detachable armrests and swinging detachable legrests. In this illustration the chair featured is equipped with Code 92. The detachable armrests allow for ease of side access. The armrests have a locking device to prevent them slipping out. The same model can be fitted with fixed armrests to provide enhanced stability. (Code 14).

Standard features:

- Double twist lock crossbrace
- Two tubular seat guides
- Swinging detachable legrests
- 8" front wheels
- 24 x 1.75" rear wheels with plastic handrims
- Two safety pressure brakes
- Seat width: 36 cm



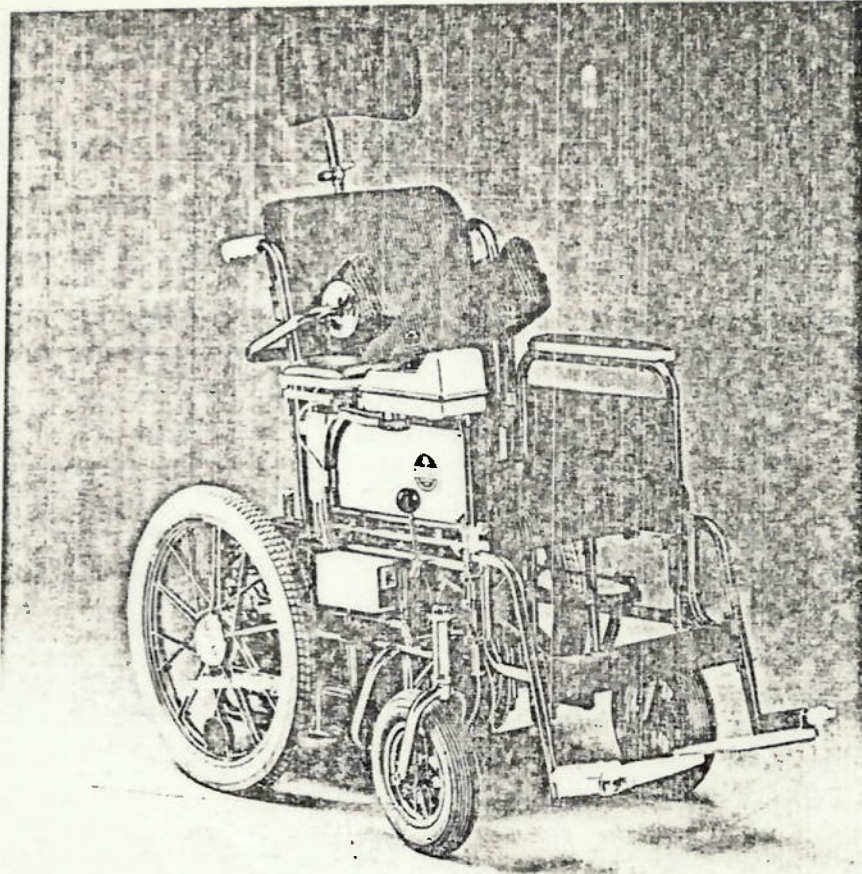
Model 1.517-12-92

A wheelchair for children between the ages of 8 and 14. The characteristic of this model is the 90° reclinable extended backrest, which allows the patient to move smoothly and easily into a rest position. For added support the chair is fitted with elevating legrests.

Standard features:

- Double twist lock crossbrace
- Two tubular seat guides
- Detachable armrests
- Swinging detachable elevating legrests
- 8" front wheels
- 24 x 1.75" rear wheels with plastic handrims
- Two safety pressure brakes
- Attendant push bar
- Seat width: 36 cm

THE FORMA SYSTEM ASSEMBLED



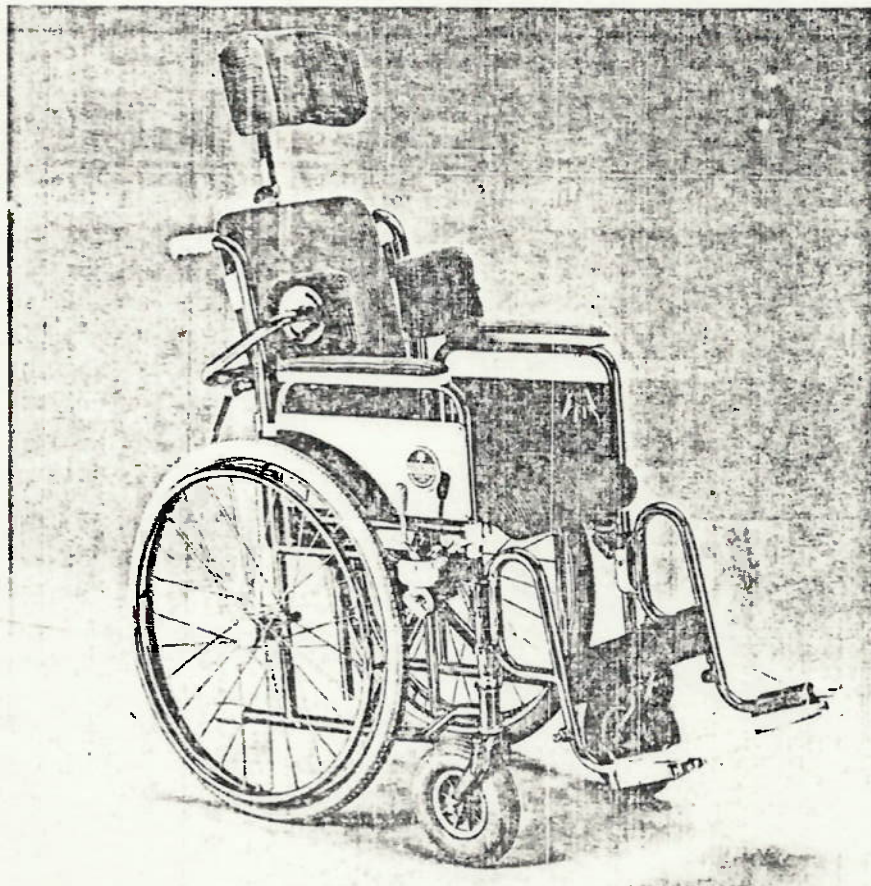
1.482 with Forma System Parts

Model 1.482 with Forma System Parts

Here you can see an illustration of the Forma System applied to an electronic wheelchair.

The Forma System Parts:

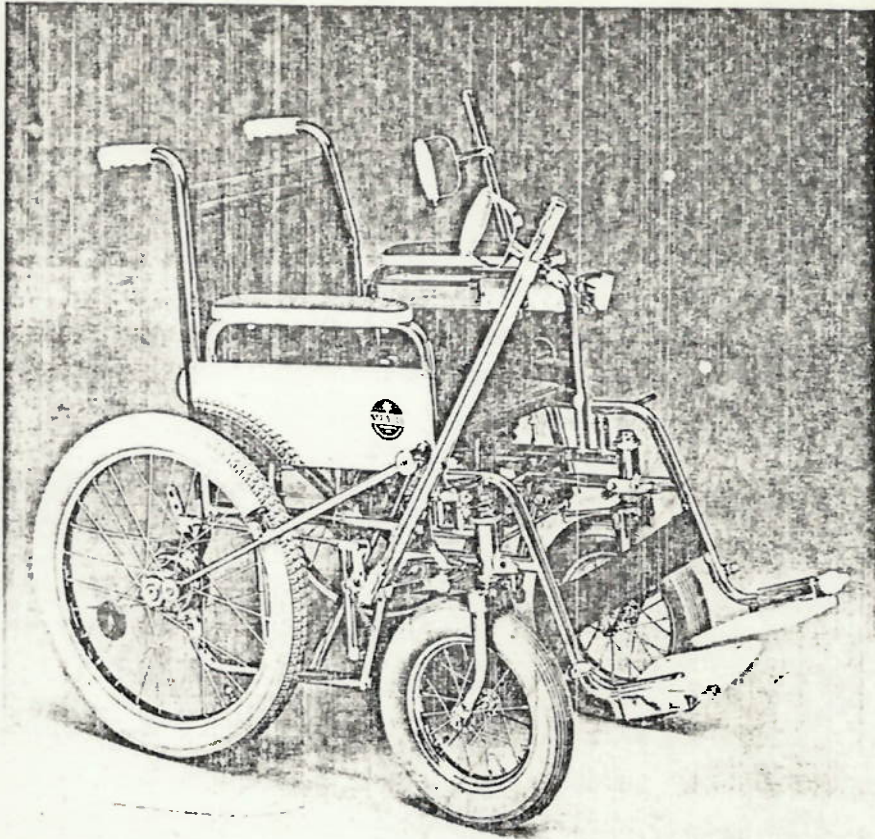
- Anatomically contoured seat
- Anatomically contoured backrest
- 2 side support cushions attached to the backrest
- Adjustable backrest
- Headrest



3.400 with Forma System Parts

Modell 3.400 with Forma System Parts

Here you can see an illustration of a folding wheelchair from the 3.400 PREMIER range.

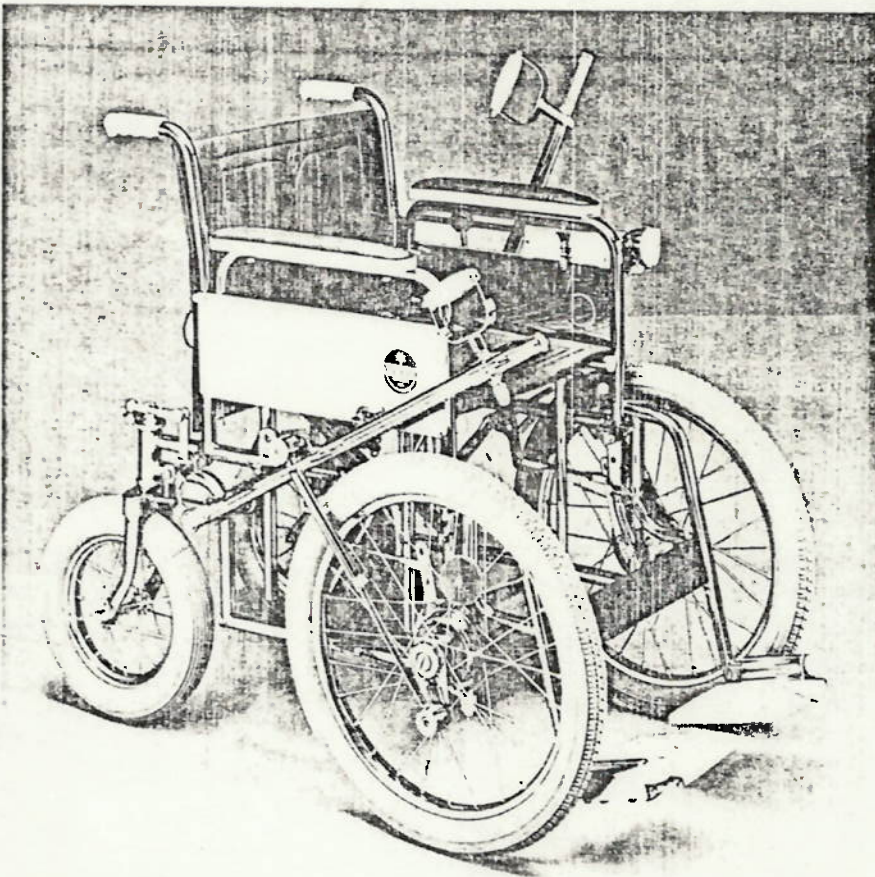


Model 1.406-93

This model is equipped with steering on the right hand lever and front-wheel linkage. The levers are easily disengaged for attendant operation.

Standard features

- Double twist lock crossbrace
- 4 tubular seat guides
- Fixed armrests
- Swinging detachable legrests
- 12 1/2 x 2 1/4" front wheels
- 20 x 2.00" rear wheels
- Equilateral brake action on rear wheels
- Adjustable and disengageable levers
- Seat widths:
 - 38 cm
 - 43 cm
 - 48 cm



Model 1.407-93

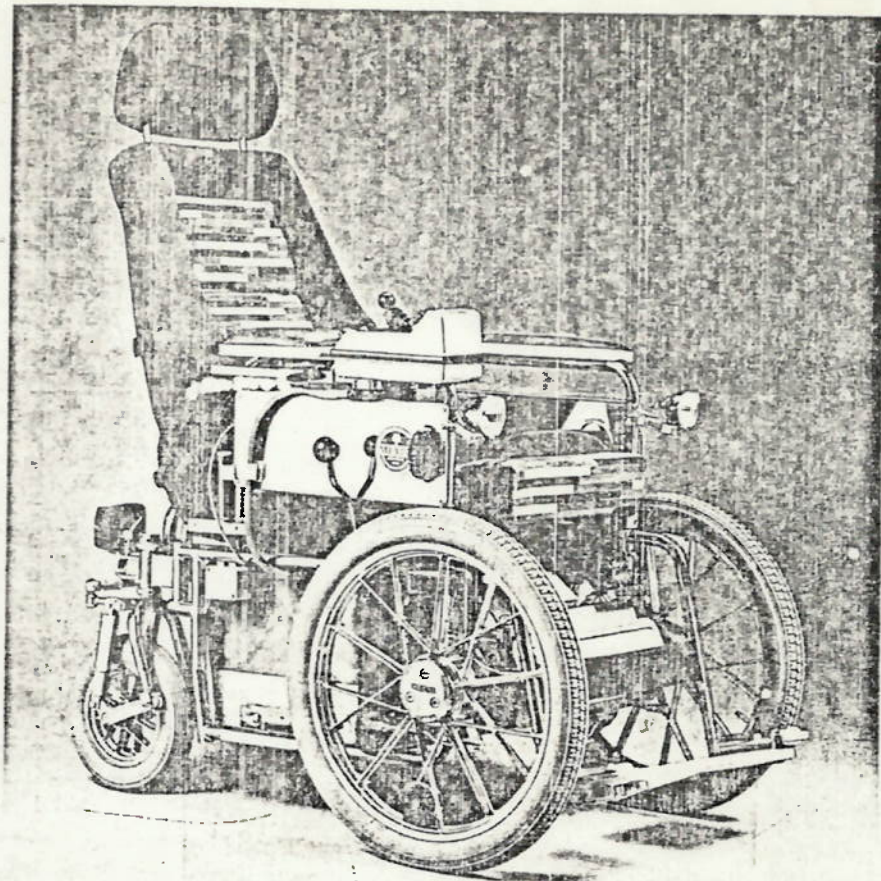
This model differs from the above in that the large wheels are at the front and the small wheels are at the rear. Although you will find the steering handle on the right hand side it controls the left rear wheel. With this design the legrests, of course, cannot swing sideways.

Standard features

- Double twist lock crossbrace
- 4 tubular seat guides
- Fixed armrests
- Detachable legrests
- 20 x 2.00" front wheels
- 12 1/2 x 2 1/4" rear wheels
- Equilateral brake action on the front wheels
- Adjustable and disengageable levers
- Seat widths:
 - 38 cm
 - 43 cm
 - 48 cm

ELECTRONIC FOLDING WHEELCHAIR MODEL 3.422

WITH ANATOMICALLY CONTOURED SEAT BASED ON THE
SPECIAL CAR SEAT DESIGN OF RECARD (CODE 874)



The model illustrated opposite corresponds to Model 3.422 in its standard design. All Models of Series 3.420-3.424 can be similarly equipped. To enhance driving comfort we have equipped this wheelchair with a special high quality anatomically contoured seat. To compensate the thicker material of the seat we reduced the frame height- thus achieving the normal seating height. In addition the backrest can recline to allow the user to find the most comfortable position. To order the anatomically contoured seat, select Code No. 874. Please note that if you order your chair with Code 30, the backrest should not be used to raise the handicapped person to the upright position.

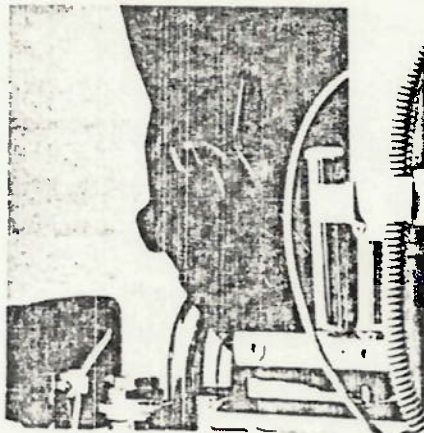
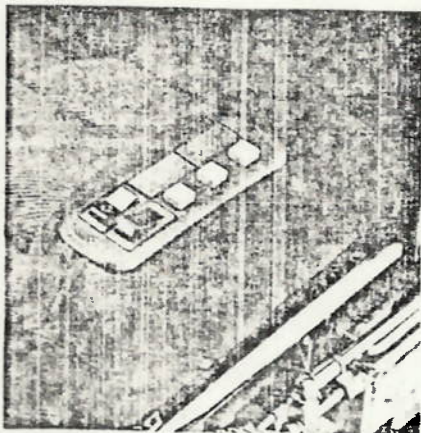
Standard features

- Anatomically contoured car seat with headrest
- "Servomat" Steering System
- Detachable armrests
- Detachable backrests
- 20 x 2.00" aluminium front wheels
- 10 x 2.00" aluminium rear wheels
- Telescopic shock absorbers on the steering wheels
- Electronic driving and braking system
- Quadruple safety braking system
- Battery indicator and control light for battery discharge
- 2 80 AH batteries
- Electronic battery charger
- Lights, indicators and hazard warning lights

WEIGHTS AND MEASUREMENTS

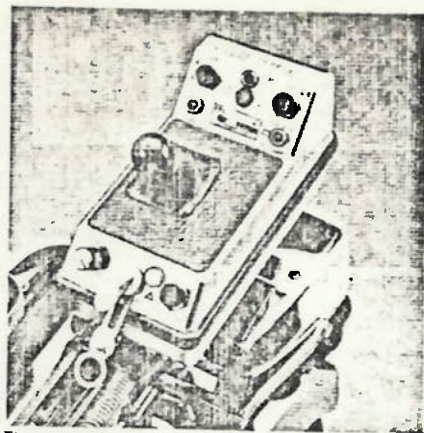
3.420-3.424 with anatomically contoured car seat					
(Angaben in cm)		ready f. drive	folded	ready f. drive	folded
Width	cm	67.0			
	inch	26			
Length	cm	116.0			
	inch	46			
Height with headrest	cm	126.0			
	inch	50			
Width btw. armrests	cm	51.0			
	inch	20			
Seat depth	cm	49.0-55.0			
	inch	19-22			
Seat height	cm	56.0			
	inch	22			
Seat to arm rests	cm	20.0-25.0			
	inch	8-10			
Weight	kg	116.0			
	lbs	255			

We reserve the right to change without notice tolerance of measurements $\pm 1.5 \text{ cm} = 0.6''$

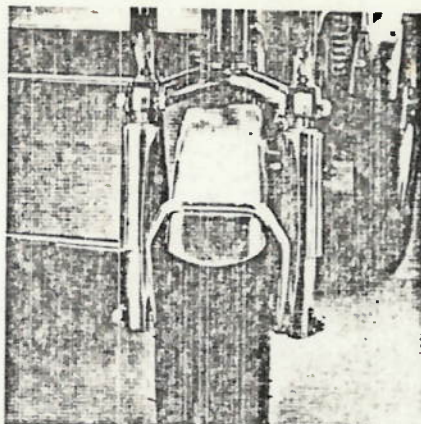


The Backrest Adjustment

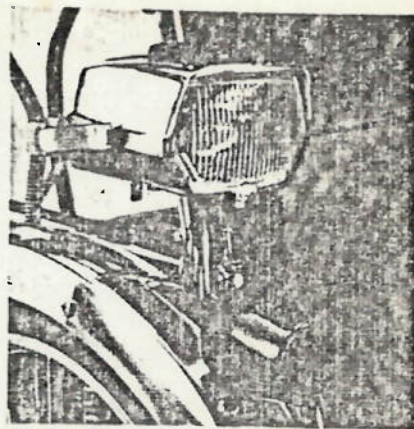
DRIVING UNIT COMPONENTS AND STANDARD FEATURES



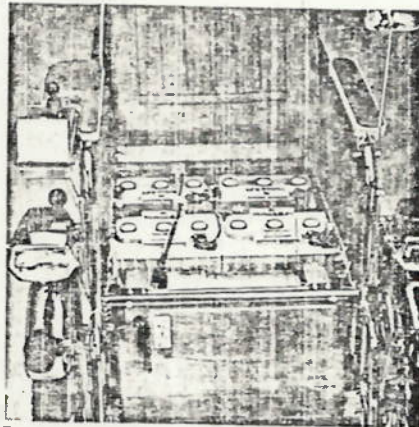
The control box



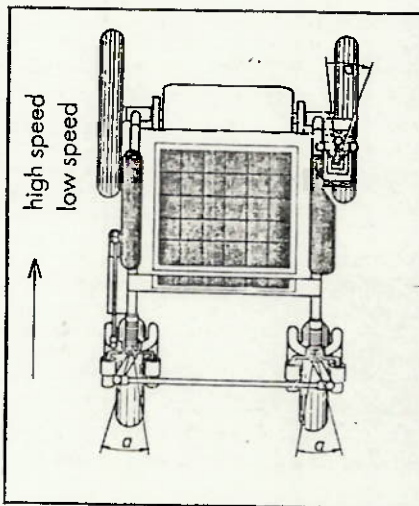
The shock absorbers



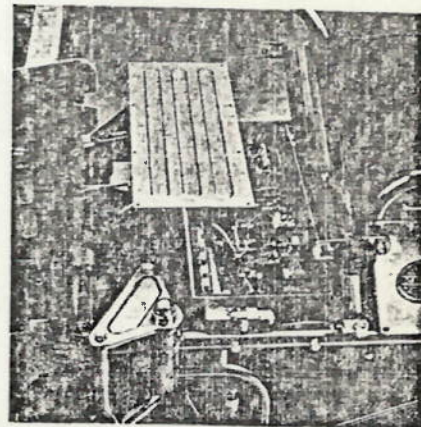
The lighting system



Tilt-up seat for battery maintenance



The "Servomat" steering system



The electronic system

The drive unit components

1. Drive motor
The magnetic brake with optimum stability of number of revolutions has a permanent capacity of 800 W (24 V) and provides a peak power of 3 kw, i.e. 4 HP
2. Reduction gear
3. Differential gear, as on cars

The required speed remains nearly constant when driving up- and downhill

The reason why this type of drive was selected is the advantage that the steering gives no problems and tyre wear is low. Servo-steering as well as mechanical steering provides a good rolling of wheels (no erasure). Like the electronic wheelchairs of series 3.420 this type comprises two operations: after the acceleration has been effected and the wheelchair has reached its full speed a direct motor steering is automatically engaged. The efficiency is increased and current consumption reduced further.

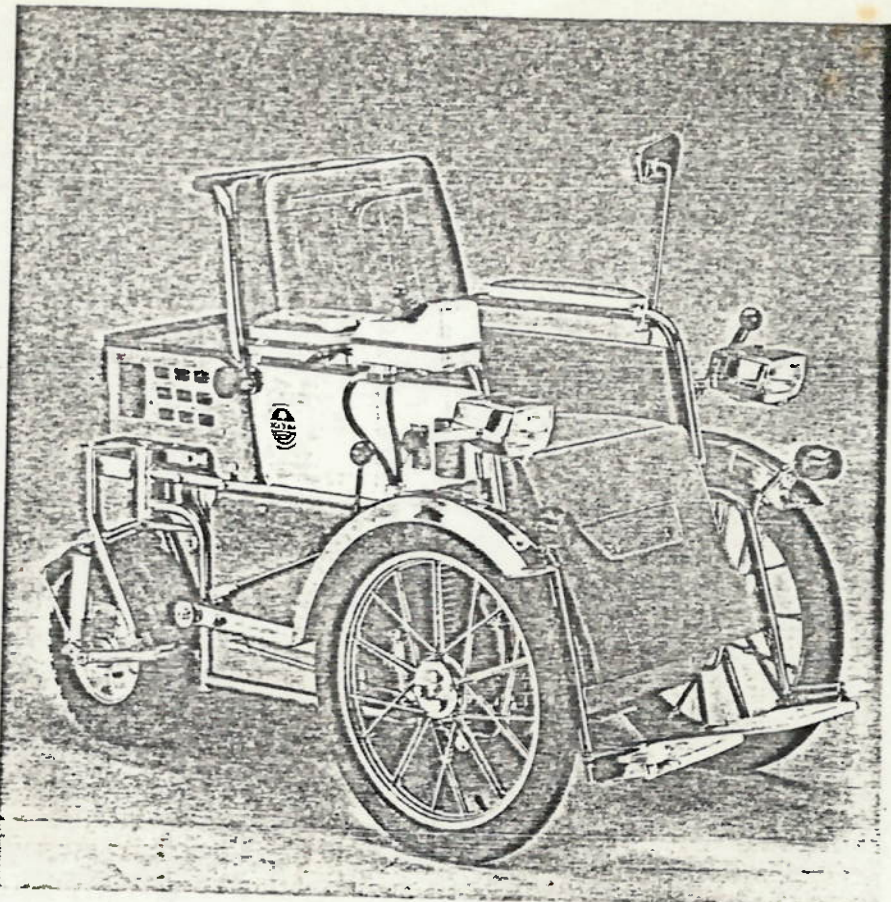
The electronic wheelchair then drives independently from the electric function. Even if there is a breakdown of electronic system it is possible to drive the wheelchair.

Should the wheels contact an obstruction (even when travelling uphill) the load and speed circuit automatically regulates the drive to ensure that the correct speed and direction is maintained. The start up, and switching and the braking systems are electronically optimized. As the safety spring brake is only released if certain technical conditions are complied with, the wheelchair cannot roll back when starting on a hill (as cars with automatic transmission). For the electronic wheelchair 2.037 the "Servomat" MEYRA steering system (patent) is applied, effecting a speed depending on correction of steering.

When driving slowly the manoeuvrability is very good, when driving faster the steering lock is automatically reduced, eliminating the danger of the chair tipping. It is also possible to drive in rooms because of the different steering systems or the MEYRA "Servomat" steering system. To make safety complete we

have installed a powerful 12 V lighting system, in spite of the 24 V drive. The installed voltage transformer prevents the 24 V batteries from discharging "one-sidedly", presently a disadvantage with 12 V equipment.

MODEL VARIATIONS OF SERIES 2.035 - 3.037

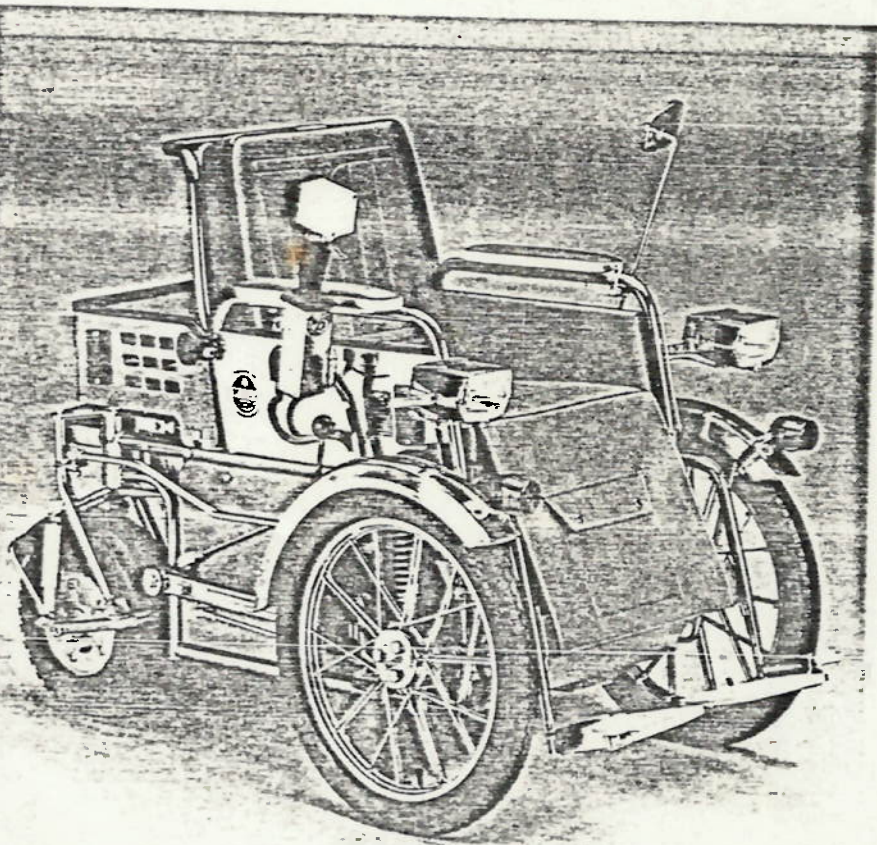


Model 2.035 with mechanical steering and electric drive

This model with a mechanical steering system operated by a control lever is recommended for people with sufficient strength in their hands and arms. Normally the control lever is located on the left hand side, the control box being mounted on the right arm rest. Should the control box be required on the left hand side, please state Code No. 60.

Standard features

- Upholstered armrests
- Detachable legrests
- Sprung and upholstered seat and backrest
- 20 x 2 1/4" front wheels (aluminium)
- 4.10/3.50-6" rear wheels
- Special shock absorbers to all 4 wheels
- Mudguards
- Quadruple braking system
- Drive with push adjustment
- Luggage rack
- Distance recorder
- Dead man's control (immediate stop of wheelchair after release of joystick)
- Lights, indicators and hazard warning lights
- 4 180 AH batteries
- Battery indicator and control light for battery discharge
- Electronic battery charger
- Disconnection of driving system when charging
- Seat width 48 cm



Model 2.036 Mechanical control and electric drive for one hand operation

A special design for one arm operation but for those having sufficient strength to effect mechanical control by means of the control lever. All operating devices are integrated in the control lever, e.g. joystick and braking handle. Normally the control lever is located on the right hand side. It can, upon request, be fitted on the opposite side. Please state Code No. 60.

Standard features
see model 2.035 above.