



(12) Patentskrift

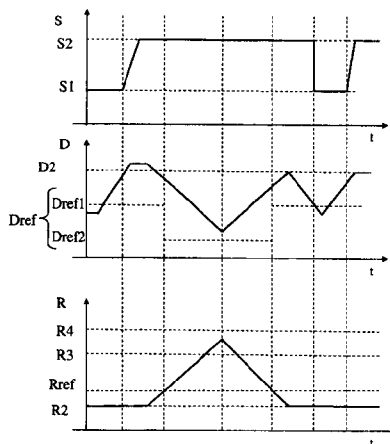
(10) SE 533 986 C2

(21) Patentansökningsnummer: 0802169-3
(45) Patent meddelat: 2011-03-22
(41) Ansökan allmänt tillgänglig: 2010-04-11
(22) Patentansökan inkom: 2008-10-10
(24) Löpdag: 2008-10-10
(83) Deposition av mikroorganism: ---
(30) Prioritetsuppgifter: ---

(51) Internationell klass:
E21B 44/00 (2006.01)
E21B 44/04 (2006.01)

- (73) Patenthavare: Atlas Copco Rock Drills AB, 701 91 Örebro SE
(72) Uppfinnare: Jonas Sinnerstad, Örebro SE
Magnus Olsson, Hallsberg SE
Marcus Leü, Fjugesta SE
(74) Ombud: Atlas Copco Rock Drills AB, Patent, 701 91 Örebro SE
(54) Benämning: Metod anordning och borrhigg samt datoriserat styrsystem för att styra en bergborrmaskin vid borrhning i berg
(56) Anförda publikationer: SE 0700884 A • WO 2006032733 A1
(47) Sammandrag:

En anordning och en metod för styrning av åtminstone en borrhparameter vid borrhning i berg med en borrhmaskin (14), innefattande en impulsallstrande anordning anordnad att med en genom ett stötvågsgenererande tryck alstrad slagkraft inducera stötvågor i ett mot berget verkande verktyg (18). Anordningen innefattar vidare en rotationsallstrande anordning anordnad att med en genom ett rotationstryck alstrad rotation avge ett rotationsmoment till stötorganet, och en trycksättbar dämpkammare (38) anordnad att genom rådande tryck i dämpkammaren åtminstone delvis reglera borrhmaskinens kontakt mot berget, varvid det stötvågsgenererande trycket regleras i beroende av trycket i nämnda dämpkammare. Anordningen innefattar ett styrsystem anordnat att: bestämma ett första parametervärde (P1) representerande dämptrycket (D), bestämma ett andra parametervärde (P2) representerande borrhkronans rotationstryck (R), bestämma en avvikelse (ΔR) mellan nämnda andra parametervärde och ett rotationstrycksreferensvärde (R_{ref}), bestämma ett dämptrycksreferensvärde ($D1$, D_{ref}) i beroende av nämnda avvikelse, reglera slagverkstrycket (S) baserat på en funktion av nämnda avvikelse och nämnda dämptrycksreferensvärde.



SAMMANDRAG

En anordning och en metod för styrning av åtminstone en borrarparameter vid borrarning i berg med en bormaskin (14),
 5 innefattande en impulsallstrande anordning anordnad att med en genom ett stötvågsgenererande tryck allstrad slagkraft inducera stötvågor i ett mot berget verkande verktyg (18). Anordningen innefattar vidare en rotationsallstrande anordning anordnad att med en genom ett rotationstryck
 10 allstrad rotation avge ett rotationsmoment till stötorganet, och en trycksättbar dämpkammare (38) anordnad att genom rådande tryck i dämpkammaren åtminstone delvis reglera bormaskinens kontakt mot berget, varvid det stötvågsgenererande trycket regleras i beroende av trycket
 15 i nämnda dämpkammare, Anordningen innefattar ett styrsystem anordnat att: bestämma ett första parametervärde (P1) representerande dämptrycket (D), bestämma ett andra parametervärde (P2) representerande borkronans rotationstryck (R), bestämma en avvikelse (ΔR)
 20 mellan nämnda andra parametervärde och ett rotationstrycksreferensvärde (R_{ref}), bestämma ett dämptrycksreferensvärde (D_1 , D_{ref}) i beroende av nämnda avvikelse, reglera slagverkstrycket (S) baserat på en funktion av nämnda avvikelse och nämnda
 25 dämptrycksreferensvärde.

(Fig. 5)

Metod anordning och borrhigg samt datoriserat styrsystem
för att styra en bergborrmaskin vid borrhning i berg

TEKNISKT OMRÅDE

- 5 Föreliggande uppfinning avser en metod enligt ingressen till patentkravet 1 och en anordning enligt ingressen till patentkravet 11 för styrning av borrarparametrar vid borrhning i berg. Uppfinningen avser även ett datoriserat styrsystem, som innefattar medel att utföra metoden.
- 10 Vidare innefattar uppfinningen en borrhigg inkluderande ett styrsystem enligt uppfinningen.

TEKNIKENS STÅNDPUNKT

- 15 Vid bergborrhning används ofta slående borrhning, där en, oftast hydrauliskt driven, slagkolv används för att med en med ett hydraultryck, slagverkstrycket, det stötvågs-genererande trycket alstrad slagkraft skapa en stötvåg, (energi) vilken transporteras via borrarstål (borrsträng)
- 20 till en borrar-krona och vidare till berget. Vid bergträffen pressas hårdmetallstift i den mot berget anliggande borrar-kronan in i berget, vilket genererar en så pass hög kraft att berget krossas. Det krossade berget, oftast benämnt borrar-kax, transporteras sedan ut ur borrhålet med
- 25 vatten eller lufttryck som leds genom ett hål i borrarstålet ner till borrar-kronan. För att hårdmetallstiften skall komma i kontakt med okrossat berg roteras borrarstålet, detta görs med hjälp av en växel och en hydraulmotor.
- 30 Under borrhning är det viktigt att borrar-kronan har så bra kontakt med berget som möjligt, och av denna anledning trycks bormaskinen mot berget. Bormaskinen kan t.ex. vara fäst vid en släde, vilken i sin tur löper längs ett till en bärare såsom ett fordon fäst bärarorgan, såsom en
- 35 matarbalk. Bormaskinen och släden drivs mot berget, längs matarbalken med, en hydraulisk cylinder, definierad som matarcylin-der och därmed trycks borrar-kronan mot berget. Ett alternativt sätt att driva bormaskinen framåt är att

använda en så kallad kedjematare, där matarcylin-
 dern är ersatt med en kugghjulsförsedd hydraulmotor som är
 monterad längst bak på mataren. Med hjälp av en kedja, som
 är fäst i släden, och ett kugghjul längst fram på mataren
 5 för släden med bormaskinen framåt och bakåt. Det
 hydraultryck som går till matarcylin-
 dern respektive hydraulmotorn på kedjemataren är i denna text definierad
 som matningstryck.

- 10 Olika bergarter är olika svåra att borra i beroende på
 vilka mineraler de består av och vilken struktur bergarten
 har. Allmänt gäller att en ökning av borrhastigheten
 (borrsjunkningen) utgör en indikation på att berget blir
 mjukare. Detta förhållande utnyttjas exempelvis i
 15 dokumentet EP1102917B1 där beskrivs hur slagverkstrycket
 kontrolleras proportionellt mot matningstrycket, så att
 slagverkstrycket reduceras till en startborrningsnivå när
 bormaskinen kommer in i ett område med mjukare berg där
 mindre slagverksenergi behövs för avverkning av berg.
 20 Denna reglering kan dock leda till en produktionsminskning
 om regleringen ställs in med för hög känslighet för att
 uppnå en lång livslängd.

- Det är också betydelsefullt att bibehålla en bra kontakt
 25 med berget under dessa svåra bergförhållanden, speciellt
 vid borrhning med hög slagkraft. Därför har ett dämpsystem
 anordnat att tillse att en god bergkontakt bibehålls
 utvecklats. Borrkronans anliggningstryck mot berget
 påverkas därmed via matningstrycket via en i dämpsystemet
 30 anordnad dämpkolv, vilken är anordnad att med ett
 hydraultryck (dämptryck) alstra en dämpkraft i
 dämpsystemet. Vid borrhning trycks dämpkolven mot
 borrhstålet, och därmed borrhstålet mot berget, genom
 trycksättning av en mot dämpkolven verkande tryckkammare.
 35 Dämpkolven är vanligtvis så anordnad, att om dämpkolven
 kommer för långt fram, dvs. området framför borrhstålet är
 så pass mjukt att slagkolvens slag får borrhstålet, och
 därmed dämpkolven, att röra sig framåt och förbi ett

normalläge öppnas, helt eller delvis, ett utlopp för nämnda tryckkammare, varvid en trycksänkning i tryckkammaren uppstår. Dämpsystemet skyddar även bormaskinen genom att dämpa slagimpulsreflexer från
5 berget.

Problem som kan uppkomma i samband med borrning är exempelvis hålavvikelse eller hålkrökning. Hålavvikelsen uppstår exempelvis pga. inriktningsfel av borrstålet vid
10 påhugg, skedet då ett nytt hål påbörjas, och kan oftast avhjälpas av operatören. Hålkrökningen, dvs. att hålet kröker av och får en kurvformig istället för en önskad rätlinjig utsträckning, är svårare för operatören att hantera. Det kan finnas flera orsaker till att hålkrökning
15 uppstår exempelvis att kronan når ett parti med omväxlande hårdare och mjukare bergtyper med ett delningsplan som ligger snett mot borrhningsriktningen. Hålkrökning kan även uppkomma då det förekommer sprickbildningar i berget samt direkta hålrum som kan vara fyllda med vatten eller lera
20 vilket försvårar en kontinuerlig bergkontakt. Andra orsaker till hålkrökning kan vara att borrhkronan inte är ordentligt slipad och/eller i kombination med att borrhstålslängden har nått sin knäcklängd.

25 Ytterligare problem som kan uppstå vid borrning vid dålig bergkontakt är att borrhsträngens borrhstål som vanligen är sammanfogade med gängförband riskerar att gängas upp, så att gängförbanden upphör att vara åtdragna under pågående borrning. Detta medför att det kan uppkomma skador på
30 kontaktytor mellan han- och hon-gänga, exempelvis så kan kontaktytorna punktvis svetsas samman av friktionsvärmen, varvid en brottanvisning uppstår på gängorna, vilket kan medföra att borrhstålen kan gå av.

35 Det existerar således ett behov av en förbättrad metod och anordning för styrning av borrhparametrar som åtminstone lindrar problem med den kända tekniken.

REDOGÖRELSE FÖR UPPFINNINGEN

Ett första ändamål med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla en metod för styrning av åtminstone en
 5 borrarparameter som löser ovanstående problem.

Lösningen är en metod som har de karaktäriserande kännetecknen i krav 1.

- 10 En sådan metod för styrning av åtminstone en borrarparameter vid borrar i berg med en bormaskin, innefattande en impulsallstrande anordning anordnad att med en genom ett slagverkstryck allstrad slagkraft inducera stötvågor i ett mot berget verkande verktyg,
- 15 en rotationsallstrande anordning anordnad att med en genom ett rotationstryck allstrad rotation avge ett rotationsmoment till stötorganet, och en trycksättbar dämpkammare anordnad att genom ett dämptryck i dämpkammaren åtminstone delvis reglera
- 20 bormaskinens kontakt mot berget, innefattar att
 - bestämma ett första parametervärde representerande dämptrycket,
 - bestämma ett andra parametervärde representerande borkronans rotationstryck,
 - 25 -bestämma en avvikelse mellan nämnda andra parametervärde och ett rotationstrycksreferensvärde,
 - bestämma ett dämptrycksreferensvärde i beroende av nämnda avvikelse,
 - reglera slagverkstrycket baserat på en funktion av
 - 30 nämnda första parametervärde och nämnda dämptrycksreferensvärde.

Detta har fördelen att genom att reglera slagverkstrycket som funktion av rotationstrycket och trycket i en
 35 dämpkammare kan det i varje läge säkerställas att ett korrekt slagverkstryck i förhållande till dämptrycket och rotationen används.

Detta uppnås genom att om rotationstrycket ligger på en hög nivå där matningstrycket reduceras skall även detta tillåtna förhållande mellan dämptrycket och slagverkstrycket korrigeras på ett lämpligt sätt.

5

Enligt en utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen regleras slagverkstrycket på så sätt att det reflekterar förändringar i nämnda rotationstryck. Enligt en föredragen utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen inkluderar
10 metoden vidare steget att reglera slagverkstrycket under ett slagverkstrycksreferensvärde när det första parametervärdet är mindre än ett dämptrycksreferensvärde och det andra parametervärdet är större än ett rotations-
trycksreferensvärde. Enligt en föredragen utföringsmetod
15 är slagverkstrycksreferensvärdet ett börvärde för slagverkstrycket.

Genom att övervaka rotationstrycket och kombinera detta med en reglering av slagverkstrycket baserat på
20 dämptrycket och är det möjligt att få en känsligare funktion så att risken för hålkrökning minskas men möjliggör också att en produktivitetsminskning undviks vid hålavvikelse pga. sänkt slagverkstryck. När det höga rotationstrycket reducerar reglernivån för dämptrycket
25 kommer förhållandet mellan matningstryck och slagverkstrycket att minskas. Detta kommer att ge en ökad möjlighet att hantera situationen när borrhkronan kommer till ett delningsplan, framför allt när berget går från mjukt till hårt. När rotationstrycket har en högre nivå än vad som
30 anses som normalt är det ganska liten risk att gängorna på borrstålen går upp även bergkontakten inte är fullgod. Detta gör att ett högre slagverkstryck kan godkännas. Funktionen bidrar även till att rakare hål kan erhållas då man borrar i sprucket berg. Riktningen på borrhkronan kan
35 bättre bibehållas då ett högre slagverkstryck används vid sprick borrhning.

Föreliggande uppfinning har ett flertal fördelar. T.ex. ökas livslängden på borrhonor, borrhåll (borrsträng) och nackadapter. Denna fördel uppnås genom att de skadliga reflexerna minskas eftersom skarpare reglernivåer kan
5 sättas och slagverkstrycket regleras i beroende av rotationstrycket samt vilken bergkontakt kronan har. En ytterligare fördel är att skador på gängförbanden minskar. En annan fördel med föreliggande uppfinning är att ett betydligt mera följsamt system erhålls.

10

Enligt en utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen varvid metoden inkluderar steget att reglera slagverkstrycket så att det hålls oförändrat när det första
15 parametervärdet är mindre än ett dämptrycksreferensvärde och det andra parametervärdet är större än ett rotationstrycksreferensvärde.

20

Enligt en utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen innefattar metoden vidare steget att ett slagverkstrycksgränsvärde sätts i beroende av nämnda
funktion och att slagverkstrycket regleras i beroende av slagverkstrycksgränsvärdet.

25

Enligt en utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen bestäms rotationstrycket kontinuerligt och/eller med vissa
intervall genom avkänning, övervakning, uppmätning eller beräkning. Genom att bestämma nämnda tryck kontinuerligt är det möjligt att göra en kontinuerlig reglering av systemtrycket. Genom att bestämma nämnda tryck med vissa
30 intervall uppnås fördelen att regleringen blir mindre känsligt för små fluktuationer.

35

Enligt en utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen utförs regleringen med hjälp av ett matematiskt samband mellan dämptryck, rotationstryck och slagverkstryck
och/eller, uppslagning i en förutbestämd tabell.

Enligt en utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen
utgörs funktionen av någon, eller en kombination av några,
ur gruppen: proportionell relering, integrerande
reglering, deriverande reglering mot nämnda avvikelser
5 och/eller nämnda dämptrycksreferensvärde.

Enligt en utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen
varvid metoden även innefattar att nämnda
slagverkstryckökning regleras på så sätt att
10 slagverkstryckökningen per tidsenhet hålls under ett
tröskelvärde.

Enligt en utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen
varvid den rotationsalstrande anordningen innefattar en
15 rotationsmotor och det andra parametervärdet är ett
medelvärde baserat på åtminstone en rotationscykel för
rotationsmotorn.

Enligt en utföringsmetod av en metod enligt uppfinningen
20 varvid metoden även innefattar att nämnda impulsalstrande
organ är rörligt fram och åter längs en matarbalk reglerat
av ett matningstryck, och att nämnda matningstryck
regleras i beroende av rotationstrycket.

25 Ett andra syfte med föreliggande uppfinning är att
tillhandahålla en anordning för styrning av åtminstone en
borrparameter som löser ovanstående problem.

Lösningen är en anordning som har de karaktäriserande
30 kännetecknen i krav 11.

En sådan anordning för styrning av åtminstone en
borrparameter vid borrar i berg med en bormaskin,
innefattar en impulsalstrande anordning anordnad att med
en genom ett slagverkstryck alstrad slagkraft inducera
35 stötvågor i ett mot berget verkande verktyg, en
rotationsalstrande anordning anordnad att med en genom ett
rotationstryck alstrad rotation avge ett rotationsmoment
till stötorganet,

en trycksättbar dämpkammare anordnad att genom rådande tryck i dämpkammaren åtminstone delvis reglera borrar-maskinens kontakt mot berget, varvid det slagverkstrycket regleras i beroende av trycket i nämnda
5 dämpkammare, och ett styrsystem anordnat att styra borrar-maskinens rörelse, varvid anordningen innefattar organ anordnade att utföra metoderna i enlighet med något av kraven 1-10.

- 10 En dylik anordning, besitter fördelar motsvarande de ovan beskrivna.

Uppfinningen omfattar även ett datoriserat styrsystem som innefattar medel att utföra en metod att styra av
15 åtminstone en borrarparameter vid borrar-ning i berg, i enlighet med någon av metoderna i kraven 1-10.

Uppfinningen omfattar vidare ett datorprogram direkt nedladdningsbart i en dators internminne, vilket program
20 innefattar programkod för att kontrollera en metod enligt någon av metoderna i kraven 1-10.

Uppfinningen omfattar även ett datorläsbart medium med ett inspelat datorprogram, vilket datorprogram är designat att
25 få en dator att utföra stegen i enlighet med metoden i något av kraven 1-10.

Uppfinningen omfattar dessutom en borrar-igg innefattande ett datoriserat styrsystem enligt krav 11.

30

Fördelaktiga vidareutvecklingar av uppfinningen framgår av nedanstående beskrivning och patentkrav.

FIGURBESKRIVNING

35

Uppfinningen skall närmare förklaras genom beskrivning av utföringsexempel under hänvisning till bifogade ritningar, i vilka

figur 1 visar schematiskt på en borrhigg utrustad med en anordning enligt föreliggande uppfinning,
figur 2 visar en flytdämpare enligt känd teknik,
figur 3 visar ett exempel på reglering av dämp- och slagverkstryck som en funktion av tiden,
figur 4 visar ett exempel på reglering av matningstryck som funktion av rotationstryck,
figur 5 visar ett exempel på reglering av slagverkstryck, enligt en exempelutföringsform av föreliggande uppfinning,
figur 6 visar ett exempel på en detalj av ett styrsystem enligt uppfinningen
och figur 7 visar ett exempel på en display för reglering av slagverkstryck enligt figur 5.

15 BESKRIVNING AV UTFÖRINGSEXEMPEL

Följande beskrivning beskriver en underjordsrigg, men uppfinningen kan även appliceras på en ovanjordsrigg.

20 I figur 1 visas en bergborrningsrigg 10 för tunnel-drivning, malmbrytning eller installation av bergförstärkningsbultar vid t.ex. tunneldrivning eller gruvdrift. Borrhiggen 10 inkluderar en bom 11, vars ena ände 11a är ledbart fäst vid en bärare 12, såsom ett
25 fordon, via ett eller flera ledorgan och vid vars andra ände 11b är anordnad en matare 13 som uppbär en impulsälstrande anordning i form av en bormaskin 14. Bormaskinen 14 är förskjutbar längs mataren 13, och genererar stötvågor som via en borrsträng 15 och en
30 borkkrona 18 överförs till berget 17. Riggen 10 innefattar vidare en styrenhet 16 vilken kan användas vid styrning av borrparametrar enligt föreliggande uppfinning och enligt vad som kommer att beskrivas nedan. Styrenheten 16 kan användas för att övervaka position, riktning och borrar
35 avstånd etc. med avseende på bormaskin och bärare. Styrenheten innefattar en mikroprocessor, eller en processor innefattande en centralprocessor (CPU) eller en fältprogrammerbar integrerad krets (FPGA) eller halv-

ledarenhet innefattande programmerbara logikkomponenter och programmerbara kommunikationsenheter som reglerar borrar-maskinens funktioner med styrfunktioner och utför stegen enligt metoden enligt någon aspekt av uppfinningen.

5 Detta utförs med hjälp av ett eller flera datorprogram, som är lagrade åtminstone delvis i ett minne som är åtkomligt för styrenheten. Styrenheten 16 kan även användas för styrning av förflyttning av riggen 10, även om en separat styrenhet naturligtvis kan användas för
10 detta.

Borrar-maskinen 14 innefattar på ett i och för sig känt sätt en rotationsanordning (ej visad) anordnad att rotera borrar-strängen 15 under borrar-ningen. Rotationsanordningen innefattar en rotationsmotor som drivs hydrauliskt genom
15 ett rotationsvätskeflöde som emanerar från en första ledning 22. Trycket i ledningen 22 är rotationstrycket som uppmäts med en första trycksensor 24. Styrenheten 16 tar emot signaler från den första trycksensorn 24 och övervakar och registrerar därmed trycket i den första
20 ledningen 22. Rotationstrycket uppmäts kontinuerligt och/eller med vissa intervall genom avkänning, övervakning, uppmätning eller beräkning. Trycksensorn 24 kan även, i en annan utföringsform ej visad, mäta rotationstrycket i rotationsmotorn.

25 Borrar-maskinen 14 drivs framåt med en matningskraft av en matningsmotor (ej visad) som drivs hydrauliskt genom ett matningsflöde som emanerar från en andra pump 26 genom en andra ledning 28. Trycket i matarledningen 28 är matningstrycket som uppmäts med en andra trycksensor 30.

30 Styrenheten 16 tar emot signaler från trycksensorn 30 och övervakar och registrerar därmed trycket i den andra ledningen 28. Bergborrens position och hastighet bestäms med hjälp av en positionssensor (ej visad) på mataren (13) ansluten till styrsystemet 16. Den hastighet som
35 borrar-maskinen och släden har under den tid då det inte pågår någon borrar-ning benämns här matningshastighet. Den hastighet som borrar-maskinen och släden har under borrar-ning benämns här borrar-sjunkning.

Genom en slagverksmekanism (ej visad) inuti borrar-maskinen överförs slagpulser till borrarsträngen (borrstålet) och därifrån vidare till berget genom att slagverksmekanismen slår mot en adapter (ej visad) fäst i borrarsträngen 15 distalt borrhkronan. Slagverksmekanism drivs med ett slagverkstryck (stötvågsgenererande tryck).

Borrar-maskinen innefattar vidare ett dämparsystem. Borrarsträngen 15 matas mot berget via en dämpkolv (ej visad), anordnad i dämparsystemet. Förutom nämnda funktion att trycka borrarsträngen mot berget har dämpkolven även en dämpande funktion.

Figur 2 visar dämparsystemet mer i detalj. Borrarsträngen 15 matas mot berget via en dämpkolv 34, en flytdämpare i detta fall, anordnad i dämparsystemet. Borrarsträngen matas mot berget via en hylsa 37 med hjälp av dämpkolven 34 varvid dämparen 34 slår mot adaptern 35. I drift överförs en med ett hydraultryck i en trycksättbar dämpkammare 38 bestämd kraft till adaptern 35 via dämpkolven 34 och hylsa 37, där nämnda kraft används för att säkerställa att borrhkronan hela tiden hålls tryckt mot berget. Dämpkolven är vidare så anordnad att om den förskjuts i borrar-ningsriktningen i förhållande till ett normalläge, t.ex. till ett nytt läge, vilket t.ex. kan vara fallet om borrhkronan når ett hålrum, eller om en hårdare bergart övergår i en lösare bergart, i vilka fall slagkolvens slag slår iväg borrarsträngen, åstadkoms en trycksänkning i dämpkammaren 38.

Hydraultrycket i dämpkammaren 38 är dämptrycket som uppmäts med en tredje trycksensor, ej visad. Styrenheten 16 tar emot signaler från den tredje trycksensorn och övervakar och registrerar därmed dämptrycket. Genom att mäta dämptrycket (alternativt kan dämptrycket i dämpkammaren representeras av ett tryck som uppmäts/bestäms i eller vid en tryckmatningsledning till dämpkammaren 38) kan styrenheten 16 bestämma i vilken grad borrhkronan har kontakt med berget, samt även dämpkolvens position relativt normalpositionen.

I en annan utföringsform, ej visad, kan även en dämpkammare innefattande två dämpkammare utnyttjas.

Hydraultrycket i, eller i en matningsledning till,
 5 dämpkammaren 38 utnyttjas som en första styrfunktion för en reglering av slagverkstrycket som en funktion av dämptrycket och tiden med syfte att uppnå bra bergkontakt. Figur 3 visar ett exempel på en sådan reglering. Den första styrfunktionen innefattar att reducera
 10 slagverkstrycket när dämptrycket sjunker, vilket medför att nackadaptorn har trycks fram och bergkontakten är dålig, och öka slagverkstrycket när dämptryck är högt och när bergkontakten bedöms vara god. Den första styrfunktionen utnyttjas möjliggör därmed att kontrollerat
 15 växla mellan olika dämptrycksnivåer.

I styrsystemet finns ett antal gränsvärden för dämptrycket D definierade: ett första dämptryck D1, motsvarande dämptrycket vid ett lågt slagverkstryck, ett andra dämptryck D2 motsvarande dämptrycket vid ett högt
 20 slagverkstryck.

Grundprincipen för den första styrfunktionen är en reglering av slagverkstrycket som en funktion av dämptrycket när dämptrycket befinner sig, mellan de två dämptrycksnivåerna det första dämptrycket D1 och det andra
 25 dämptrycket D2. Det första dämptrycket D1 kan exempelvis utgöras av en nivå där slagverkstrycket är reducerat till startborrningsnivå, med syfte att utrustningen inte ska ta skada om bergskontakten går förlorad eftersom stötvågsimpulsen då inte överförs till berget utan studsar
 30 tillbaka inom bormaskinen. Det andra dämptrycket D2 kan exempelvis utgöras av ett tryck vid vilket bergkontakten anses vara god, och ett högt slagverkstryck därför kan godtas eftersom risken att skada utrustningen är mindre eftersom stötvågsimpulsen därvid överförs på ett effektivt
 35 sätt.

Slagverket är i detta fall reglerat så att det kan vara aktiverat då dämptrycket befinner sig i intervallet lågt dämptryck D1 till högt dämptryck D2. I figur 3 visas hur

slagverkstrycket hålls på en påhuggs- (startborrnings-) nivå S1 vid borrningens start och så länge som dämptrycket understiger den högre nivån D2. När dämptrycket vid en tidpunkt T1 överstiger trycknivån D2 ökas slagverkstrycket till normalborrningsstrycket S2, där slagverkstrycket sedan bibehålls så länge som dämptrycket inte understiger den lägre första dämptrycksnivån D1. Vid en senare tidpunkt T3 understiger dämptrycket trycknivån D1 och därmed sänks slagverkstrycket till startborrningsnivån S1. Sänkningen sker som en stegfunktion i detta fall men även andra funktioner kan utnyttjas i andra utföringsformer såsom exempelvis en proportionell funktion eller en rampfunktion.

I samband med borrning så finns det trots regleringen med den ovanstående första styrfunktionen en risk att man borrar fast. Fastborrnning medför att det antingen är svårt att få loss borrhålet så att borrhålet måste kvarlämnas i borrhålet från berget vilket i sig förorsakar en produktionsminskning. Om en borrhålet måste kvarlämnas uppstår dessutom problemet förutom kostnaden för själva stangen och borrhålet även svårigheter i samband med lastningen. Dessutom finns risken att den kvarvarande borrhålet skall störa fortsatt borrning eller bearbetningen av borrhålet efteråt när detta krossas eftersom borrhålet innefattar hårdare material som hårdmetall som kan förstöra utrustningen. Ofta när borrhålet är på väg att fastna så ökar rotationstrycket R till rotationsmotorn eftersom det då krävs ett högre moment för att driva runt borrhålet. Därför har såsom visas i figur 4 en andra styrfunktion implementerats i styrsystemet. Den andra styrfunktionen reglerar matningstrycket som en funktion i beroende av rotationstrycket R. I figur 4 beskriver den horisontella axeln rotationstrycket och den vertikala axeln beskriver matningstrycket. Matningstrycket till matarmotorn/matarcyklindern är i detta fall direkt proportionellt mot matningskraften.

I styrsystemet finns ett antal rotationstryck definierade, såsom två ändlägen för rotationstrycket: ett lägsta rotationstryck R1, ett börvärde för rotationstrycket R2, ett gränsvärde för rotationstrycket R3 efter fastborrning, 5 vilket rotationstryck som är större än börvärdet R2, samt ett högsta tillåtna rotationstryck R4. Det lägsta rotationstrycket R1 motsvarar tomgång för rotationsmotorn, när bormaskinen är aktiverad men obelastad. Börvärdet för rotationstryck R2 motsvarar ett antaget rotationstryck för 10 aktuell bergtyp, vilket motsvarar att gängförbanden på borrsträngen håller ihop. Det högsta tillåtna rotationstrycket R4 är definierat som ett tryck alldeles före det tryck som motsvarar att gängförbanden dras åt så mycket att de inte längre kan lossas. Om det högsta 15 tillåtna rotationstrycket R4 uppnås aktiverar styrsystemet en fastborrningsskyddsfunktion. Fastborrningsskyddsfunktionen backar bormaskinen till dess att rotationsstrycket understiger rotationstrycket efter fastborrning R3. Motsvarande matningstryck är: ett matningstryck vid 20 fastborrning M1, ett gränsvärde för matningstryck M2, samt ett börvärde för matningstryck vid normalborrning M3.

I figur 4 startar bormaskinen med tomgångsrotationstrycket R1 och så länge normal borrning utförs understiger rotationstrycket börvärdet för rotationstrycket R2. I 25 figuren och i styrsystemet motsvarar intervallet mellan tomgångsrotationstrycket R1 och börvärdet för rotationsstrycket R2 matningstrycket vid normalborrning M3. Om bormaskinen av någon anledning börjar borra fast ökar rotationstrycket såsom ovan nämnts. Om rotationstrycket 30 därvid passerar börvärdet för rotationstrycket R2 är styrsystemet anordnat att minska matningstrycket till gränsvärdet för matningstrycket M2. I detta fall sker minskningen av matningstrycket proportionellt mot rotationstrycket, men minskningen av matningstrycket kan 35 även ske enligt andra matematiska funktioner.

Trycknivån för gränsvärdet för matningstryck M2 är vanligen fastställd till en nivå där friktionen precis övervinns och bormaskinen börjar röra sig. Syftet är att vid denna

nivå minska bergkontakten något för borrhkronan och därmed minska risken att bormaskinen fastnar och att gängförbanden blir för hårt åtdragna så att de ej kan lossas. Om rotationstrycket trots detta fortsätta att stiga till det högsta tillåtna rotationstrycket R4 kommer styrsystemet att aktivera fastborrningsskyddsfunktionen och sänka matningstrycket till matningstrycket vid fastborrning M1, i detta fall som en stegfunktion. Under förloppet fram till att fastborrningsskyddet aktiveras är flödet konstant och därmed är matningstrycket konstant på nivån för gränsvärdet för matningstrycket M. När fastborrningsskyddet därefter aktiveras regleras matningstrycket så att borrhslåden matas bakåt till dess att rotationstrycket understiger rotationstrycket efter fastborrning R3.

Det finns olika utföringsformer för funktionen för reglering av matningstrycket i beroende av rotationsstrycket för olika riggtyper såsom ovan- eller underjordsriggar. Regleringen kan exempelvis utföras enligt en matematisk modell såsom proportionell, deriverande, integrerande reglering eller någon annan känd reglering.

När ovan beskrivna första och andra styrfunktioner kombineras så kan följande situation uppstå: Styrsystemet avläser ett ökande rotationstryck R, vilket medför att när rotationstrycket ökat över börvärdet för rotationstrycket R2 så minskar systemet matningstrycket M med den andra styrfunktionen. Eftersom matningstrycket M minskar orsakar detta att bergkontakten försämras vilket medför att dämptrycket D minskas och i beroende av detta minskar styrsystemet med den första styrfunktionen slagverkstrycket S.

Denna situation får till följd att det minskade matningstrycket M visserligen medverkar till att minska risken för att borrhstålet knäcks men om borrhkronan däremot träffar ett delningsplan mellan olika bergtyper kan det uppstå en risk för hålkrökning eftersom förhållandet

mellan matningstryck och slagverkstrycket är konstant, eftersom båda är reducerade. En annan följd att detta är också om inte systemet lyckas att rätta upp hålet så finns risken den sista delen av hålet kommer att borraras med
5 påhuggslagverk, vilket kraftigt minskar borrsjunkningen och därmed produktiviteten.

Föreliggande uppfinning kommer nu att beskrivas mer i detalj med hänvisning till figur 5 som ett exempel på
10 reglering av slagverkstrycket, enligt en utföringsform av uppfinningen som har till syfte att öka borrsjunkningen och produktiviteten. I figur 5 visas en metod där slagverkstrycket regleras i beroende av rotationstryck och dämptryck. I figuren visas tre kurvor representerande
15 slagverkstryck S, dämpningstryck D och rotationstryck R i beroende av en gemensam tidsaxel.

I styrsystemet finns förutom de fördefinierade gränsvärden för rotationstrycket som nämnts i beskrivningen till figur 4 ett rotationstrycksreferensvärde R_{ref} definierat mellan
20 ändlägena för rotationsborrning R_1 och R_4 .

För dämpningstrycket finns förutom de gränsvärden för dämptrycket som definierats i beskrivningen till figur 3 ett tredje gränsvärde för dämptrycket, ett dämptrycksreferensvärde D_{ref} definierat, vilket dämptryck är lägre
25 än det första dämptrycket D_1 .

För slagverkstrycket finns som ovan nämnts i beskrivningen till figur 3 två nivåer för slagverkstrycket definierade i styrsystemet: slagverkstrycket vid påhugg S_1 och, slagverkstrycket vid normalborrningstryck S_2 .

30 Metoden innefattar att ett första parametervärde P_1 representerande dämptrycket D bestäms. Dessutom bestäms ett andra parametervärde P_2 representerande borrkronans rotationstryck R .

Därefter bestäms en avvikelse ΔR mellan nämnda andra parametervärde och ett rotationstrycksreferensvärde R_{ref} , därefter bestäms ett dämptrycksreferensvärde D_{ref} i
35 beroende av nämnda avvikelse ΔR .

Slagverkstrycket regleras baserat därmed på en funktion $G(\Delta R, D_{ref})$ av nämnda dämptrycksreferensvärde D_{ref} .

Borrningen i exemplet beskrivet i figur 5 börjar vid tiden T_{00} och startar med ett slagverkstryck S_1 för påhugg,
 5 dämptrycksreferensvärdet D_1 och börvärdet för rotations-
 trycket R_2 . Under tiden visad i intervallet mellan T_{00} och
 T_{11} motsvaras kurvan av regleringen med den första
 styrfunktionen visad i figur 3 mellan tidpunkterna T_0 och
 T_1 . Detta intervall motsvarar normalborrning vilket
 10 innebär att rotationstrycket ligger under eller på
 börvärdet av rotationstryck R_2 . I detta fall har villkoren
 för reglering enligt förevarande metod ännu inte
 uppfyllts.

15 Dock om rotationstrycket R stiger så att börvärdet för
 rotationstryck R_2 överskrids börjar styrsystemet reducera
 matningstrycket M , i enlighet med den andra styrfunktionen
 visad i figur 4. Detta förorsakar samtidigt att
 dämptrycket D sjunker orsakad av att bergkontakten därvid
 20 blir sämre.

Om rotationstrycket är större än rotationstrycks-
 referensvärde R_{ref} såsom visas vid tidpunkt T_{12} i figur 5
 är också ett av villkoren för att aktivera den beskrivna
 metoden uppfyllt. Styrsystemet reglerar därmed
 25 slagverkstrycket baserat på följande metod:

Styrsystemet bestämmer ett första parametervärde P_1
 representerande dämptrycket D , samt ett andra
 parametervärde P_2 representerande borrkronans
 rotationstryck R . Därefter bestämmer styrsystemet en
 30 avvikelse ΔR mellan nämnda andra parametervärde P_2 och ett
 rotationstrycksreferensvärde R_{ref} för att efter det
 bestämma ett dämptrycksreferensvärde D_{ref} i beroende av
 nämnda avvikelse ΔR . Därefter regleras slagverkstrycket
 baserat på en funktion av nämnda avvikelse och det första
 35 parametervärdet P_1 .

I den visade utföringsformen innebär detta att när
 rotationstrycksreferensvärde R_{ref} uppnåtts ändras
 villkoren vid reglering av slagverstrycket och dämp-

trycksreferensvärdet D_{ref} utnyttjas som reglernivå istället för gränsnivån motsvarande det första dämptrycksvärdet D_1 som beskrivs i figur 3. Detta innebär att när rotationstrycket R stiger exempelvis pga.

5 fastborrning och matningstrycket börjar reduceras i beroende därav så kommer styrsystemet att hålla kvar slagverkstrycket på nivån för normalborrningstrycket S_2 istället för att sänka slagverkstrycket till påhuggstrycket S_1 . När rotationstrycket åter sjunker under

10 nivån för rotationstrycksreferensvärde R_{ref} , se punkt T14 i figur 5, så uppfylls inte längre villkoren för metoden och den första styrfunktionen reglerar återigen slagverkstrycket som beskrivet i figur 3.

Om borrkronan vidare träffar ett hålrum eller parti med

15 löst berg så att dämptrycket minskar utan att rotationstrycket samtidigt ökar kommer styrsystemet att reducera slagverkstrycket redan på reglernivån dämptrycket för lågt slagvärde D_1 se T15 i figur 5. Slagverkstrycket regleras på så sätt att det reflekterar förändringar i

20 dämningstrycket.

Slagverkstrycket regleras väsentligen på så sätt att det reflekterar förändringar i nämnda rotationstryck. När rotationstrycket överstiger R_{ref} skiftar reglernivån för dämptrycket D från D_1 till D_{ref} . Rotationstrycket kan

25 bestämmas kontinuerligt och/eller med vissa intervall genom avkänning, övervakning, uppmätning eller beräkning.

Ovan har föreliggande uppfinning exemplifierats med en linjärreglering. Exempelvis kan slagverkstrycket vara reglerat som en funktion av rotationstryck och dämptryck

30 varvid nämnda funktion utgörs av någon, eller en kombination av några, ur gruppen: proportionell reglering, deriverande reglering, integrerande reglering mot nämnda avvikelse och/eller nämnda dämptrycksreferensvärde eller en kombination därav. Metoden kan även utföras med hjälp

35 av ett matematiskt samband mellan dämptryck, rotationstryck och slagverkstryck och/eller, uppslagning i en förutbestämd tabell.

Slagverkstryckökning kan även regleras på så sätt att slagverkstryckökningen per tidsenhet hålls under ett tröskelvärde.

5 I en ytterligare utföringsform sätts ett slagverkstrycksgränsvärde i beroende av rotationstryck och dämptryck och slagverkstrycket regleras mot detta slagverkstrycksgränsvärde.

Att tillåta ett slagverkstryck S som är högre än
10 normalbörningstrycket S_2 har fördelen att börning i t.ex. fall där lager med betydligt hårdare berg ligger insprängda i det borrarade berget kan underlättas.

I en ytterligare utföringsfunktion begränsas slagverkstrycket om det första parametervärdet understiger
15 dämptrycksreferensvärdet D_{ref} .

Slagverkstrycket begränsas dessutom om det första parametervärdet understiger dämpsystemets tomgångstryck.

20 I ännu en utföringsform regleras slagverkstrycket att överstiga ett slagverkstrycksreferensvärde när det första parametervärdet P_1 är mindre än ett dämptrycksreferensvärde och det andra parametervärdet är större än ett rotationstrycksreferensvärde. Slagverkstrycksreferensvärdet är exempelvis ett börvärde för
25 slagverkstrycket beräknat såsom ett matematiskt samband eller taget ur en tabell.

I en ytterligare utföringsform regleras slagverkstrycket
30 så att det bibehålls väsentligen kontinuerligt oförändrat när det första parametervärdet är mindre än ett dämptrycksreferensvärde och det andra parametervärdet är större än ett rotationstrycksreferensvärde.

35 I figur 6 en anordning 100 såsom en detalj av styrsystemet (16) för reglering av slagverkstryck enligt figur 5.

Anordningen innefattar ett första organ 110 som påförs signaler från den första trycksensorn 24 som mäter rotationstrycket. Det första organet 110 är anordnat att bestämma ett andra parametervärde P_2 representerande rotationstrycket R . Anordningen innefattar vidare ett andre organ 120 som påförs signaler från den tredje trycksensorn som mäter dämptrycket. Det andra organet 120 är anordnat att bestämma ett första parametervärde P_1 representerande dämptrycket D . Det andra parametervärdet och ett rotationstrycksreferensvärde R_{ref} påförs ett tredje organ 130 anordnat att bestämma en avvikelse ΔR mellan det andra parametervärdet R_2 och rotationstrycksreferensvärdet R_{ref} . Avvikelsen ΔR påförs ett fjärde organ 140 anordnat att bestämma ett dämptrycksreferensvärde D_{ref} i beroende av nämnda avvikelse. Dämptrycksreferensvärde D_{ref} och det första parametervärdet P_1 påförs därefter ett femte organ 150 anordnat att reglera slagverkstrycket S baserat på en funktion av nämnda dämptrycksreferensvärde och det första parametervärdet P_1 .

Figur 7 visar ett exempel på en display för reglering av slagverkstryck enligt figur 5 med en manometer vardera för rotations-, slagverks- och dämptrycket.

Under normalborrning dvs. att rotationstrycket och dämptrycket ligger i de streckade fälten i manometrarna. Vilket inne bär att rotationstrycket ligger under börvärde rotationstryck R_2 och dämptrycket ligger över nivån dämptrycket, högt dämptryck D_2 . I detta fall kommer förevarande uppfinning inte att påverka systemet.

Under de förhållandena att rotationstrycket stiger inom det rutade området så har styrsystemet med den andra styrfunktionen börjat reducera matningstrycket. Detta orsakar att dämptrycket sjunker eftersom bergkontakten inte är lika bra och kommer dämptrycket under nivån under det första dämptrycket blir följderna blir att slagverkstrycket reduceras.

Uppfinningen är inte begränsad till de visade utföringsexemplen utan fackmannen kan givetvis modifiera den på ett flertal sätt inom ramen för den av patentkraven definierade uppfinningen.

NYA PATENTKRAV

1. En metod för styrning av åtminstone en borrarparameter vid borrarning i berg med en bormaskin (14),

5 innefattande en impulsallstrande anordning anordnad att med en genom ett slagverkstryck allstrad slagkraft inducera stötvågor i ett mot berget verkande verktyg (18),

en rotationsallstrande anordning anordnad att med en genom ett rotationstryck allstrad rotation avge ett
10 rotationsmoment till stötorganet,

och en trycksättbar dämpkammare (38) anordnad att genom ett dämptryck i dämpkammaren åtminstone delvis reglera bormaskinens kontakt mot berget,

kännetecknad av att

15 -bestämma ett första parametervärde (P1) representerande dämptrycket (D),

-bestämma ett andra parametervärde (P2) representerande borkronans rotationstryck (R),

20 -bestämma en avvikelse (ΔR) mellan nämnda andra parametervärde och ett rotationstrycksreferensvärde (Rref),

- behålla eller skifta ett dämptrycksreferensvärde (D1,Dref) i beroende av nämnda avvikelse,

25 - reglera slagverkstrycket (S) baserat på en funktion av nämnda första parametervärde (P1) och nämnda dämptrycksreferensvärde.

2. Metod enligt krav 1, varvid rotationstrycket (R) kontinuerligt och/eller med vissa intervall bestäms genom
30 avkänning, övervakning, uppmätning eller beräkning.

3. Metoden enligt något av patentkraven 1-2, varvid metoden vidare innefattar steget att ett slagverkstrycksgränsvärde (S2) sätts i beroende av nämnda
35 funktion och att slagverkstrycket (S) regleras mot nämnda slagverkstrycksgränsvärde (S2).

4. Metod enligt något av patentkraven 1-3, varvid nämnda funktion utgörs av någon, eller en kombination av några, ur gruppen: proportionell reglering, deriverande reglering, integrerande reglering mot nämnda avvikelse
5 (ΔR) och/eller nämnda dämptrycksreferensvärde (D_{ref}) eller en kombination därav.

5. Metoden enligt något av patentkraven 1-4, varvid regleringen utförs med hjälp av ett matematiskt samband
10 mellan dämptryck, rotationstryck och slagverkstryck och/eller, uppslagning i en förutbestämd tabell.

6. Metod enligt något av patentkraven 1-5, vidare inkluderande steget att reglera slagverkstrycket under
15 normalborrningstrycket (S_2) när det första parametervärdet (P_1) är mindre än dämptrycksreferensvärdet (D_{ref}) och det andra parametervärdet (P_2) är större än rotationstrycksreferensvärdet (R_{ref}).

20 7. Metod enligt något av patentkraven 1-6, vidare inkluderande steget att reglera slagverkstrycket (S) mot normalborrningstrycket (S_2) när det första parametervärdet (P_1) är större än dämptrycksreferensvärdet (D_{ref}) och det andra parametervärdet (P_2) är större än
25 rotationstrycksreferensvärdet (R_{ref}).

8. Metoden enligt något av föregående patentkrav, varvid metoden även innefattar att nämnda slagverkstryckökning regleras på så sätt att slagverkstryckökningen per
30 tidsenhet hålls under ett tröskelvärde.

9. Metoden enligt något av patentkraven 1-8, varvid den rotationsalstrande anordningen innefattar en rotationsmotor och det andra parametervärdet är ett
35 medelvärde baserat på åtminstone en rotationscykel för rotationsmotorn.

10. Metoden enligt något av kraven 1-9, varvid metoden även innefattar att nämnda impulsallstrande organ är rörligt fram och åter längs en matare (13) reglerat av ett matningstryck (M), och att nämnda matningstryck regleras i
5 beroende av rotationstrycket (R).

11. Anordning för styrning av åtminstone en borrarparameter vid borrarning i berg med en borrarmaskin (14), innefattande en impulsallstrande anordning anordnad att med
10 en genom ett slagverkstryck allstrad slagkraft inducera stötvågor i ett mot berget verkande verktyg (18), en rotationsallstrande anordning anordnad att med en genom ett rotationstryck allstrad rotation avge ett rotationsmoment till stötorganet,
15 en trycksättbar dämpkammare (38) anordnad att genom rådande tryck i dämpkammaren åtminstone delvis reglera borrarmaskinens kontakt mot berget, varvid det slagverkstrycket regleras i beroende av trycket i nämnda dämpkammare, och ett styrsystem (16) anordnat att
20 styra borrarmaskinens rörelse,
kä n n e t e c k n a d a v att anordningen innefattar organ anordnade att utföra metoderna i enlighet med något av kraven 1-10.

25 12. Ett datoriserat styrsystem som innefattar medel att utföra en metod att styra av åtminstone en borrarparameter vid borrarning i berg, i enlighet med någon av metoderna i kraven 1-10.

30 13. Ett datorprogram direkt nedladdningsbart i en dators internminne, vilket program innefattar programkod för att kontrollera en metod enligt någon av metoderna i kraven 1-10.

35 14. Ett datorläsbart medium med ett inspelat datorprogram, vilket datorprogram är designat att få en dator att utföra stegen i enlighet med metoden i något av kraven 1-10.

15. En borrhigg (10) innefattande ett datoriserat styrsystem enligt krav 12.

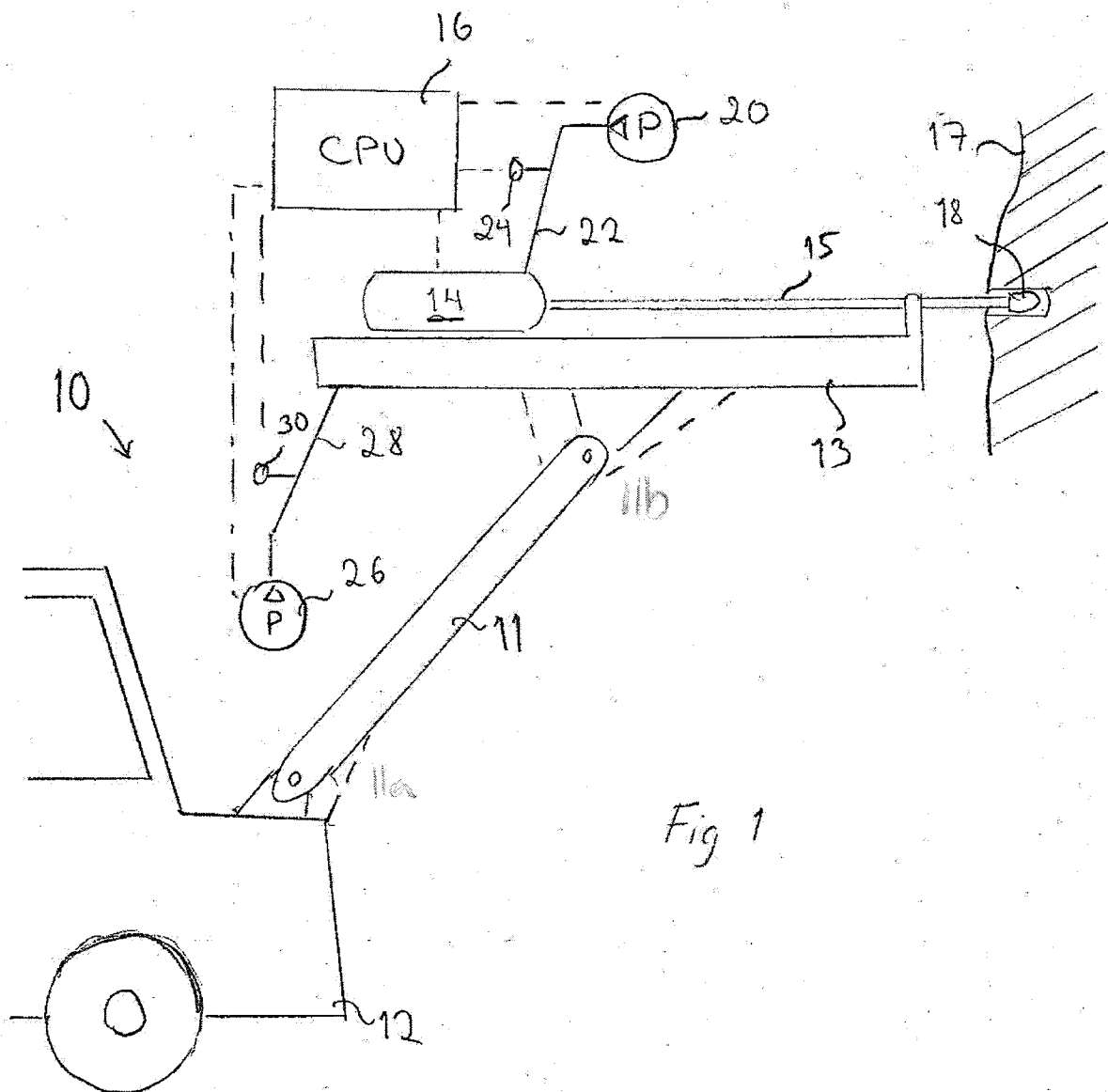


Fig 1

2/5

14

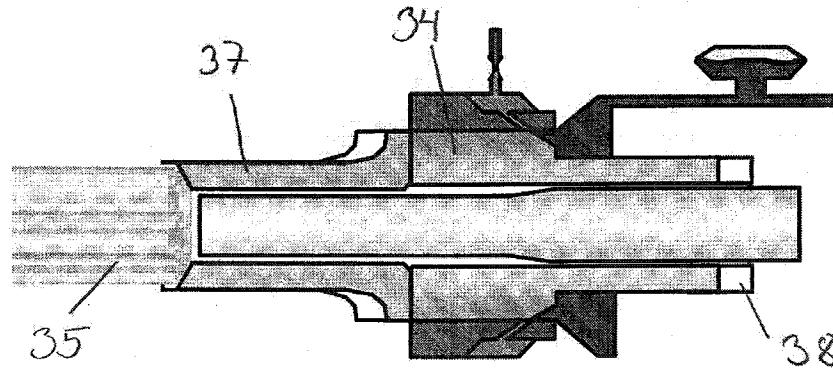


Fig. 2

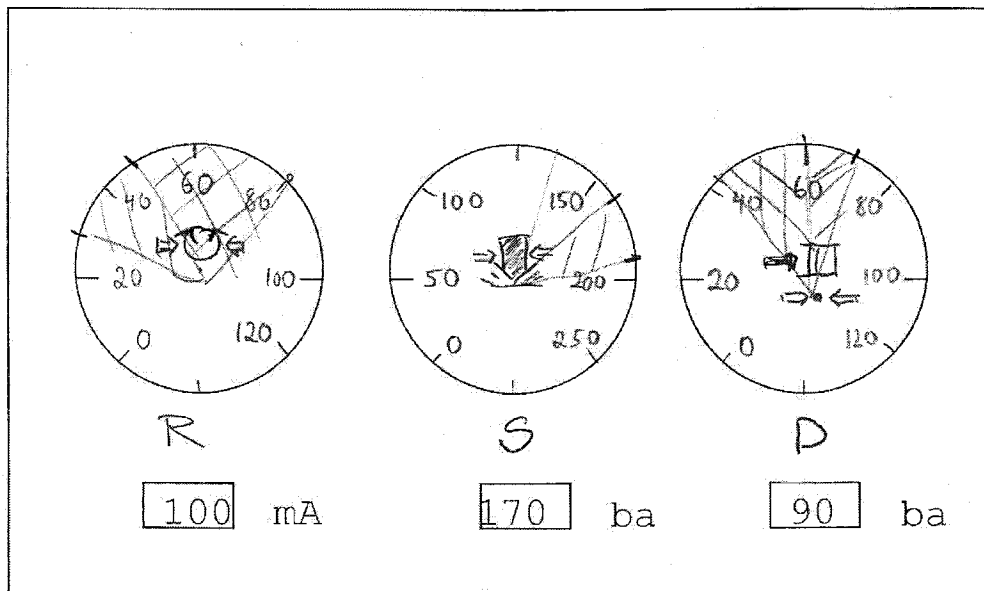


Fig. 7

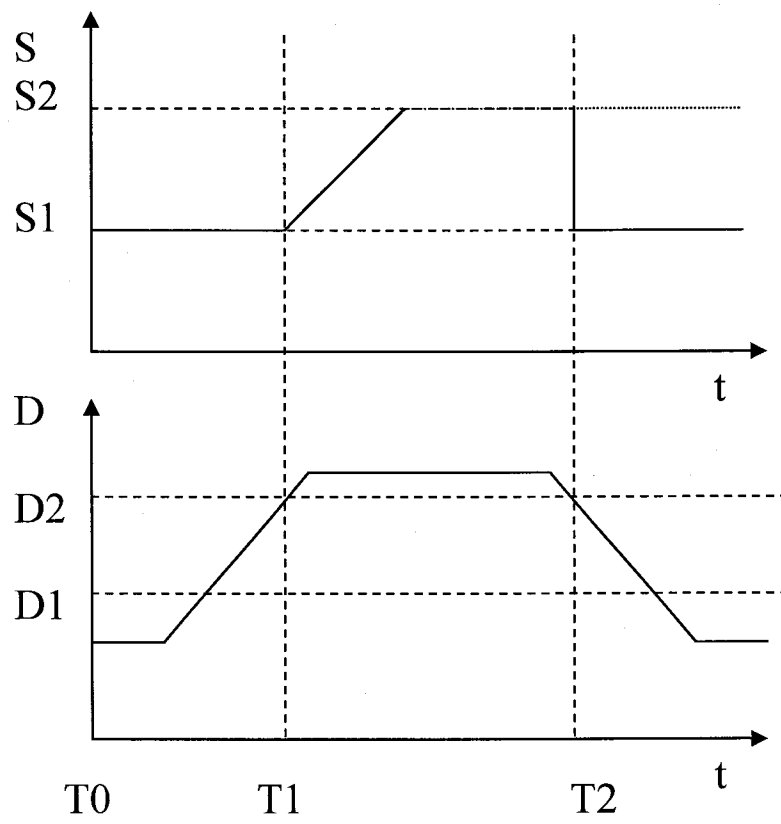


Fig. 3

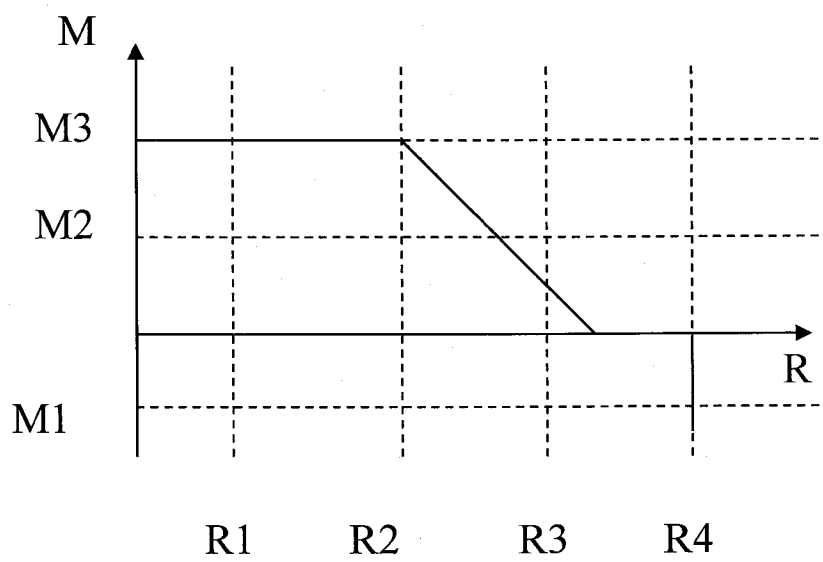


Fig. 6

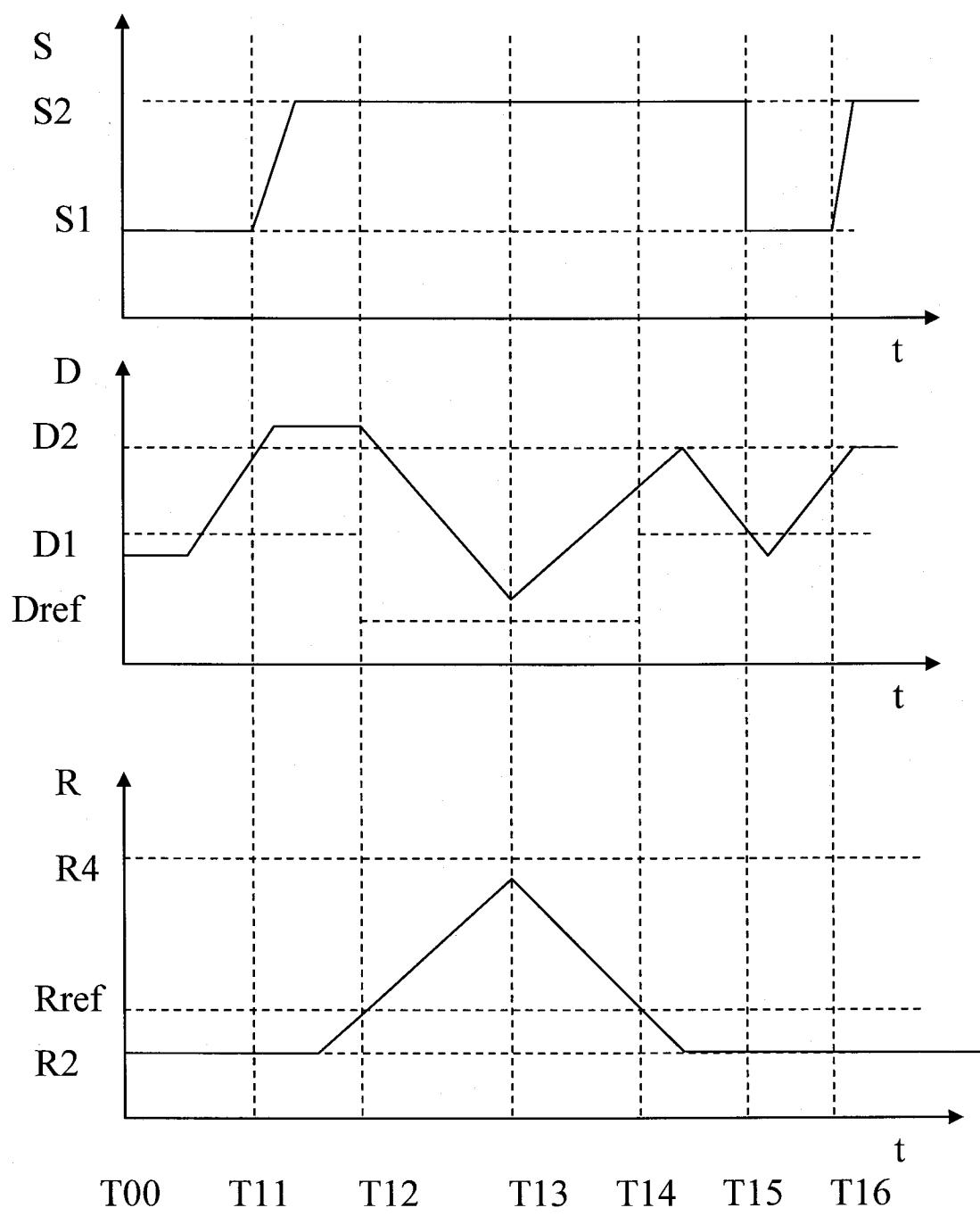


Fig. 5

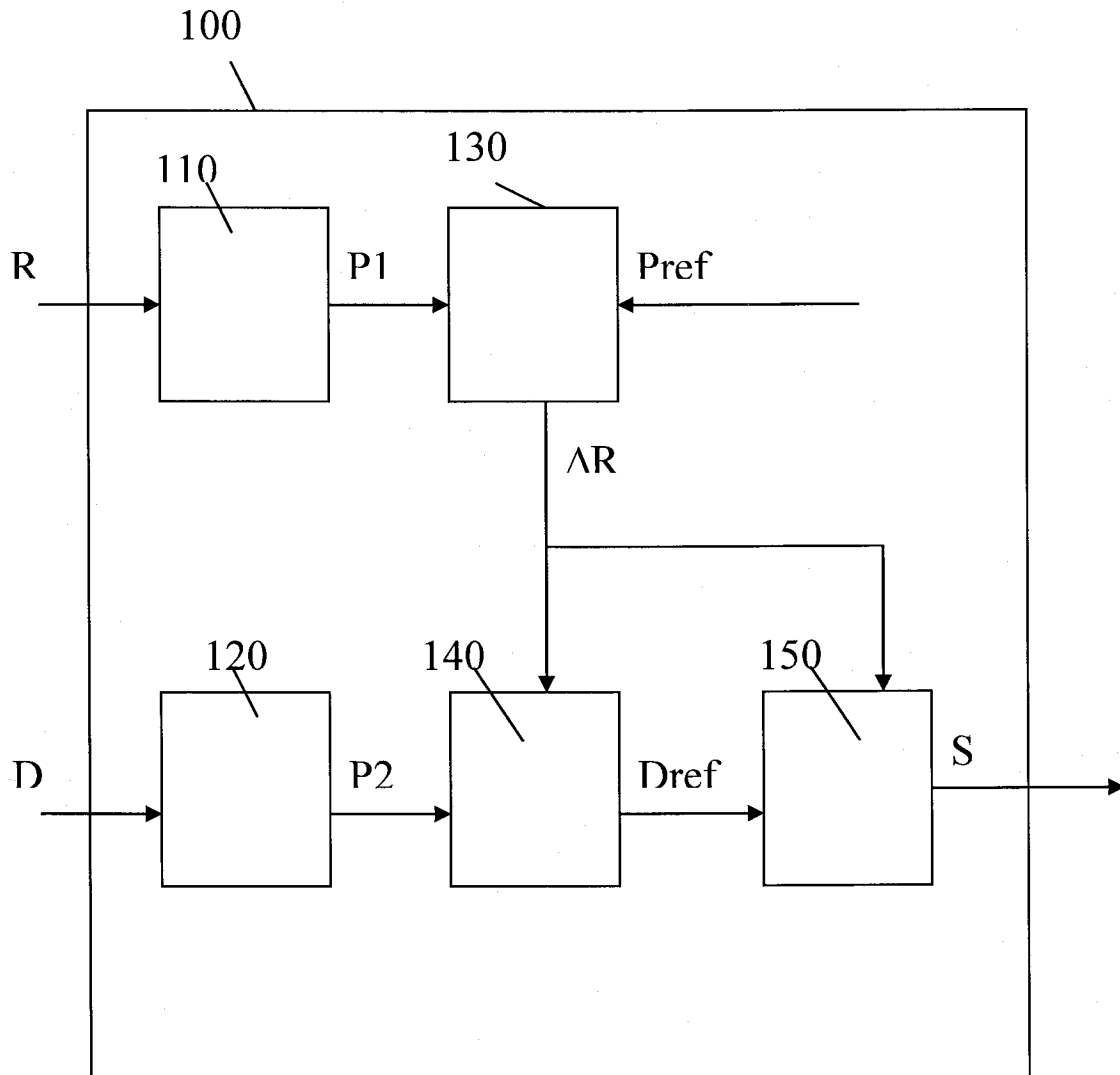


Fig. 6