



(11) Número de Publicação: PT 943079 E

(51) Classificação Internacional: (Ed. 6)
G01L005/00 A G01M005/00 B

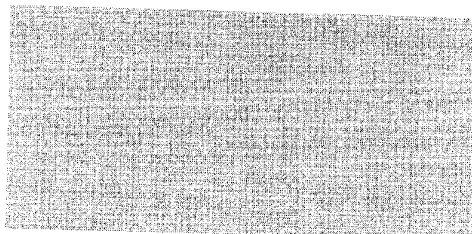
(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de depósito: 1996.12.04	(73) Titular(es): MATHIAS ROCH WATTSTRASSE 28 23566 LUBECK DE
(30) Prioridade:	OLIVER ROCH HOLZKATE 1 23623 GNISSAU DE
(43) Data de publicação do pedido: 1999.09.22	(72) Inventor(es): MATHIAS ROCH OLIVER ROCH DE DE
(45) Data e BPI da concessão: 2000.10.25	(74) Mandatário(s): ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA RUA DAS FLORES 74 4/AND. 1294 LISBOA PT

(54) Epígrafe: PROCESSO E DISPOSITIVO PARA O ENSAIO DA ESTABILIDADE DE POSTES ANCORADOS VERTICALMENTE

(57) Resumo:

PROCESSO E DISPOSITIVO PARA O ENSAIO DA ESTABILIDADE DE POSTES ANCORADOS VERTICALMENTE





DESCRIÇÃO

“Processo e dispositivo para o ensaio da estabilidade de postes ancorados verticalmente”

O invento refere-se a um processo de acordo com o conceito genérico da reivindicação 1. Além disso o invento refere-se ao respectivo dispositivo de acordo com o conceito genérico da reivindicação 11.

Na patente US 5 212 654 estão descritos processos, não destrutivos, de ensaio dos postes quanto à sua resistência residual, para verificar a carga que um poste ainda consegue admitir antes que possa quebrar. Quando se verificar que a resistência residual é por conseguinte a previsão de duração for muito reduzida, o respectivo poste deve ser substituído.

Com estes métodos conhecidos procede-se de forma a que por exemplo o poste seja carregado acima da sua ancoragem com uma força determinada previamente com exactidão, a qual corresponde à resistência admissível residual anteriormente calculada. Quando se verificar que a deflexão lateral do poste, após a força ter atingido o valor predeterminado, for excessivamente elevada, tal representa um critério de danos e a adequada substituição do poste.

Pode ser obtido também um resultado correspondente quando for determinada uma deflexão previamente calculada e correspondente à resistência residual, sendo então o poste submetido a uma força crescente durante o tempo necessário até se atingir a deflexão. Se no termo do processo de ensaio se verificar que a força medida for excessivamente reduzida, deverá ser efectuada a substituição do poste dado que, num poste sem falhas e com menor elasticidade, a força para atingir a deflexão determinada seria relativamente mais elevada.

A concluir, na patente anteriormente mencionada ainda é proposto um processo de ensaio pelo qual o poste é submetido a uma força, a qual é constantemente medida e sendo medida simultaneamente a deflexão lateral do poste, para, a partir destes valores, calcular no final do processo de ensaio de resistência residual do poste.

Neste processo não são tomadas medidas no caso de um poste danificado quando o aumento das forças de carga e dos binários de flexão provoca uma mudança do estado de deformação elástica para a deformação plástica, quer dizer, pode até dobrar ou partir sem que

isto pudesse ter sido analisado com antecedência, para que o ensaio possa ser interrompido por anulação da carga sobre o poste. Quanto a isso apenas é proporcionado para este caso o apoio do poste, antes de iniciar o processo de ensaio, por meio de uma armação ou com cabos, correntes ou semelhantes, ou fixar ligeiramente o poste a uma grua para que não possa ocorrer um dano quando o poste dobrar ou partir.

Além disso o poste ainda é firmado na base, acima da ancoragem, com uma contra-ancoragem, de modo que o mesmo ou a sua ancoragem estejam fixos no solo contra um desvio. Isto aliás tem como consequência o facto de no ensaio do poste apenas poder ser incluída a parte do poste que se encontra livre acima da ancoragem, ou seja do solo, não havendo nenhuma possibilidade de informação quanto à questão e eventualmente o facto de só aquela ou também a outra parte do poste poder estar danificada ou o facto de o poste ser suficientemente estável no todo.

Na EP 0 638 794 A1 descreve-se um processo para o ensaio da estabilidade e da flexão, por meio do qual o poste também é exposto a um binário de flexão variável, sujeitando-se o mesmo a uma força acima da sua ancoragem, a qual aumenta no desenvolvimento do processo de ensaio, cujo valor de medição e desenvolvimento são aplicados para a determinação da resistência do poste. Tanto a força mencionada como o deslocamento no qual o poste é flectido no sentido lateral são medidos em sincronia por meio de sensores.

Uma dependência linear do deslocamento mencionado da força introduzida é utilizada como informação para uma deflexão do poste situada na área da deformação elástica, enquanto que a verificação de uma dependência não linear dos valores medidos pelos sensores é utilizada como informação para uma deformação plástica e/ou uma ancoragem instável do poste então identificado como não resistente à flexão ou seja não estável, sendo o processo de ensaio interrompido por meio da supressão da carga sobre o poste. Por isso neste processo também não é necessário tomar quaisquer medidas de segurança para um caso também não previsto, isto é, que o poste possa cair ou quebrar durante esta fase de ensaio. De resto o processo de ensaio só é interrompido por meio da supressão da carga sobre o poste quando for atingido um valor teórico do binário de flexão na área da deformação elástica, significando isto que o poste é suficientemente estável e resistente à flexão, não sendo necessário substituí-lo por outro.

Com todos os processos anteriormente mencionados não é possível verificar se o respectivo poste controlado, apesar de uma deformação situada na área elástica até estar



atingida a carga de ensaio, esta danificado por exemplo por uma fissura ou por uma zona de corrosão, a qual eventualmente penetra no poste, de modo que para um dano deste género possa resultar uma avaliação errada sobre a resistência residual do poste, porque por exemplo na aplicação do processo de acordo com a EP 0 638 794 A1 um desenvolvimento linear da função $f = F(S)$, representando F a força aplicada e S a deflexão lateral do poste ou o ângulo de flexão alterado do poste no caso de uma sujeição de carga, poderia simular que o poste não está danificado.

Este problema é solucionado pelo processo descrito no modelo registado DE 296 07 045 U, no qual, por meio de uma unidade de força, o poste é submetido, acima da sua ancoragem no mesmo plano de ensaio, lateralmente de modo sucessivo a uma força de pressão e a uma força de tracção, isto é com binários de flexão opostos, resultando, por isso, para os dois casos de sujeição de carga duas funções f_x e f_y , podendo ser processadas e comparadas numa única unidade de avaliação. Além disso e de forma útil estas funções são representadas em forma de diagrama num monitor e/ou por meio de uma impressora para uma avaliação simultânea ou seja para uma interpretação posterior.

Com o desenvolvimento supostamente linear estas funções são portanto particularmente concludentes por transmitirem informações, por exemplo, se devido a uma fissura no poste existir um dano efectivo e onde é que se encontra este dano.

Quando ambas as funções f_x , f_y têm o mesmo deslocamento e deste modo também a mesma inclinação, pode-se deduzir que pelo menos não haverá uma danificação do poste no plano vertical do ensaio e na área do poste directamente contíguo a este. Se no entanto os desenvolvimentos de ambas as funções f_x , f_y relacionadas com o mesmo ponto zero divergirem e apresentarem por isso inclinações diferentes, pode-se concluir que existe uma danificação do poste, mesmo quando as linhas características resultantes de ambas as funções decorrerem de forma linear ou seja em linha recta, dado que, por exemplo um poste com uma fissura, mesmo após uma continuação limitada da fissuração aquando de uma carga progressiva sobre o poste, se comportará de forma elástica, tendo a formação de uma fissura como consequência no máximo uma pequena quebra na linha característica, a qual decorre na continuação de forma linear.

Como já foi mencionado, pode-se deduzir também das funções resultantes de ambos os planos do ensaio e dos seus desenvolvimentos a localização do dano. Isto é, quando por exemplo a função f_x verificada durante o processo de pressão tiver uma inclinação maior que a função f_y verificada durante o processo de tracção, isto significará que a fissura se



encontrará no lado do poste no qual foi aplicada a força de tracção, dado que é de esperar que o poste devido a um ligeiro alargamento de uma fissura, a qual decorre no sentido transversal sem que esta no entanto tenha que aumentar, se comporte de forma mais elástica do que quando de uma força de pressão aplicada no sentido oposto pela qual as superfícies de fissuras situadas em oposição são comprimidas, comportando-se o poste neste sentido de carga de forma menos elástica do que um poste sem formação de fissura. Analogamente o mesmo aplica-se quando a fissura no poste decorrer na vertical ou com uma componente vertical. No que diz respeito a outros critérios para uma apreciação de um poste a ser controlado reverte-se para as soluções indicadas pelo modelo registado DE 296 07 045.9 U, em cujo princípio também se apoia, pelo menos parcialmente, o presente invento e servindo-se do mesmo.

Todos os processos anteriormente referidos têm a mesma desvantagem de que, pelos mesmos, não possa ser considerada exactamente a condição de que um poste, ou seja a sua ancoragem, possa alterar a sua posição no solo ou junto ao mesmo aquando dos respectivos casos de uma aplicação de carga. Em todo o caso pode suceder, por exemplo, que durante os processos de ensaio ocorram movimentos e uma deflexão lateral por inclinação do poste ou da sua ancoragem sobre ou dentro do solo, pelo que o material do solo, devido à inclinação do poste ou seja da sua ancoragem, seja deslocado definitivamente, o que, naturalmente, teria um efeito sobre o desenvolvimento da função f de tal forma que esta já não transmitiria uma informação inequívoca sobre a resistência do poste propriamente dito.

Pretende-se eliminar com o invento esta desvantagem particular propondo-se um processo e uma instalação de ensaio prévio, com os quais se possam obter de modo relativamente simples e substancialmente seguro uma decisão concludente e uma resposta às questões, se por um lado o poste controlado é suficientemente estável e se por outro lado os resultados de medição obtidos permitem concluir se existe uma deflexão do poste ou seja da sua ancoragem no solo, pelo que mesmo na verificação desta deslocação se torne possível uma informação se o poste está danificado ou não.

A solução do quesito vem mencionada na reivindicação 1. Um dispositivo correspondente é indicado na reivindicação 11.

Com a solução segundo o processo de acordo com o invento torna-se possível verificar também o estado da ancoragem do poste no solo aquando do ensaio do sistema poste/ancoragem quando o sistema tiver sido submetido à força máxima de ensaio. Torna-se claramente evidente se a ancoragem permaneceu estável ou seja fixa, isto é, se a mesma



resistiu a todas as forças que actuam sobre a mesma, não se tendo deslocado ou mesmo cedido ao atingir a força máxima de ensaio, tendo-se portanto deslocado e efectuada em geral um movimento de inclinação. Na prática existem no entanto situações nas quais não é absolutamente evidente se ocorreu ou não na ancoragem propriamente dita e/ou no solo nas imediações da ancoragem um movimento de inclinação e com isto uma deflexão por inclinação da ancoragem aquando do processo de ensaio. Ainda se pode reconhecer se, na deflexão por inclinação do poste e da sua ancoragem, existe ou não uma danificação do poste. Além disso também se pode reconhecer se existe ou não uma danificação do poste quando uma ancoragem permaneceu estável.

Um objectivo essencial para a obtenção de linhas características de avaliação concludentes no ensaio do sistema poste/ancoragem consiste, além do registo das respectivas linhas características de carga, no registo das correspondentes linhas características de supressão de carga. Quando se verificar, aquando do ensaio, que a respectiva linha característica de supressão de carga analisada tiver um desenvolvimento divergente da sua correspondente linha característica de carga, isto é, não voltar para o ponto zero da linha característica de carga, então existe pelo menos uma deflexão de inclinação da ancoragem do poste. Quando se verificar que o par de linhas composto pela linha característica de carga e pela linha característica de supressão de carga for idêntico até à carga máxima de ensaio, isto é, a linha característica de supressão de descarga tiver o mesmo desenvolvimento inclinado como a linha característica de carga voltando para o ponto zero da linha característica de carga, então é certo que tanto o poste como a ancoragem estão em boas condições. Além disso também se pode averiguar que o poste, não obstante uma deflexão de inclinação verificada na sua ancoragem, se encontra em boas condições.

Tendo-se surpreendentemente verificado que a linha característica da supressão de carga, a qual no diagrama de força da deflexão retrocede do máximo da sua força de ensaio aplicada na área de deformação elástica do poste até que a força de ensaio esteja anulada, representando uma recta, é reconhecível, aquando de uma comparação das respectivas linhas características de supressão de cargas com a sua correspondente linha característica de carga ou das linhas características de supressão de carga entre si, que o poste por si só e/ou a sua ancoragem apresentem danos ou não, isto é, com inclusão da ancoragem do poste até ser atingida a sua máxima carga de ensaio. A ancoragem do poste é, portanto, normalmente incluída no processo de ensaio de acordo com o invento, não sendo a mesma isolada do poste. O processo de acordo com o invento permite, portanto, em comparação com os processos conhecidos até à data, uma informação concludente melhorada de forma simples sobre o ensaio do sistema de poste e a sua ancoragem.



Para um aperfeiçoamento da informação concludente sobre a danificação do poste e da sua ancoragem, as cargas de ensaio para o apuramento das linhas características de carga e das linhas características de supressão de carga por plano de ensaio são aplicadas directamente sobre o poste em dois sentidos opostos. Isto quer dizer, por plano de ensaio uma carga de compressão num sentido e uma carga de tracção no sentido oposto. Obtém-se desta forma quatro linhas características e a partir da comparação destas linhas características de carga e das linhas características de supressão de carga entre si resulta uma informação ainda mais exacta sobre a danificação ou não danificação do poste e/ou da sua ancoragem. A informação concludente ainda pode ser aumentada quando for utilizada uma multiplicidade de planos de ensaio, particularmente se neste caso cada plano for controlado em dois sentidos opostos.

Um dispositivo para a execução do processo de acordo com o invento apresenta uma unidade de avaliação, equipada com meios para a verificação de uma linha de carga apurada conforme a função f_1 pertencente à linha de supressão de carga, a qual representa uma função f_2 proveniente dos valores de reposição medidos a partir do sensor de forças e do deslocamento. Estes meios podem ser compostos por um computador, o qual funciona de acordo com um respectivo programa.

Num aperfeiçoamento preferencial a unidade de avaliação pode estar equipada com meios para a comparação dos desenvolvimentos das funções f_1 e f_2 para a verificação de uma divergência das duas linhas entre si, como sendo um critério de danos do poste e/ou da sua ancoragem. Este meio pode ser composto por circuitos eléctricos de comparação.

Os resultados das medições dos processos de ensaio, isto é, os desenvolvimentos das linhas características de carga e das linhas características de supressão de carga conforme as funções f_1 ou seja f_2 , podem ser representados num monitor e/ou documentados com uma impressora. Um dispositivo deste género é simples na sua estrutura e por isso realizável a custos reduzidos bem como de fácil manuseamento.

Estão indicados nas reivindicações subsequentes aperfeiçoamentos preferenciais do invento.

O invento é especificado em pormenor no que se segue com base num exemplo de execução representado nos desenhos anexos. Os mesmos mostram:



na fig. 1 a estrutura esquemática e muito simplificada de um dispositivo em ligação com um poste e a sua ancoragem em ensaio;

na fig. 2 processos de ensaio num poste e sua ancoragem com o dispositivo de acordo com a fig. 1;

na fig. 3 o sistema de poste e a sua ancoragem num estado de boas condições e num estado de deflexão;

nas figs. 4 até 13 diagramas que mostram as linhas características de carga e supressão de carga num poste e sua ancoragem em ensaio dentro de um plano em dois sentidos opostos entre si.

De acordo com as figs. 1 e 2 é fixo um poste 1 na vertical por meio de uma ancoragem 2 no solo 3. O poste 1 pode ser, por exemplo, um poste de iluminação, o qual apresenta eventualmente na sua extremidade superior um braço 1a em cujo topo se encontra instalada a iluminação pública 4.

O dispositivo para o ensaio da estabilidade do poste 1, inclusive a sua ancoragem 2, compreende uma unidade de força 5, a qual, por exemplo, pode ser aplicada numa viatura móvel 6, indicada esquematicamente, um sensor de forças 7, o qual se encontra entre a unidade de força 5 e o poste 1, um sensor de deslocamento 8 de preferência estruturado como sensor de distância, o qual está disposto na mesma vertical do sensor de forças 7, por exemplo no outro lado do poste, bem como uma unidade de avaliação 9 ligada aos sensores de força e de deslocamento. Esta unidade de avaliação compreende um computador 10, por exemplo um computador pessoal, o qual está ligado a um monitor 11 e/ou a uma impressora 12. Além disso está previsto um transmissor 13, o qual transmite de forma processada os sinais do sensor de força e do sensor de deslocamento 8 para o computador 10. A estruturação mais exacta, aqui sem relevância do dispositivo anteriormente descrito, pode ser executada da mesma forma como descrito na DE-U-94 04 664.

A unidade de avaliação 9 é configurada de tal forma que tanto os resultados da medição da força de pressão como também os resultados da medição da força de tracção no respectivo plano de ensaio e relativos à correspondente deslocação do poste, são indicados em conjunto. A configuração da unidade 9 compreende por isso o elemento 20 para a verificação de linhas características de carga e linhas características de supressão de carga. Para este efeito podem ser utilizados componentes de computador devidamente programáveis. Num aperfeiçoamento da unidade 9 esta pode conter também circuitos eléctricos de comparação 21, de modo que as linhas, ou seja as linhas características obtidas no momento, possam ser automaticamente comparadas entre si na unidade de avaliação. Se



numa comparação das linhas características for verificada uma divergência entre as mesmas, pode-se concluir que existe uma danificação do poste e/ou da sua ancoragem. As linhas características averiguadas podem ser representadas de forma visual (por símbolos ou alfabeto) de preferência no monitor e/ou com a impressora. Adicionalmente às linhas características averiguadas, também pode ser dado um sinal acústico.

O ensaio do poste e da sua ancoragem quanto à estabilidade efectua-se como se segue.

Em primeiro lugar é seleccionado um primeiro plano vertical de ensaio no qual o poste 1 é submetido a uma carga por meio de uma força, a qual ataca acima da ancoragem 2 num ponto predeterminado no poste, isto é, o poste é submetido a um esforço de flexão. De preferência selecciona-se o plano no qual reside a carga principal do poste. Considera-se neste caso de preferência a carga exercida sobre o poste por forças do vento.

Na fig. 2 é assinalado com a referência 14 um primeiro plano vertical de ensaio, no qual também actuam as principais forças de carga no âmbito do poste. Admite-se em primeiro lugar que seja exercida sobre o poste uma força de pressão progressiva, até ser atingido o valor máximo de ensaio predeterminado. O sensor de trajectória 8, ligado num ponto predeterminado no poste 1, acima da ancoragem 2, abrange neste exemplo as deflexões do deslocamento S laterais relacionadas com a respectiva força de pressão FD. Neste caso ambos os valores são introduzidos em simultâneo e continuamente no transmissor 13, o qual por sua vez introduz os mesmos devidamente processados no computador 10. Este processa os valores de medição entrados de acordo com o respectivo programa, isto é, coloca-os numa relação como sendo a função f da força FD em dependência da respectiva deflexão S do poste. Desta forma realiza-se uma linha característica de carga 16 momentânea, como se pode ver no monitor 11. Em alternativa ou adicionalmente esta linha característica 16 também pode ser imprimida com a impressora 12 ligada ao computador 10, sendo deste modo documentada.

Depois de ser atingida a força máxima de ensaio na área da deformação elástica do poste, a força de pressão que ainda actua como força de ensaio é reduzida continuamente no sentido decrescente. Neste caso é obtida novamente uma linha característica, mas neste caso sob forma de uma linha característica de supressão de carga 17, conforme o método anteriormente descrito e indicada no monitor 11 (assinalada a tracejado) e/ou registada com a impressora 12. Em contraste com a averiguação da linha característica de carga 16, a averiguação da linha característica de supressão de carga 17 efectua-se com auxílio de um



programa de computador devidamente programado no sentido inverso, isto é, partindo da força máxima de ensaio até à força de ensaio com o valor 0, no qual a respectiva deflexão S decrescente do poste está disposta em relação à força de ensaio FD a decrescer. Conforme o estado do sistema controlado do poste e a sua ancoragem, a linha característica de supressão de carga terá o mesmo desenvolvimento que a linha característica de carga ou ambas as linhas características divergem uma em relação à outra. Com base no desenvolvimento de ambas as linhas características averiguadas, a pessoa que conduz o ensaio já poderá efectuar uma apreciação do sistema controlado.

Os valores das duas linhas características 16 e 17 também podem ser comparados automaticamente por meio de circuitos de comparação e o respectivo resultado pode ser mostrado no monitor 11 e/ou documentado com a impressora 12.

Para aumentar a informação concludente sobre a estabilidade ou segurança de estabilidade do poste 1 e/ou da sua ancoragem, torna-se vantajoso aplicar no mesmo plano vertical de ensaio 14 uma segunda força de ensaio F em sentido oposto à primeira força de ensaio. Se a primeira força de ensaio for uma força de pressão FD , a segunda força de ensaio é uma força de tracção FZ a qual é exercida aumentando continuamente e decrescendo em seguida com medição simultânea da respectiva deflexão do poste. Em conformidade com as explicações anteriores obtém-se novamente uma momentânea linha característica de carga 16 e uma momentânea linha característica de supressão de carga 17, como mostra o gráfico no Monitor 11. Estas linhas características podem apresentar igualmente a mesma inclinação que as linhas características anteriormente obtidas no primeiro processo de ensaio, mas as mesmas também podem divergir entre si. Estas linhas características também podem ser imprimidas na impressora 12.

Para mais outro aumento da informação concludente sobre a estabilidade do poste 1 e da sua ancoragem 2, o poste pode ser controlado em pelo menos mais um plano de ensaio 19 como anteriormente explicado.

Este outro plano de ensaio decorre de preferência em ângulo recto para com o primeiro plano de ensaio vertical 14. Obtém-se novamente duas linhas características para a aplicação da força de pressão e da força de tracção, as quais são indicadas no monitor 11 e/ou documentadas de forma permanente com a impressora 12. Quando o poste tiver sido examinado nos dois planos de ensaio 14 e 19, é definido com isso uma óptima informação referente à estabilidade do poste e sua ancoragem.



As linhas características dos diagramas nas figs. 4a até 9b em seguida descritas traduzem os resultados das medições avaliadas pela unidade de avaliação 10. Para simplificar, estas linhas características destas figuras só representam os resultados obtidos num só plano vertical de ensaio. As mesmas aplicam-se, evidentemente, de forma análoga também para vários planos verticais de ensaio eventualmente escolhidos.

É pressuposto que o poste 1 e a sua ancoragem 2 sejam em primeiro lugar expostos a uma carga de flexão com uma força de pressão. De acordo com a fig. 4a obtém-se uma linha característica de carga 22 momentânea com o desenvolvimento como linha recta pela função f_1 com uma inclinação constante C_1 . Esta linha característica 22 decorre a partir do ponto zero de forma inclinada e recta até atingir a carga de ensaio máxima FP_{max} . Em seguida o poste, sob a constante redução da carga de pressão, é submetido à supressão de carga, de modo a obter-se a linha característica de supressão de carga 23. Também esta linha característica, representada a tracejado, decorre em linha recta, isto é no caso apresentado pela função f_2 com a inclinação constante C_2 . Esta linha característica é apurada como uma linha característica recorrente, isto é, a partir da carga de ensaio máxima FP_{max} de retorno até ao mesmo ponto zero da linha característica de carga 22, de modo a que no presente caso as duas linhas características 22, 23 se cubram. Deste resultado de ensaio até agora obtido resulta que a ancoragem 2 do poste não alterou, isto é, teve um comportamento ideal e que o poste também não apresenta qualquer danificação.

Para assegurar o resultado do primeiro processo de ensaio efectua-se um ensaio no mesmo plano de ensaio mas no sentido inverso da força. Para evitar uma transposição do dispositivo de ensaio, o poste é submetido por este dispositivo a uma carga de deflexão por meio de força de tracção. Os resultados deste segundo processo de medição estão representados na fig. 4b. Em primeiro lugar obtém-se uma linha característica de carga 24 (traçado em cheio), a qual tem um desenvolvimento recto pela função f_3 com uma inclinação constante C_3 . Depois de atingir a carga máxima de ensaio FP_{max} , aplica-se novamente sobre o poste uma carga de ensaio por força de tracção de redução constante, até ao valor zero. Neste caso produz-se uma linha característica de supressão de carga 25 recta, representada a tracejado, pela função f_4 com a inclinação constante C_4 . Distingue-se na fig. 4b que os desenvolvimentos de ambas as linhas características 24 e 25 são idênticos, dado que também neste caso a linha característica de supressão de carga 25 recta retrocede para o ponto zero da linha característica de carga 24, correspondendo a sua inclinação C_4 à inclinação C_3 . As inclinações C_1 até C_4 podem ser indicadas no monitor 11 e/ou com a impressora 12 em graus de ângulo numéricos.



Verificando-se agora, aquando dos processos de ensaio conforme as figs. 4a e 4b, que as funções f_1 , f_2 , f_3 e f_4 são de tal forma correspondentes entre si que também as respectivas inclinações C_1 , C_2 , C_3 e C_4 permanecem inalteradas sobre o comprimento da linha característica recta como um todo, isto é, apresentando os mesmos valores, conclui-se então que o sistema completo poste/ancoragem não apresenta defeitos.

De acordo com a fig. 5 procede-se ao ensaio de um outro poste num plano vertical até à força máxima de ensaio FP_{max} , isto é, em primeiro lugar ele é submetido à flexão por meio de uma força de pressão, como mostra a fig. 5a, e em seguida com uma força de tracção, como mostra a fig. 5b. Também neste caso obtém-se, partindo do ponto zero e ascendendo uniformemente, uma linha característica de carga 26 como função f_1 da força de pressão F_1 em dependência do deslocamento de deflexão S_1 . A esta linha característica de carga pertence a inclinação C_1 . Depois de ser atingida a força máxima de ensaio, foi registada a linha característica de supressão de carga 27. Com isto obteve-se a função de supressão de carga f_2 , isto é, como função da força de reposição F_2 em dependência do deslocamento de deflexão S_2 a decrescer. A esta linha característica de supressão de carga pertence a inclinação C_2 . Como ambas as linhas características se sobrepõem retornando ao ponto zero, pode-se concluir, que tanto o poste bem como a sua ancoragem se encontram em boas condições.

Efectua-se um segundo processo de ensaio no mesmo plano com uma carga de tracção. O resultado é representado na fig. 5b. Em primeiro lugar foram apuradas as linhas características de carga 28 representadas com um traço cheio, isto é como função f_3 da força de ensaio F_3 em dependência do deslocamento de deflexão S_3 . A esta linha característica pertence a inclinação C_3 , a qual primeiro apresenta um desenvolvimento inclinado acentuado, tomando depois um desenvolvimento mais suave. Em seguida foi apurada a linha característica de supressão de carga 29 como função f_4 da força de reposição F_4 em dependência da deflexão S_4 a decrescer. À linha característica de supressão de carga 29 pertence a inclinação C_4 . Verifica-se que a linha característica de supressão de carga 29 não retrocede para o ponto zero, permanecendo um deslocamento residual S_4 .

Uma comparação das linhas características de supressão de carga 27 e 29 mostra que ambas têm o mesmo desenvolvimento, apresentando assim a mesma inclinação sobre todo o seu desenvolvimento. Disto pode-se concluir que o poste propriamente dito está em boas condições, não apresentando, por isso, qualquer fissura. Mas como a linha característica de supressão de carga 29 não retorna ao ponto zero, permanecendo contudo, com a supressão completa da força de reposição, um deslocamento residual S_4 , é certo que a ancoragem 2 do



poste 1 se tenha deslocado no sentido do movimento de inclinação, como é representado na fig. 3 a tracejado e de forma exagerada. Por conseguinte o solo à volta da ancoragem cedeu, o que se pode verificar na linha característica 28 de acordo com a fig. 5b, quando a mesma na sua secção superior transita num desenvolvimento muito plano, isto é, com uma ligeira inclinação. Baseado no facto de que, aquando da supressão de carga sobre o poste, a respectiva linha característica de supressão de carga 29 não retrocede ao ponto zero em relação à sua deflexão de reposição, a secção superior muito plana da linha característica de carga 28 deve ser interpretada como uma falha da ancoragem 2. As funções f3 e f4 divergem por isso entre si.

As representações de acordo com as figs. 6a e 6b mostram os resultados de ensaio de um poste seguinte e da sua ancoragem. Os desenvolvimentos dos processos de ensaio no plano de ensaio comum também aqui são como descrito anteriormente em ligação com as figs. 4 e 5. Pode-se ver na fig. 6a que a linha característica de carga 30 tem primeiro um desenvolvimento previsto, mas transitando então para uma inclinação cada vez mais reduzida. A linha característica de supressão de carga 31 apresenta-se como uma linha recta com uma inclinação C2 constante. Também neste caso permanece uma deflexão residual S2. Portanto também aqui existe uma deslocação de inclinação da ancoragem 2 do poste, por acaso comparável com a representação na fig. 3, não apresentando o poste propriamente dito qualquer danificação.

No segundo processo de ensaio, no qual o poste foi exposto a uma carga de tracção para flexão, resulta o diagrama de acordo com a fig. 6b. A linha característica de carga 32 diverge essencialmente de uma linha recta, apresentando no início um desenvolvimento plano, o qual após um curto deslocamento de deflexão se transforma num desenvolvimento mais inclinado, voltando na secção superior novamente para um desenvolvimento mais plano, até ser atingida a máxima força de ensaio. Da subsequente supressão de carga do poste resultou novamente uma linha característica 33 em linha recta, a qual também não retorna ao ponto zero, deixando contudo ficar uma deflexão residual S4.

Pode-se observar que os desenvolvimentos das linhas características de supressão de carga 31 e 33 se sobrepõem de modo que a inclinação C2 corresponde à inclinação C4. Contudo as funções f1 e f3 divergem das respectivas funções f2 e f4. De ambas as representações de acordo com as figs. 6a e 6b pode-se concluir por seu lado que o poste em si não apresenta qualquer danificação, mas que, tanto no primeiro como no segundo processo de ensaio, o solo 3 cedeu em relação à ancoragem 2 do poste 1 e a ancoragem do poste não está em boas condições.



As representações de acordo com as figs. 7a e 7b mostram os resultados de ensaio de um outro poste e a sua ancoragem. Também estas representações têm como base os desenvolvimentos de ensaio anteriormente descritos. De acordo com a fig. 7a resulta uma linha característica de carga 34 em linha recta que decorre até à força máxima de ensaio. A linha característica de supressão de carga 35 sobrepõe-se à linha característica de carga 34, de modo que as funções f_3 e f_4 inclusive as suas inclinações são iguais. Ambas as linhas características têm o mesmo ponto zero. Assim o poste e a sua ancoragem não apresentam danos.

De acordo com a fig. 7b a linha característica de carga 36 também decorre em linha recta e a linha característica de supressão de carga 37 sobrepõe-se também com a sua respectiva linha característica de carga 36. Também neste caso ambas as linhas apresentam em todo o seu comprimento a mesma inclinação e adicionalmente o mesmo ponto zero.

No entanto em ambos os casos não se verificou nenhuma deflexão residual, mas as inclinações dos primeiros pares de linhas 34, 35 divergem das dos segundos pares de linhas 36, 37, apresentando o segundo par de linhas uma inclinação mais reduzida que o primeiro par de linhas. Em suma, pode-se concluir dos desenvolvimentos das linhas características de acordo com as figs. 7a e 7b que não houve uma deslocação da ancoragem 2 do poste, mas que o poste apresenta danos. Os danos, por exemplo uma fissura, são perceptíveis na menor inclinação do par de linhas 36, 37, porque o poste tem um comportamento mais elástico no caso de uma danificação.

O próximo caso de ensaio é representado nas figs. 8a e 8b. Também neste caso os processos de ensaio são efectuados como foram explicados no contexto das figs. 4 e 5. A fig. 8a mostra uma linha característica de carga 38 como sendo uma linha recta e uma linha característica de supressão de carga 39 também em linha recta. Os desenvolvimentos de ambas as linhas características são idênticos dado que as mesmas apresentam a mesma inclinação ao longo de todo o seu comprimento.

A fig. 8b mostra que a linha característica de carga 40 não apresenta um desenvolvimento em linha recta, mas diminuindo a sua inclinação com o aumento da força de ensaio. A respectiva linha característica de supressão de carga 41 por sua vez decorre como linha recta com uma inclinação C_4 constante, não retornando no entanto a linha característica de supressão de carga 41 ao ponto zero, permanecendo uma deflexão residual S_4 .



Uma comparação dos pares de linhas 38, 39 e 40, 41 mostra que além da deflexão residual S4 também existe uma inclinação diferente de C2 e C4, portanto uma inclinação diferente da linha característica de supressão de carga 39 e 41. Disto pode-se concluir que tanto o poste 1 está danificado, isto é com base na inclinação diferente de C2 e C4, como também existe um desvio por inclinação da ancoragem 2 no solo.

Finalmente ainda é representado o caso de ensaio nas figs. 9a e 9b. Também neste caso os processos de ensaio foram efectuados como descritos no contexto das figs. 4 e 5.

A fig. 9a mostra que a linha característica de carga 42 apresenta um desenvolvimento com uma curvatura unilateral, isto é com uma inclinação C1 a diminuir. A respectiva linha característica de supressão de carga 43 apresenta novamente um desenvolvimento em linha recta com uma inclinação C2 constante. A linha característica de supressão de carga 43 no entanto não retorna ao ponto zero, mas permanece uma deflexão residual S2. Isto significa que a ancoragem 2 do poste 1 cedeu.

A fig. 9b mostra que a linha característica de carga 44 também apresenta um desenvolvimento curvo, isto é no início com uma inclinação C3 plana, a qual depois aumenta para em seguida diminuir. A respectiva linha característica de supressão de carga 45 decorre novamente em linha recta e também não retorna ao ponto zero. Permanece uma deflexão residual S4 do poste, a qual é maior que a deflexão residual S2 verificada em primeiro lugar. Das diferentes deflexões residuais S2 e S4 resulta, que a inclinação C4 da linha característica de supressão de carga 45 tem uma maior inclinação que a linha característica de supressão de carga 43.

Dos resultados deste caso de ensaio resulta que o poste apresenta danos, por exemplo sob forma de fissura, e que em ambos os processos de ensaio existe um desvio por inclinação da ancoragem 2 do poste.

Particularmente em relação aos casos de ensaio de acordo com as figs. 7, 8 e 9 resulta que as inclinações C2 e C4 das funções f2 e f4 são exploradas de tal forma que há um poste sem danos quando a inclinação C2 for igual à inclinação C4, e que o poste se encontra danificado quando as inclinações C2 e C4 divergem uma da outra.

Além disso pode-se verificar em que lado o poste se encontra danificado, quando as inclinações C2 e C4 das respectivas linhas características de supressão de carga forem irregulares. Se a inclinação C2 (força de pressão) for menor que a inclinação C4 (força de



tracção), aplica-se a informação de que os danos se encontram naquele lado do poste, no qual actuou a força $F1$. Se a inclinação $C2$ for maior que $C4$, então os danos encontram-se naquele lado onde actuou a força $F3$.

Além disso é possível, aquando do ensaio do poste e da sua ancoragem, apurar somente os desenvolvimentos das funções $f2$ e $f4$, portanto os desenvolvimentos das linhas características de supressão de carga, sendo feita uma averiguação quanto a uma eventual danificação do poste e/ou de um desvio por inclinação dos sistema poste/ancoragem.

Finalmente, ainda é possível determinar o desenvolvimento linear das funções $f2$ e $f4$, portanto o desenvolvimento linear da linha característica de supressão de carga, por meio da medição de dois valores para respectivamente $F2$ e $S2$ ou seja para $F4$ e $S4$. Este tipo de procedimento facilita a averiguação da linha característica de supressão de carga.

No processo atrás descrito pode-se prescindir da existência de linhas características de referência. A averiguação e análise da linha característica de supressão de carga fornece uma informação suficientemente fiável de que o poste e/ou a sua ancoragem estejam danificados, sendo a danificação da ancoragem interpretada como alteração da sua posição no solo.

Nos exemplos do processo proposto anteriormente explicados é pressuposto que a força máxima de ensaio FP_{max} é sempre atingida. Se isto não for o caso, isto é, a actual força de ensaio existente e actuante conduzir a uma inclinação que se torna mais ou menos constantemente mais plana, particularmente no desenvolvimento superior da respectiva linha característica de carga, então mesmo assim em muitos casos é possível deduzir um ou outro tipo de danificação do poste propriamente dito. Nestes casos resultam nas linhas características de supressão de carga normalmente deflexões permanentes do poste, as quais, podem ser avaliadas em conjunto com os desenvolvimentos das linhas características de carga e seus valores de força terminal. Isto é explicado a seguir no contexto das figs. 10 - 13.

De acordo com a fig. 10a o poste a ser controlado é submetido em primeiro lugar à flexão por meio de uma força de pressão, isto é com uma força de aumento constante, de modo que se forma a linha característica de carga 50 pela função $f1$ representada a traço cheio. Pode-se verificar que a força de ensaio máxima FP_{max} não é atingida, mas que a linha 50 ainda antes se torna cada vez mais plana na sua inclinação, transitando na sua secção terminal numa curvatura. Este processo de ensaio é interrompido neste ponto e ocorre, com base na elasticidade ainda existente do poste, pela função $f2$ a linha característica de



supressão de carga 51 tracejada. Esta não retorna para o ponto zero mas permanece uma deflexão residual S2 permanente do poste, a qual pode ser lida por números ou símbolos no monitor e/ou ser documentada com a impressora.

De acordo com a fig. 10b, é agora efectuado o segundo processo de ensaio, pelo qual o poste, no mesmo plano, é submetido à flexão por meio de uma força de tracção. Também neste caso resulta uma linha característica de carga 52 pela função f3 representada com traço cheio, transitando esta linha antes de atingir a força máxima de ensaio FPmax novamente na secção superior para uma curvatura cada vez mais plana. Da supressão de carga que se segue resulta a linha característica 53 pela função f4 assinalada a tracejado. Também esta linha não retorna ao ponto zero, mas sim resulta uma deflexão S4 permanente do poste.

Uma comparação dos dois pares de linhas características destas figuras mostra que as linhas características de carga 50, 52 a partir do seu ponto zero sobem com uma inclinação constante em linha recta, curvando-se na sua secção terminal superior de forma plana igual ou aproximadamente igual, isto é com um valor final igual ou aproximadamente igual inferior à força máxima de ensaio. As linhas características de supressão de carga 51 e 53 têm igualmente o mesmo desenvolvimento, resultando deflexões do poste iguais ou aproximadamente iguais, as quais são ambas maiores que zero. O resultado destes dois processos de ensaio consiste no facto de que não existe um desvio por inclinação da ancoragem do poste, mas que o poste propriamente dito apresenta danos. Devido ao seu uso até à data, o poste foi danificado por um processo de corrosão, o qual se manifestou em ambos os processos de ensaio por se ter realizada uma plasticização do poste na zona do ponto de corrosão. As características essenciais para este efeito são que os danos do poste se verificam em ambos os processos de ensaio com força de ensaio momentânea igual ou aproximadamente igual, abaixo da força máxima de ensaio em ligação com a deflexão residual permanente.

Ambos os processos de ensaio nas figs. 11a e 11b revelam um tipo diferente de danificação do poste. Também neste caso ambos os processos de ensaio, primeiro a força de pressão, depois a força de tracção, são executados como anteriormente mencionado. Em primeiro lugar forma-se uma linha característica de carga 54 pela função f1, a qual termina na sua secção terminal superior com uma inclinação cada vez mais plana antes de atingir a força máxima de ensaio FPmax. A linha característica de supressão de carga 55 pela função f2, representada a tracejado, termina outra vez numa deflexão residual S2 permanente.



No segundo processo de ensaio de acordo com a fig. 11b resulta uma outra imagem do desenvolvimento do ensaio. Em primeiro lugar produz-se uma linha característica de carga 56 pela função f_3 , a qual, no entanto, decorre em linha recta e na qual é atingida a força máxima de ensaio F_{pmax} . Uma vez que com esta força o processo de ensaio é interrompido, tal como previsto, produz-se agora a linha característica de supressão de carga 57 pela função f_4 , a qual, neste caso, se cobre com a linha característica de carga 56, retornando assim para o ponto zero, significando isto que não se produz qualquer deflexão residual permanente do poste.

Embora no segundo processo de ensaio de acordo com a fig. 11b não fosse detectada qualquer danificação, isto é, nem no poste propriamente dito nem na sua ancoragem, a fig. 11a deixa concluir sem margens para dúvidas de que existe uma danificação no poste pois aqui também não se verifica um desvio da ancoragem do poste. Os danos resultantes destes processos de ensaio consistem numa fissura no poste que aumentou aquando do primeiro processo de ensaio, prolongando-se substancialmente, isto é, de tal modo que se pode verificar uma deflexão residual S_2 permanente. O desenvolvimento de ambas as linhas características 54 e 55, como forma de identificação de uma fissura existente no poste que já debilitou fortemente o poste, pode ser explicado pela fig. 11b. Como aqui o ensaio foi feito no sentido contrário e as duas metades da fissura foram pressionadas uma sobre a outra, o poste comportou-se no segundo processo de ensaio praticamente como um poste intacto. Portanto no processo de ensaio de acordo com a fig. 11 também não existe um desvio da ancoragem do poste mas apesar disso o poste apresenta uma danificação por fissura.

Pode-se depreender outro tipo adicional de danos nas figs. 12a e 12b. Aquando do primeiro processo de ensaio de acordo com a fig. 12a (força de pressão) resulta em primeiro lugar uma linha característica de carga 58 pela função f_1 , representada a traço cheio. Na sua zona terminal superior esta linha transita novamente para uma curvatura gradualmente mais plana, aquando de uma força de ensaio momentânea, a qual também se situa abaixo da força máxima de ensaio F_{Pmax} . O processo de ensaio é novamente interrompido para evitar danos adicionais do poste. A linha característica de supressão de carga 59 pela função f_2 então averiguada, retrocede em linha recta, mas não termina no ponto zero do sistema deslocamento - força, mas sim deixa uma deflexão residual S_2 permanente do poste. Resulta do segundo processo de ensaio no mesmo plano com uma força de ensaio em sentido contrário (força de tracção) em primeiro lugar uma linha característica de carga 60 pela função f_3 , a qual primeiro ascende em linha recta, transitando na sua zona terminal superior, antes de atingir a força máxima de ensaio, para uma curvatura gradualmente mais plana. O



processo de ensaio é interrompido, resultando uma linha característica de supressão de carga 61 pela função f_4 em retorno, que também não regressa ao ponto zero do sistema deslocamento - força, mas que produz uma deflexão residual S_4 permanente do poste.

Da comparação de ambos os pares de linhas características das figs. 12a e 12b resulta em primeiro lugar que os desenvolvimentos das linhas características de carga na sua zona superior são iguais ou essencialmente iguais, mas que no segundo processo de ensaio se atingiu uma força de ensaio momentânea mais elevada. De resto os pares de linhas características 58 a 61 têm essencialmente o mesmo desenvolvimento. A outra característica verificada consiste no facto de que ambas as linhas características de supressão de carga 59, 61 conduzem a deflexões residual permanentes do poste aquando da interrupção do ensaio. Estes resultados apontam para uma corrosão de fendimento devido à tensão ou uma corrosão intercrystalina do poste. Na zona da fissura, a qual se alargou ligeiramente durante o primeiro processo de ensaio, ocorreu uma corrosão durante o funcionamento do poste, a qual durante o segundo processo de ensaio contribuiu para a plasticização do poste na zona de corrosão, de modo que no segundo processo de ensaio teve de ser aplicada uma força de ensaio momentânea mais elevada. Nestes dois processos de ensaio não ocorreu um desvio da ancoragem do poste.

Um outro resultado de ensaio está representado nas figs. 13a e 13b. De acordo com a fig. 13a resulta em primeiro lugar uma linha característica de carga 62 pela função f_1 , representada a traço cheio. Esta linha 62 tem, por exemplo, desde o início, um desenvolvimento curvo que na sua zona terminal já se tornou relativamente plano, de modo que o processo de ensaio (pressão) com uma força de ensaio momentânea é interrompido abaixo da força máxima de ensaio FP_{max} . A linha característica de supressão de carga 63 que se segue no retorno e está representada a tracejado, decorre essencialmente de modo recta e resulta no final numa deflexão residual S_2 permanente. O segundo processo de ensaio que se segue no mesmo plano de ensaio, mas em sentido contrário (força de tracção), produz uma linha característica de carga, a qual primeiro ascende muito levemente, permanecendo num valor de força aproximadamente constante, podendo verificar-se uma deflexão do sistema poste/ancoragem sobre um determinado deslocamento. Em seguida resulta uma inclinação relativamente acentuada da linha característica de carga 64.

Aquando da ascensão da linha característica de carga 64 podem ocorrer diversas variantes desta linha. Na primeira variante esta linha decorre numa inclinação constante até à força máxima de ensaio FP_{max} . Resulta então uma linha característica de supressão de carga 65 em retrocesso, representada por uma linha traço dois pontos, a qual se sobrepõe com o



desenvolvimento da segunda secção da linha 64, assinalando portanto uma deflexão residual S4'. Uma comparação deste resultado com a deflexão residual S2 de acordo com a fig. 13a significa que, quando, no caso aqui apresentado, as deflexões são iguais ou aproximadamente iguais, não se pode verificar uma danificação do poste mas existe uma deslocação da ancoragem do poste. Este resultado mostra também que o próprio poste não sofreu qualquer plasticização.

Numa segunda variante a linha característica de carga 64 pode experimentar na sua zona terminal superior da sua segunda secção, antes de atingir uma força máxima de ensaio, por exemplo com uma força de ensaio F10 momentânea, uma curvatura gradualmente mais plana. Quando o processo de ensaio for interrompido imediatamente pode dar-se origem a uma linha característica de supressão de carga 66 de retrocesso, assinalada por uma linha a traço ponto, a qual também produz o valor da deflexão residual S4' anteriormente verificado. Neste caso existe um desvio da ancoragem do poste, apresentando o poste danos por fissura verificados no segundo ensaio, mas tendo o mesmo comportado-se de forma absolutamente elástica, dado que a linha característica de supressão de carga 66 retrocedeu para o ponto terminal inferior, a partir do qual deve ser considerado o início da secção de inclinação acentuada da linha característica de carga 64, como se pode ver na fig. 13b.

No segundo processo de ensaio resulta uma terceira variante quando a linha característica de carga 64, também na segunda secção em F11, antes de atingir a força máxima de ensaio, se tornar consideravelmente mais fraca. Resulta então uma linha característica de supressão de carga 67 de retrocesso, assinalada a tracejado, cuja extremidade inferior também conduz a uma deflexão residual S4. Esta deflexão residual é contudo maior que a deflexão residual S4' anteriormente verificada. Isto aponta para o facto de que além da deslocação da ancoragem do poste ainda se dá uma danificação do próprio poste sob forma de um prolongamento da fissura durante o ensaio. Nestes casos resulta uma deflexão residual S4, a qual é maior que a deflexão residual S2 verificada no primeiro processo de ensaio.

Uma quarta variante resulta do facto de que a carga de ensaio sobre o poste de acordo com a linha 62 até à força de ensaio F1 provocou que, além do desvio da ancoragem do poste, também ocorresse uma danificação no próprio poste, mas a qual, devido à deflexão residual S2, ainda não é perceptível com precisão. No segundo processo de ensaio de acordo com a fig. 13b resulta uma linha característica 64a, a qual no início decorre praticamente como a linha 64, ascendendo de forma acentuada após uma deflexão S3, continuando então a decorrer como por exemplo a linha 64. Como linha característica de supressão de carga

resulta a linha 67 com a deflexão residual S4. Como neste caso $S2 > S3$ e a força de ensaio F11 momentânea em ambos os processos de ensaio é igual ou aproximadamente igual, com um desenvolvimento global desigual principalmente das linhas características de carga, conclui-se que S3 é característico para o desvio da ancoragem do poste no primeiro processo de ensaio, enquanto que a diferença das deflexões $\Delta S = S2 - S3$ é típica para a deflexão permanente do poste devido a uma plasticização do poste causada por corrosão.

Caso se pretenda durante o ensaio eliminar a influência da ancoragem do poste, então o poste pode ser escorado na sua extremidade inferior, isto é, a zona terminal do poste contígua à ancoragem é ligada a um dispositivo mecânico e estabilizada por meio do mesmo, de modo que a ancoragem fica imobilizada. Assim apenas a deflexão por flexão do poste é abrangida pelas medições e avaliada. Também neste caso a respectiva linha característica de supressão de carga é comparada com a correspondente linha característica de carga, sendo avaliado o resultado da isenção de danos no poste. Finalmente ainda é de realçar que as deflexões que possam ocorrer no sistema poste/ancoragem também podem ser verificadas por meio de sensores angulares e processadas respectivamente na unidade de avaliação 9.

Lisboa, 24. JAN. 2001

Por MATHIAS ROCH e OLIVER ROCH

- O AGENTE OFICIAL -

O ADJUNTO



ENG.º ANTÓNIO JOÃO
DA CUNHA FERREIRA
Ag. Of. Pr. Ind.
Rua das Flores, 74 - 4.º
1200 LISBOA



REIVINDICAÇÕES

1. Processo para o ensaio da estabilidade de um poste ancorado verticalmente, no qual o poste é submetido a uma força $F1$ crescente aplicada acima da sua ancoragem, em que esta força e o valor $S1$, pelo qual o poste é inclinado lateralmente num sentido devido à actuação da força, são eventualmente registados, resultando numa função $f1 = F1 (S1)$ e no qual após conclusão do processo de carga o poste é submetido à supressão da carga, caracterizado por a força de reposição $F2$ decrescente do poste, aquando do processo de supressão de carga, ser registada em dependência da deflexão $S2$ lateral que se reduz com o movimento de reposição, pelo que resulta a função $f2 = F2 (S2)$ e que com base no desenvolvimento da função $f2$ e uma outra função ($f1$; $f4$) sejam tiradas conclusões acerca da resistência do poste e da sua ancoragem.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por,

a. os desenvolvimentos das funções $f1$ e $f2$ correspondentes entre si serem avaliados como critério para um poste e a sua ancoragem isentos de danos no plano de ensaio e

b. os desenvolvimentos destas funções não correspondentes entre si serem avaliados como critério para um desvio por inclinação do poste na zona da sua ancoragem ocorrido no processo de carga ou para uma danificação do poste e um desvio por inclinação da sua ancoragem.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por a força $F1$ ser aplicada de forma linear e crescente no poste e

a. por uma concordância das inclinações $C1$ e $C2$ e dos desenvolvimentos lineares das funções $f1$ e $f2$ aplicados ao mesmo ponto zero ser avaliada como critério para um poste isento de danos e

b. por o decurso de uma força de reposição $F2$, o qual não retorna ao ponto zero da força $F1$, ser avaliado como critério do mencionado desvio do poste.

4. Processo de acordo com as reivindicações 1 até 3, no qual o poste, após um primeiro processo de ensaio de acordo com uma das reivindicações 1 até 3, é submetido num segundo processo de ensaio a uma força $F3$, que actua no sentido contrário ao da força $F1$, sendo esta força bem como a deflexão $S3$ lateral que resulta no segundo processo de ensaio registadas, resultando numa função $f3 = F3 (S3)$, caracterizado por ser também incluída no segundo processo de ensaio uma supressão de carga do poste, sendo registadas a força de reposição $F4$ e a deflexão $S4$ decrescente do poste que resultam nesta supressão de carga, pelo que resulta uma função $f4 = F4 (S4)$ com uma inclinação $C4$, e por as seguintes relações



entre as funções serem avaliadas como as informações que se seguem, onde o “desvio por inclinação” significa uma alteração da posição do poste ou seja da ancoragem ao solo ou no solo,

Relação entre funções	Informação
$f1 \cong f2 \cong f3 \cong f4, C1 \cong C2 \cong C3 \cong C4$	sem danificação do poste e sem desvio por inclinação da sua ancoragem
$f1 \cong f2, f3 \neq f4, C2 \cong C4 \cong C1$	sem danificação do poste mas com desvio no segundo processo de ensaio
$f1 \neq f2, f2 \cong f4, f3 \neq f4, C2 = C4$	sem danificação do poste mas com desvio no primeiro e segundo processos de ensaio
$f1 \cong f2, f3 \cong f4, C2 \neq C4$	danificação do poste mas com desvio
$f1 \cong f2, f2 \neq f4, f3 \neq f4, C2 \neq C4$	Danificação do poste e desvio no segundo processo de ensaio e
$f1 \neq f2, f2 \neq f4, f3 \neq f4, C2 \neq C4$	Danificação do poste e desvio em ambos os processos de ensaio

5. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por as inclinações $C2$ e $C4$ das funções $f2$ e $f4$ serem avaliadas de tal forma que uma relação $C2 \cong C4$ é avaliada como a informação de um poste isento de danos e uma relação $C2 \neq C4$ é avaliada como a informação de um poste danificado.

6. Processo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por, na constatação da relação $C2 \neq C4$, ser avaliado aquele lado do poste onde se verificam os danos do mesmo, sendo a relação $C2 < C4$ interpretada como a informação de que os danos se situam naquele lado do poste no qual actuou a força $F1$, e uma relação $C2 > C4$ significa que existem danos no lado do poste onde se aplicou a força $F3$.

7. Processo de acordo com uma das reivindicações 4 até 6, caracterizado por apenas serem avaliados os desenvolvimentos das funções $f2$ e $f4$ e os mesmos serem explorados quanto a uma eventual danificação do poste e/ou de um desvio.

8. Processo de acordo com uma das reivindicações 4 até 7, caracterizado por ser determinado o desenvolvimento linear da função $f2$ ou $f4$ através da medição de pelo menos dois valores para respectivamente $F2$ e $S2$ ou seja $F4$ e $S4$.



9. Processo de acordo com a reivindicação 1, no qual o poste, após um primeiro processo de ensaio de acordo com uma das reivindicações 1 até 3, é submetido num segundo processo de ensaio a uma força $F3$ que actua no sentido contrário ao da força $F1$, sendo esta força bem como a deflexão $S3$ lateral resultantes do segundo processo de ensaio registadas, resultando numa função $f3 = F3 (S3)$, caracterizado por ser incluída também no segundo processo de ensaio uma supressão de carga do poste, sendo registadas a força de reposição $F4$ e a deflexão $S4$ decrescente do poste que resultam desta supressão de carga, pelo que resulta a função $f4 = F4 (S4)$; e por no primeiro e segundo processos de ensaio, no caso de não ser atingida a força máxima de ensaio (F_{pmax}), tanto o desenvolvimento, os valores finais das linhas características de carga (50, 52) como também as deflexões residuais ($S2$, $S4$) de linhas características de supressão de carga (51, 53) averiguadas, serem registados e explorados para a determinação de um tipo de danificação do poste.

10. Processo de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por os seguintes resultados serem explorados como as informações que se seguem, onde o “desvio por inclinação” significa uma alteração da posição do poste ou seja da ancoragem ao solo ou no solo:

Resultado	Informação
a) $S2 > 0$, $S4 > 0$ desenvolvimento das linhas características igual, os valores da força final são iguais	Sem desvio por inclinação, mas plasticização do poste em ambos os processos de ensaio
b) $S2 > 0$, $S4 = 0$ / $S2 = 0$, $S4 > 0$ desenvolvimento das linhas características desigual, F_{pmax} atingido num processo de ensaio	Sem desvio por inclinação, mas um prolongamento da fissura durante o ensaio
c) $S2 > 0$, $S4 > 0$ desenvolvimento da linha característica na parte superior desigual, valores da força final mais elevados no 2º processo de ensaio	Sem desvio por inclinação, corrosão de fendimento devido à tensão ou a uma corrosão intercristalina do poste



Resultado	Informação
d) $S2 = S4'$ um desenvolvimento desigual como um todo das linhas características, a 2ª linha de carga iniciando de forma muito plana e ascendendo de forma acentuada a partir de $S4'$ até F_{pmax}	Desvio por inclinação somente no 1º processo de ensaio, sem plasticização do poste
e) $S2 < S4$ um desenvolvimento desigual como um todo das linhas características de carga, a 2ª linha de carga iniciando de forma muito plana e ascendendo de forma acentuada a partir de $S4'$	Desvio por inclinação no 1º processo de ensaio, prolongamento da fissura no 2º processo de ensaio
f) $S2 > S3$ um desenvolvimento desigual como um todo das linhas característica de carga, a 2ª linha de carga iniciando de forma muito plana e ascendendo de forma muito acentuada a partir de $S3$, forças de ensaio iguais em ambos os processos de ensaio	Desvio por inclinação e plasticização do poste no 1º processo de ensaio

11. Dispositivo para o ensaio da estabilidade de postes ancorados verticalmente, com uma unidade de força com a qual possam ser aplicadas no poste, acima da sua ancoragem, forças de flexão F crescentes, detectáveis com um sensor de forças, para submeter o poste a binários de flexão e supressão da carga, e com um sensor a ser aplicado contra o poste, acima da sua ancoragem, para medir a deflexão S lateral ocorrida, derivada dos binários de flexão, em que os valores de medição realizados pelos sensores para a força F e a deflexão S podem ser processados simultaneamente numa unidade de avaliação quanto às suas funções $f = F(S)$ ou seja $f = S(F)$, isto é, de forma distinta pelos desenvolvimentos da função $f1$ para o primeiro caso de carga de flexão e $f2$ para pelo menos mais outro processo de ensaio, caracterizado por a unidade de avaliação (9) estar equipada com elementos (20) para a verificação de uma linha característica de supressão de carga (23) pertencente à linha característica de carga (22) analisada que corresponde à função $f1$, a qual representa uma função $f2$ dos valores de reposição ($F2$, $S2$) medidos pelos sensores (7, 8).

12. Dispositivo de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por a unidade de avaliação (9) estar provida de elementos (21) para a comparação dos desenvolvimentos das

funções f1 e f2 para a verificação de uma divergência de ambas as linhas características entre si como critério de danos do poste (1) e/ou da sua ancoragem (2).

13. Dispositivo de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado por as funções das linhas características de carga e das linhas características de supressão de carga poderem ser representadas de forma visual num monitor ligado à unidade de avaliação (9).

14. Dispositivo de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado por as funções das linhas características de carga e das linhas características de supressão de carga poderem ser documentadas por meio de uma impressora (12) ligada à unidade de avaliação (9).

Lisboa, 21. JUL. 2001

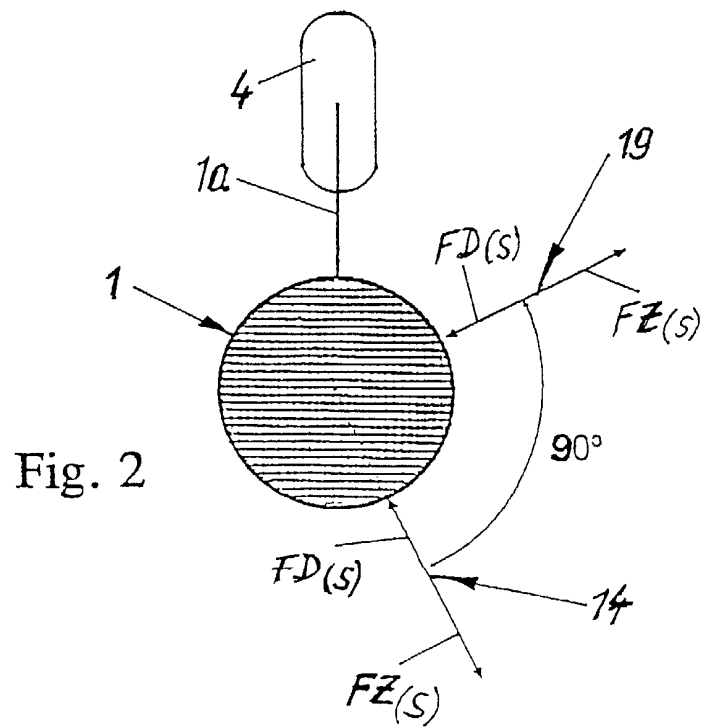
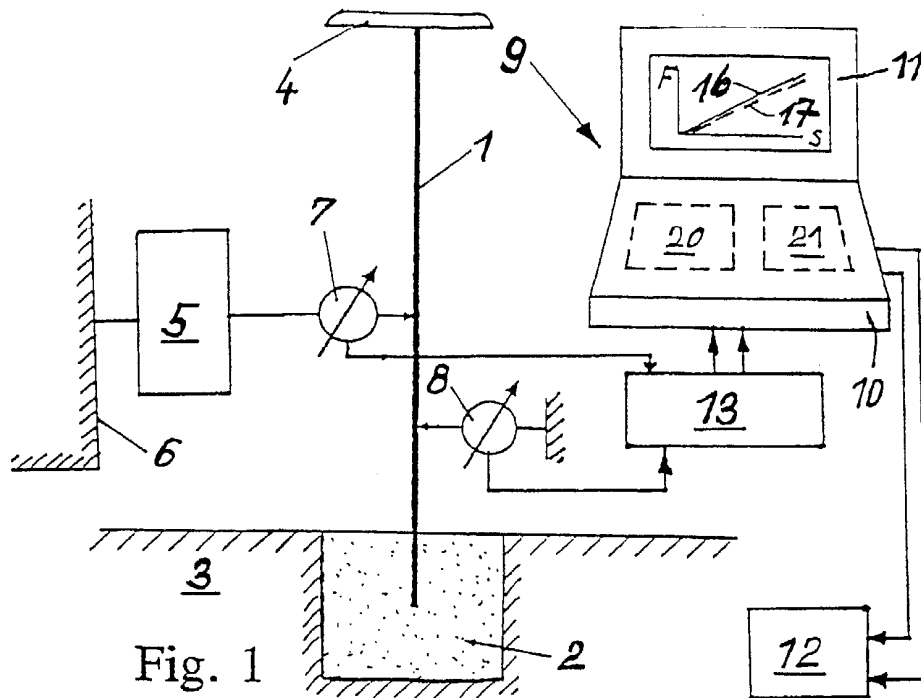
Por MATHIAS ROCH e OLIVER ROCH

- O AGENTE OFICIAL -

O ADJUNTO


**ENG.º ANTÓNIO JOÃO
DA CUNHA FERREIRA**
Ag. Of. Pr. Ind.
Rua das Flores, 74 - 4.º
1250 LISBOA

Handwritten signature



[Handwritten signature]

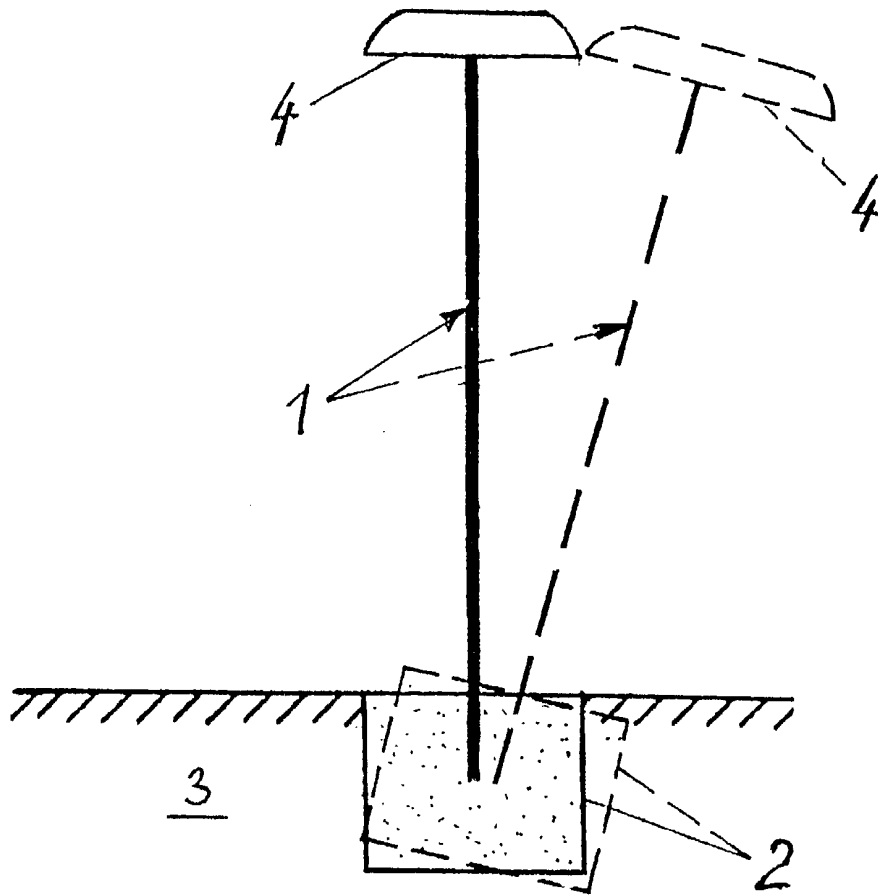
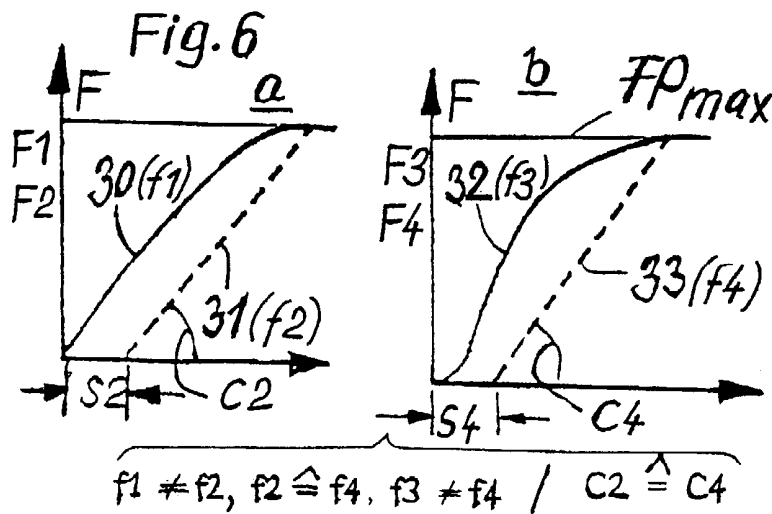
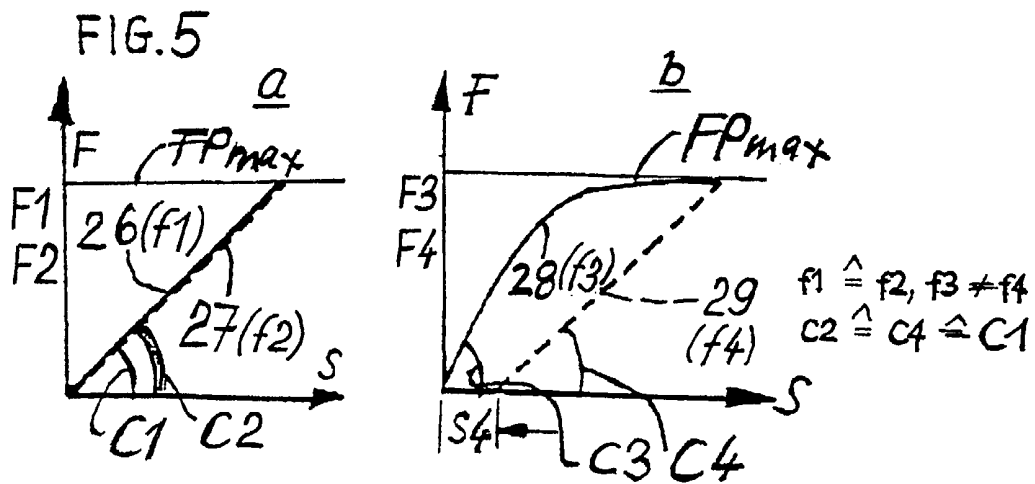
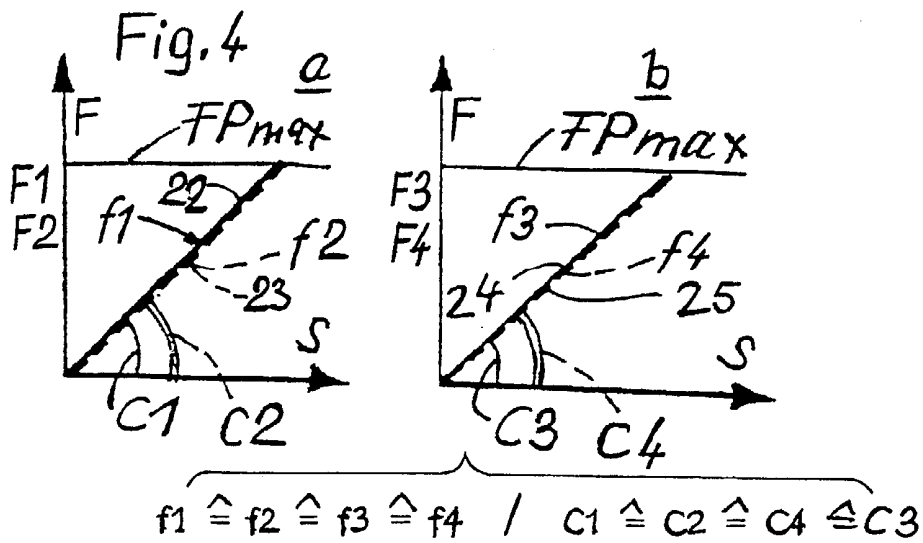
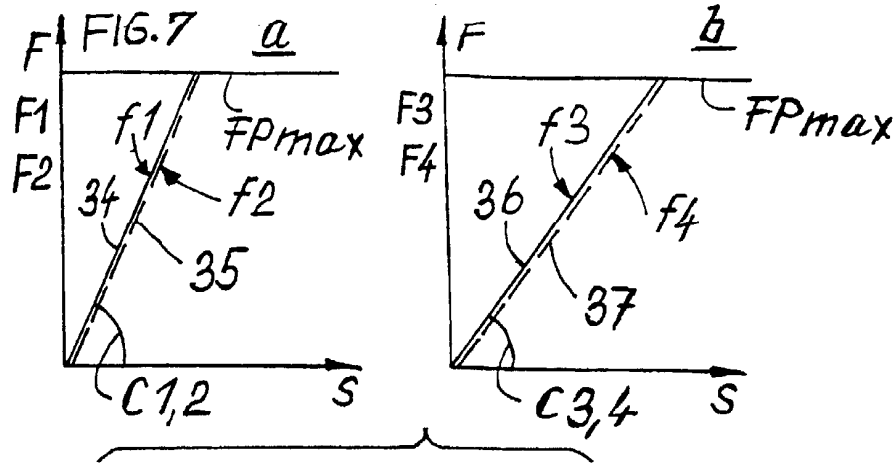


FIG. 3

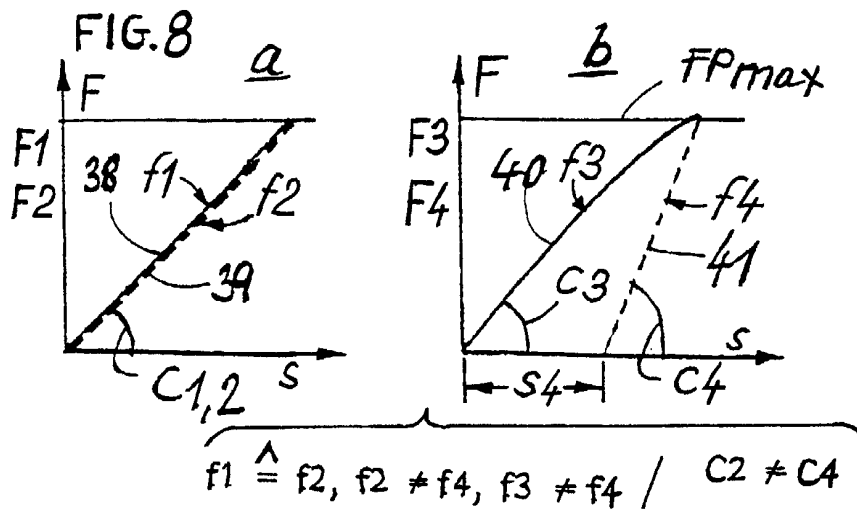
[Handwritten signature]



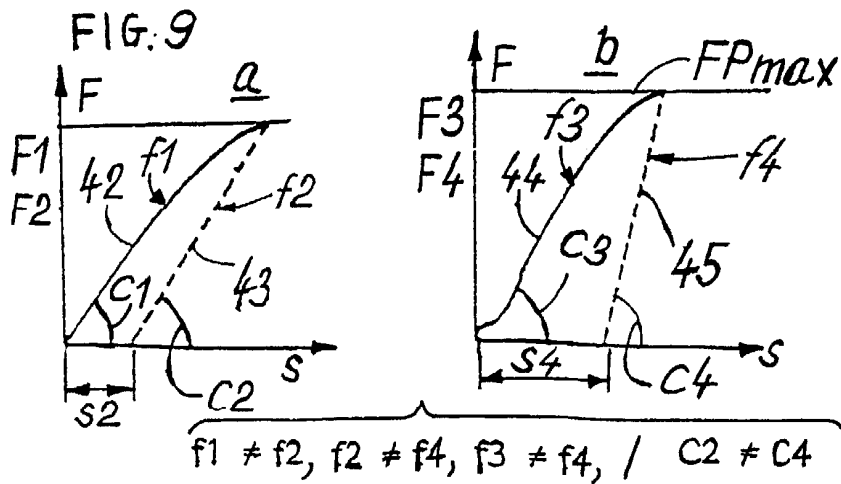
[Handwritten signature]



$$f1 \hat{=} f2, f3 \hat{=} f4 \quad / \quad C2 \neq C4$$

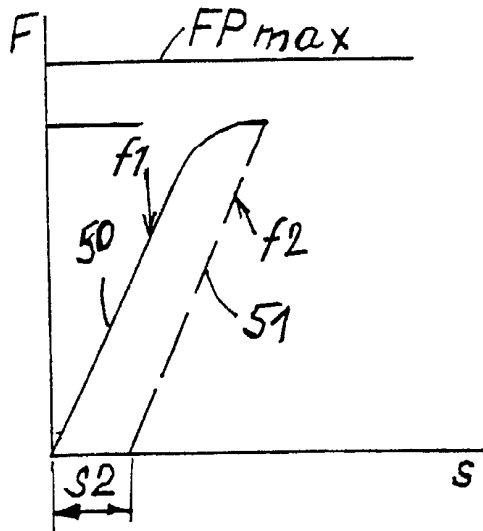


$$f1 \hat{=} f2, f2 \neq f4, f3 \neq f4 \quad / \quad C2 \neq C4$$



$$f1 \neq f2, f2 \neq f4, f3 \neq f4, \quad / \quad C2 \neq C4$$

Fig.10 a



b

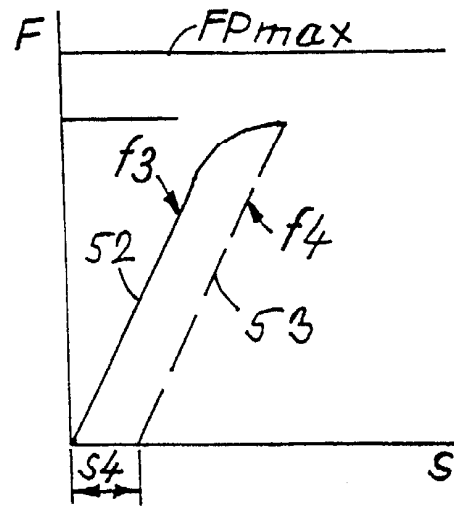
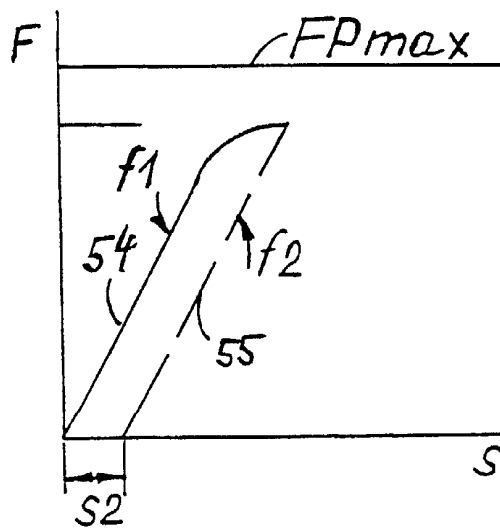
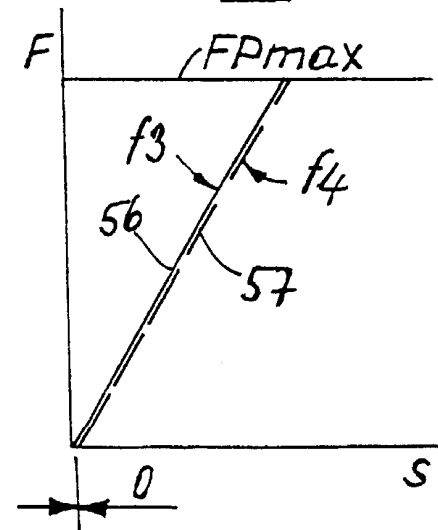


Fig.11 a

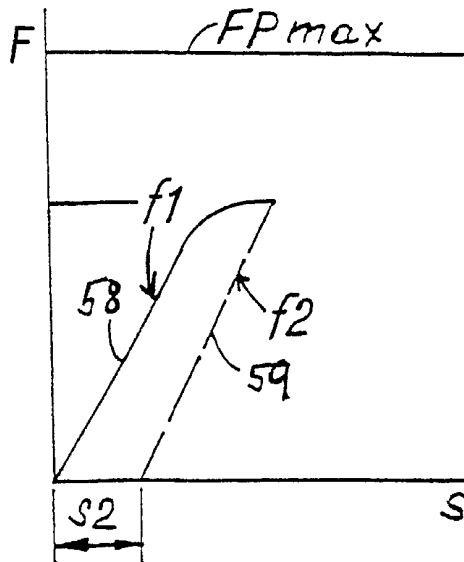


b



[Handwritten signature]

Fig. 12 a



b

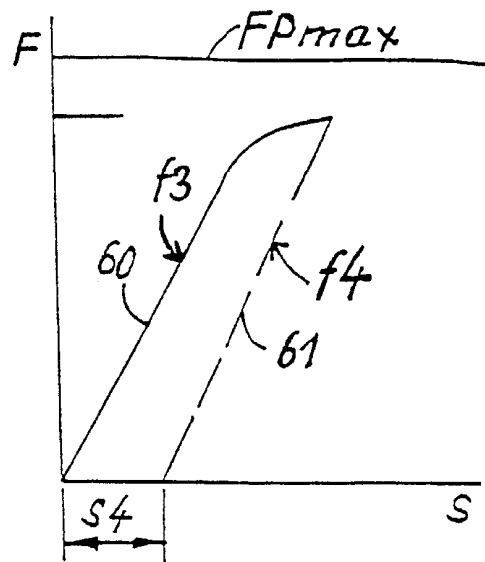
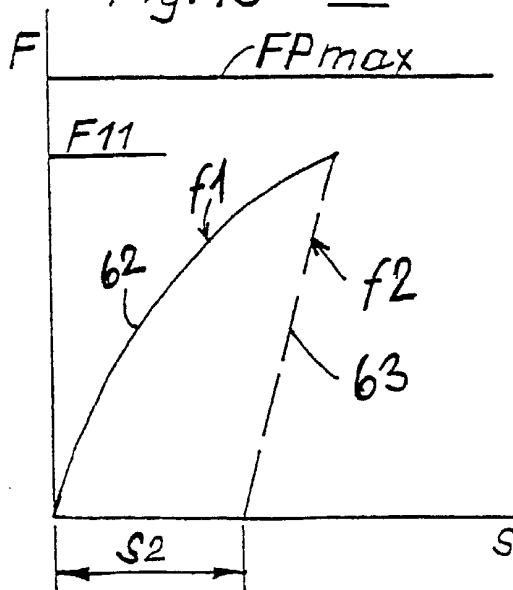


Fig. 13 a



b

