



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 69680
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti myönnetty
Patent 20/11/1985 10 03 1986

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ E 21 B 44/00, E 21 C 3/00

SUOMI—FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansökning	842364
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	12.06.84
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	12.06.84
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	
(44) Nähtäväksiapanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	29.11.85
(86) Kv. hakemus — Int. ansökan	
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	

- (71) Oy Tampella Ab, Lapintie 1, 33100 Tampere, Suomi-Finland(FI)
(72) Vesa Uitto, Tampere, Pasi Julkunen, Tampere,
Pasi Latva-Pukkila, Tampere, Timo Kiikka, Tampere, Suomi-Finland(FI)
(74) Oy Kolster Ab
(54) Menetelmä kallioporauksen optimoimiseksi -
Förfarande för optimering av bergbörning

(57) Tiivistelmä

Menetelmä iskevän porauksen, erityisesti kallioporauksen optimoimiseksi, jossa porauslaitteen toimintaa säädetään halutun poraus-tuloksen aikaansaamiseksi. Menetelmän mukaisesti mitataan poratankoon iskun seurauksena syntyvä jännitysaalto ja säädetään porauslaitetta mitatun jännitysaallon perusteella. Säättö sovitetaan esimerkiksi mitatun jännitysaallon vaimennusnopeuden tai spektrin tai jännitysaallon muodon ja/tai sen eri osien syöttämän energian avulla.

(57) Sammandrag

Förfarande att optimera stötbörning, särskilt bergbörning, där borrarordningens funktion regleras för att önskat borraringsresultat skall uppnås. Enligt förfarandet mäts spänningsvågen som uppstår i borrarstången som följd av stöten och borrarordningen regleras enligt den uppmätta spänningsvågen. Regleringen utförs t.ex. med hjälp av den uppmätta spänningsvågens dämpningshastighet eller spektrum eller formen av spänningsvågen och/eller energin matad av dess olika delar.

Menetelmä kallioporauksen optimoimiseksi

Keksinnön kohteena on menetelmä iskevän porauksen, erityisesti kallioporauksen optimoimiseksi, jossa poraus-
5 laitteen toimintaa säädetään halutun poraustuloksen aikaansaamiseksi.

Normaalissa työtilanteessa on tavoitteena saada poran tunkeutumisnopeus mahdollisimman suureksi. Rajoittavina tekijöinä ovat esimerkiksi energiankulutus, laitteiston kestävyys jne. Säättösuureina voidaan käyttää esimerkiksi iskuvoimaa, pyörimisnopeutta, -tehoa tai syöttövoimaa tai eri suureiden yhdistelmää.

Koska säättösuureita on useita, on poran oikean toimintapisteen valinta vaikeata. Yleisin menetelmä perustuu
15 porarin kokemukseen ja porakoneen valmistajan antamiin suosituksiin. Porakoneen toimintaa voidaan seurata työtilanteessa vain kuulo- ja näköhavaintojen avulla, jolloin kokenut porari voi valita toimintapisteen suhteellisen tarkasti. Työn kannalta tärkeiden kuulohavaintojen tekoa
20 rajoittaa kuitenkin ympäristön meluisuus. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi monipuomisia porauslaitteita, ns. jumboja, käytettäessä.

Porakoneen toimintaan vaikuttaa selvimmin syöttövoima, joten tämä on suure, jota porari yleensä säättää.
25 Iskun ja pyörimyksen säätö on usein vakio, jolloin käytetään esimerkiksi laitteen valmistajan tai työnjohdon suosittelemia arvoja.

Toisena tunnettuna menetelmänä on tunkeutumisnopeuden mittaamiseen perustuva säätö. Tällöin tunkeutumisnopeudelle etsitään maksimiarvo säätämällä vuorotellen iskun,
30 pyörimyksen ja syötön arvoja. Menetelmässä on myös mahdollista tyytyä pelkkään syötön säätöön. Tällaista säätömenetelmää käytetään yleisesti vain ei-iskevässä porauksessa.

Yksittäisistä alalla tunnetuista menetelmistä voidaan mainita US-patenttijulkaisussa 4 165 789 esitetty
35

järjestelmä. Tässä tunnetussa järjestelmässä säädön perustana käytetään yksinomaan tunkeutumisenopeuden mittausta.

Toisena tunnettuna yksittäisenä menetelmänä voidaan mainita US-patenttijulkaisussa 3 550 697 esitetty järjestelmä. Tässä järjestelmässä säädön perustana käytetään porasta mitattua vääntömomenttia, jonka mukaan säädetään pyörimisnopeutta, syöttövoimaa ja vääntömomenttia.

Molempien mainittujen järjestelmien huonona puolena on mm. niiden monimutkaisuus, jolloin niiden käyttökelpoisuus ei ole paras mahdollinen.

Kolmantena esimerkkinä tunnetuista menetelmistä voidaan mainita US-patenttijulkaisussa 3 855 853 esitetty järjestelmä. Tässä järjestelmässä mitataan jännitystilaa porakruunun lähelle poratankoon kiinnitettyjen esijännitettyjen pitkänomaisten tuntoelinten avulla. Em. tuntoelimistä jännitystilan signaali siirretään näyttölaitteelle ja signaalien perusteella poralaitteistoa voidaan ohjata perareiän suunnan ja suoruuden valvomiseksi ja tehokkaamman porausnopeuden ylläpitämiseksi.

Neljäntenä esimerkkinä tunnetusta tekniikasta voidaan mainita GB-patenttijulkaisussa 2 064 623 esitetty laite, joka ilmaisee työkalun liikkeen ja aseman ennalta määrätyn pisteen suhteen ja näyttää tai tallettaa mittaus tuloksen halutussa muodossa.

Kumpaakaan näistä kahdesta ratkaisusta ei voida soveltaa iskutoimintaan perustuvan kallioporauksen yhteydessä, koska ne eivät millään tavalla ilmaise iskun vaikutusta poraukseen.

Keksinnön tarkoituksena on saada aikaan menetelmä kallioporauksen optimoimiseksi, jolla ei ole aiemmin tunnettujen menetelmien heikkouksia. Tähän on päästy keksinnön mukaisen menetelmän avulla, joka on tunnettu siitä, että poratankoon iskun seurauksena syntyvä jännitysaalto mitataan ja että porauslaitetta säädetään mitatun jännitysaallon perusteella.

Keksinnön etuna on ennen kaikkea sen yksinkertaisuus ja monipuolisuus. Menetelmää hyväksikäyttäen poraustapahtuma voidaan helposti automatisoida, mutta toisaalta menetelmää voidaan hyvin soveltaa myös porarin työtä helpottavana apuvälineenä käsin tapahtuvan säädön yhteydessä.

Keksintöä ryhdytään seuraavassa selvittämään tarkemmin oheisessa piirustuksessa esitettyjen eräiden edullisten periaatteellisten esimerkkien avulla, jolloin

kuviot 1 ja 2 esittävät periaatteellisesti esimerkiksi syöttövoiman muutoksen aiheuttamasta jännitysaallon muuttumisesta,

kuviot 3 - 6 esittävät periaatteellisia esimerkkejä syöttövoiman muutoksen aiheuttamista muutoksista jännitysaallon spektriin,

kuvio 7 esittää lohkokaaaviota keksinnön mukaista menetelmää soveltavasta spektrianalyysiin perustuvasta säätölaitteesta,

kuvio 8 esittää esimerkkiä jännitysaallon alkuosan tyypillisestä muodosta,

kuvio 9 esittää lohkokaaaviota jännitysaallon muodon analysointiin perustuvasta automaattisesta ohjauslaitteesta ja

kuvio 10 esittää lohkokaaaviota jännitysaallon muodon analysointiin perustuvasta porarin apulaitteesta.

Keksintö perustuu iskevän porauksen erityiseen ominaisuuteen, nimittäin siihen, että poratankoa iskettäessä siihen syntyy aina jännityspulssi, joka etenee poratankoa pitkin, kunnes saavuttaa poratangon kärjen ja aiheuttaa iskun porattavaan kallioon. Osa jännityspulssista heijastuu takaisin, koska sen energiasisältöä ei voida käyttää hyödyksi kokonaan. Jännitys- ja heijastuspulssit muodostavat jännitysaallon.

Keksinnön olennaisena piirteenä on se, että em. poratankoon syntyvä jännitysaalto mitataan ja säätösuu-
reita ohjataan mitatun jännitysaallon muodon ja/tai sen

eri osien voimakkuuden sekä kokeellisesti ja/tai tilastollisesti saadun jännitysaallon normaalimuodon tai normaaliarvojen välisen eron perusteella. Em. jännitysaalto voidaan mitata useallakin eri tavalla, esimerkiksi sähköisesti, magneettisesti, optisesti tms. tunnetulla tavalla. Mitattuja jännitysaaltoja voidaan esimerkiksi verrata kokeellisesti ja/tai tilastollisesti selvitettyyn normaalimuotoon ja säätää poralaitetta sen perusteella, miten mitattu aaltomuoto poikkeaa em. normaalimuodosta.

Keksinnön mukaisen menetelmän mukaisesti jännitysaaltoa voidaan mitata poratangon useasta kohdasta, esimerkiksi kahdesta kohdasta. Useammasta kuin yhdestä kohdasta tapahtuvan mittauksen etuna on se, että tällöin voidaan jännitysaalto jakaa kulkusuuntansa mukaisiin komponentteihin porattavaa kalliota kohti menevään ja kalliosta heijastuvaan. Tämä antaa huomattavasti enemmän tietoa porauksesta kuin yhdestä kohdasta tapahtuva mittaus. Useasta kohdasta tapahtuva mittaus on erityisen edullinen silloin, kun poratanko on lyhyt tai mittauskohta on lähellä tangon päätä.

Säätösuureiden ohjaamiseen voidaan käyttää joko menevän tai heijastuvan aaltokomponentin voimakkuutta, aallon pinta-alan mukaan määriteltä energia-arvoa, pulsstin nousu- tai laskunopeutta, aallon vaimenemisnopeutta jne. Mitatusta aallosta määriteltujen arvojen vaikutus eri säätösuureisiin voidaan selvittää ja laitetta voidaan säätää esimerkiksi mikroprosessoria tai vastaavaa laitetta käyttämällä, jolloin mikroprosessori esimerkiksi määriteltujen arvojen perusteella ohjaa porauslaitteen toimielimiä niin, että mitattu aalto vastaa mahdollisimman tarkasti haluttua aaltoa. Porausolosuhteiden vaihdellessa pystytään keksinnön mukaisella menetelmällä pitämään porauslaitteen toiminta tarkasti optimissa lähes koko ajan, sillä periaatteessa jo yhden arvoltaan poikkeavan iskun jälkeinen isku voidaan korjata oikeaksi.

Keksinnön selventämiseksi selvitetään seuraavassa keksinnön mukaisen menetelmän kolme erilaista sovellutusmuotoa, joiden mukaan säätäminen voidaan toteuttaa.

Ensimmäinen sovellutus perustuu jännitysaallon vaimenemisnopeuden hyväksikäyttöön. Kuten edellä on jo todettu, aiheuttaa jokainen poratankoon kohdistuva isku poratankoon jännityspulssin, joka heijastuu vuorotellen tangon kummastakin päästä muodostaen vähitellen vaimenevan jännitysaallon. Vaimenemisnopeus voidaan parhaiten havaita tarkastelemalla poratangon jännitysaallon verhoikäyrää. Jännitysaalto vaimenee nopeammin, jos porakonetta ja poratankoa kallioon työntävä voima kasvaa. Kuvioissa 1 ja 2 on esitetty periaatteellisesti esimerkki syöttövoiman muutoksen aineuttamasta verhoikäyrän muuttumisesta. Kuvio 1 esittää tilannetta, jossa syöttövoima on suuri ja kuvio 2 vastaa-

5
10

vasti tilannetta, jolloin syöttövoima on pieni.

Vaimenemisnopeus voidaan määritellä esimerkiksi aikana, jona heijastuspulssien amplitudi laskee tietyn vertailutason alle tai vaihtoehtoisesti myös heijastuspulssien lukumääränä ennen amplitudin laskua vertailutason alle. Vertailutaso voi olla joko kiinteä tai tietty prosenttiosuus ensimmäisen pulssin amplitudista.

15

Toinen sovellutus perustuu jännitysaallon spektriin, koska on selvää, että jos porauslaitteen toiminta-arvot vaikuttavat jännitysaallon muotoon niin ne luonnollisesti vaikuttavat myös jännitysaallon spektriin.

20

Kuvioissa 3 - 6 on periaatteellisesti esitetty neljä erilaista tapausta jännitysaallon spektristä. Kuvion 3 tilanteessa on käytetty 90 bar:n syöttöpainetta, kuvion 4 tilanteessa 80 bar:n syöttöpainetta, kuvion 5 tilanteessa 60 bar:n syöttöpainetta ja kuvion 6 tilanteessa 40 bar:n syöttöpainetta. Kuvioista havaitaan, että ylisyöttötilanteessa spektriin nousee selvä piikki koneen iskutaajuudelle, kohta on merkitty kuvioon 3 viitteen IT avulla. Ali-

25
30

syöttötilanne saa vastaavasti aikaan piikin poratangon resonanssitaajuuden kohdalle, kohta on merkitty kuvioon 5 viitteen RT avulla. Syöttövoiman ollessa oikea spektri on suhteellisen tasainen, kuten kuvion 4 spektristä voidaan

35

nähdä.

Spektrin mittaaminen kokonaisuudessaan ei poraus-
laitteen säätöä ajatellen ole välttämätöntä. Spektristä
ovat kiinnostavimpia porakoneen iskutaajuus ja porakangen
resonanssitaajuus tai -taajuudet. Syöttövoiman säätö voi-
5 daan perustaa näiden taajuuskomponenttien varaan. On kui-
tenkin selvää, että lisäksi voidaan käyttää myös poratangen
resonanssitaajuuden tai iskutaajuuden harmonisia taajuuksia.

Kuten kuvioista ja edellä esitetystä kuvauksesta
tulee esille, ei kiinnostavia taajuuskomponentteja ole kuin
10 muutama, esimerkiksi em. kaksi. Lisäksi kiinnostavien taa-
juuskomponenttien taajuudet ovat ennalta tunnettuja, joten
spektrianalyysi voidaan toteuttaa yksinkertaisesti muutam-
kaistanpäästösuodattimen avulla. Kuviossa 7 on kaaviolli-
sesti esitetty tällaisen säätölaitteen periaatteellinen
15 lohkokaavio. Lohkokaaviossa on viitenumerolla 1 kuvattu
jännitysansuria ja viitenumeroilla 2 ja 3 esivahvistinta ja
vastaavasti vahvistinta. Viitenumeroilla 4 - 7 on esitetty
kaistanpäästösuodattimia, jolloin suodatin 4 päästää lä-
vitseen iskutaajuuden, suodatin 5 poratangen resonanssi-
20 taajuuden. Suodattimia 5 voi olla useitakin, esimerkiksi
yksi kullekin halutulle resonanssitaajuudelle. Suodattimet
6 ja 7 on tarkoitettu em. harmonisille taajuuksille ja nii-
täkin voi olla useampia. Laitteen säätölogiikkaa on kuvattu
yleisesti viitenumerolla 8. Laitteeseen voidaan luonnolli-
25 sesti syöttää myös tietoja muista mittauksista tai asete-
tuista säätöarvoista, kuten käyntitaajuudesta, tunkeutumis-
nopeudesta yms. Tätä sisäänmenoa on merkitty yleisesti nuo-
lella N. Ohjauksia varten tarkoitettu ulostulo on puoles-
taan merkitty yleisesti nuolella M.

30 Kolmantena esimerkkinä menetelmän soveltamisesta
voidaan esittää iskusta syntyvän jännitysaallon muodon
analysointi. Kuviossa 8 on periaatteellisesti esitetty eräs
tyypillinen iskumännän iskusta poratankoon syntyneen jänni-
tysaallon alkuosan muoto. Kuvioon merkitty osa A edustaa
35 tällöin kallioon päin kulkevaa pulssia tai aaltokomponent-

tia ja osa B vastaavasti kalliosta poispäin kulkevaa puls-
sia tai aaltokomponenttia. Kuvion 8 mukaisen aallon muotoa
voidaan tulkita joko tiettyjen pisteiden amplitudeilla tai
vaihtoehtoisesti pinta-aloilla, jotka jäävät aallon ja
5 nollatason väliin. Pulssin luonteenomaisina pisteinä, joi-
den amplitudeja voidaan käyttää hyväksi, ovat esimerkiksi
maksimi- ja minimiarvot P_1, P_2, P_3, P_4 . Säädössä voidaan
käyttää hyväksi em. arvoja sellaisenaan tai myös niiden
suhteita jne. Säädössä käytettävänä pinta-aloina voidaan
10 käyttää jännitysaallon tai sen eri osien pinta-aloja, ku-
ten esimerkiksi A_1, A_2, A_3 jne. Myös pinta-alojen suhteita
on mahdollista käyttää. Em. tiedoista voidaan laskea ko.
jännitysaallon energia, kallioon siirtynyt energia, kal-
liosta heijastunut energia jne. ja säätö voidaan suorittaa
15 esimerkiksi laskettujen energia-arvojen perusteella.

Kuviossa 9 on esitetty periaatteellinen lohkokaavio
automaattisesta säätölaitteesta, jonka toiminta perustuu
jännitysaallon muodon analysointiin. Kuviossa on viite-
numerolla 11 esitetty jännitysansanturia ja viitenumeroilla
20 12 ja 13 vastaavasti esivahvistinta ja vahvistinta. Viite-
numerolla 14 on puolestaan esitetty ns. alias-suodatinta
ja viitenumerolla 15 A/D-muunninta. Jännitysansanturilta 1
saatua signaalia käsittelevää prosessoria on puolestaan
merkitty viitenumerolla 16. Sisääntuloa muualta tuleville
25 mittausarvoille on kuviota 7 vastaten merkitty nuolella N.
Vastaavalla tavalla ohjauksia varten oleva ulostulo on mer-
kitty nuolella M. On selvää, että jännitysaallon mittaus-
kanavia voi olla useita, kuviossa 9 on selvyiden vuoksi
esitetty vain yksi.

30 Jännitysaallon muodon analysointi ja tulkinta voi-
daan haluttaessa myös jättää porarin tehtäväksi. Tällöin
luonnollisesti tarvitaan sopiva näyttölaite. Kuviossa 10
on periaatteellisesti esitetty tällaisen laitteen lohko-
kaavio. Lohkokaaviossa on jännitysansanturi merkitty viite-
35 numerolla 21 ja viitenumeroilla 22 ja 23 vastaavasti esivah-
vistinta ja vahvistinta. Viitenumerolla 24 on esitetty viiväs-
tyspiiriä, jota voidaan tarvita näyttölaitteen 25 toimintaa

varten. Näyttölaitteelle 25 täytyy luonnollisesti johtaa myös sopiva tahdistuspulssi. Tähän laitteeseen liittyy olennaisena osana ns. apukuviovarasto 26, josta porari valitsee kulloiseenkin tilanteeseen sopivan referenssikuvan, 5 johon hän vertaa näyttölaitteelta saamansa pulssin muotoa. Em. kahta kuvaa vertaamalla ja säätösuureita säätämällä porari säätää näyttölaitteella olevan kuvan mahdollisimman tarkoin referenssikuvaa vastaavaksi. Sopiva referenssikuva valitaan esimerkiksi porakoneen, kallion yms. mukaan. Tä- 10 täkin toteutusmuotoa voidaan käyttää myös useasta pisteestä mitaten, jolloin signaaleja joudutaan esikäsittelemään sopivan aaltomuodon saamiseksi kuvaruudulle. Selvyyden vuoksi kuviossa 10 on esitetty vain yksi mittapiste, mutta niitä voi olla tarpeen mukaan useitakin.

15 Edellä esitettyä selvitystä ei ole tarkoitettu mitenkään rajoittamaan keksintöä, vaan keksintöä voidaan muunnella patenttivaatimusten puitteissa monin eri tavoin. Näin ollen menetelmää soveltavien laitteiden ei luonnollisestikaan tarvitse olla juuri sellaisia kuin kuvioissa on 20 esitetty, vaan myös muunlaisia ratkaisuja voidaan käyttää. Laitteiden komponentit voivat olla mitä tahansa tunnettuja komponentteja jne.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä iskevän porauksen, erityisesti kallio-
porauksen optimoimiseksi, jossa porauslaitteen toimintaa
5 säädetään halutun poraustuloksen aikaansaamiseksi, t u n -
n e t t u siitä, että poratankoon iskun seurauksena syn-
tyvä jännitysaalto mitataan ja että porauslaitetta sääde-
tään mitatun jännitysaallon perusteella.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
10 t u n n e t t u siitä, että jännitysaalto mitataan ainakin
kahdesta poratangon kohdasta ja että mitattu jännitysaalto
jaetaan menevään ja heijastuvaan aaltokomponenttiin.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että porauslaitetta säädetään mi-
15 tatun jännitysaallon vaimenemisnopeuden mukaan.
4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että porauslaitetta säädetään mita-
tun jännitysaallon spektrin avulla.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä,
20 t u n n e t t u siitä, että säätö tapahtuu tarkkailemalla
jännitysaallon spektrissä porakoneen iskutaajuuskohtaa (IT)
ja poratangon resonanssin taajuuskohtaa (RT).
6. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että porauslaitetta säädetään mi-
25 tatun jännitysaallon tiettyjen pisteiden (P_1 , P_2 , P_3 , P_4)
amplitudien ja/tai niiden suhteiden avulla.
7. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että porauslaitetta säädetään mi-
tatun jännitysaallon eri osien pinta-alojen (A_1 , A_2 , A_3)
30 ja/tai niiden suhteiden avulla.
8. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että porauslaitetta säädetään mi-
tatun jännitysaallon eri osien sisältämän energian ja/tai
niiden suhteiden avulla.
- 35 9. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että säätäminen suoritetaan vertai-

lemalla mitatun jännitysaallon muotoa ennalta määrättyyn ohjeelliseen aaltomuotoon.

5 10. Jonkin patenttivaatimuksen 3 - 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että säätäminen suoritetaan mitatun jännitysaallon yhden tai useamman suureen arvon ja kunkin suureen asetetun normaaliarvon välisen eron perusteella.

10 11. Jonkin patenttivaatimuksen 3 - 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että säätäminen suoritetaan mitatun jännitysaallon muodon ja kokeellisesti ja/tai tilastollisesti saadun jännitysaallon normaalimuodon välisen eron perusteella.

15 12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että säätösuureena käytetään iskuvoimaa, pyörimisnopeutta, pyöritystehoa tai syöttövoimaa tai kahden tai useamman mainitun suureen yhdistelmää.

Patentkrav:

1. Förfarande för optimering av stötande borrar, särskilt bergbörning, där borrarordningens funktion regleras för att önskat borraringsresultat skall uppnås, k ä n n e t e c k n a t därav, att den spänningsvåg, som uppstår i borrarstången som följd av stöten, mäts och att borrarordningen regleras på basen av den uppmätta spänningsvågen.
2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att spänningsvågen mäts från åtminstone två punkter på borrarstången och att den uppmätta spänningsvågen indelas i utgående och reflekterande vågkomponent.
3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att borrarordningen regleras enligt dämpningshastigheten av den uppmätta spänningsvågen.
4. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att borrarordningen regleras enligt spektret hos den uppmätta spänningsvågen.
5. Förfarande enligt patentkravet 4, k ä n n e t e c k n a t därav, att regleringen sker genom att man i spänningsvågens spektrum iakttar bormaskinens stötfrekvenspunkt (IT) och borrarstångens resonansfrekvenspunkt (RT).
6. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att borrarordningen regleras enligt bestämda punkters (P_1 , P_2 , P_3 , P_4) amplituder och/eller deras förhållande på den uppmätta spänningsvågen.
7. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att borrarordningen regleras med hjälp av ytorna (A_1 , A_2 , A_3) av de olika delarna på den uppmätta spänningsvågen och/eller med hjälp av deras förhållande.
8. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att borrarordningen regleras på basen av energin hos skilda delar av spännings-

vågen och/eller på basen av deras förhållande.

9. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2,
k ä n n e t e c k n a t därav, att regleringen utförs
genom jämförelse av formen av den uppmätta spänningsvågen
5 med en på förhand bestämd normativ vågform.

10. Förfarande enligt något av patentkraven 3 - 8,
k ä n n e t e c k n a t därav, att regleringen utförs på
basen av skillnaden mellan värdet av en eller flere stor-
heter av den uppmätta spänningsvågen och ett för varje
10 storhet ställt normalvärde.

11. Förfarande enligt något av patentkraven 3 - 6,
k ä n n e t e c k n a t därav, att regleringen görs på
basen av skillnaden mellan formen av den uppmätta spännings-
vågen och den genom försök och/eller statistiskt erhållna
15 normalformen av spänningsvågen.

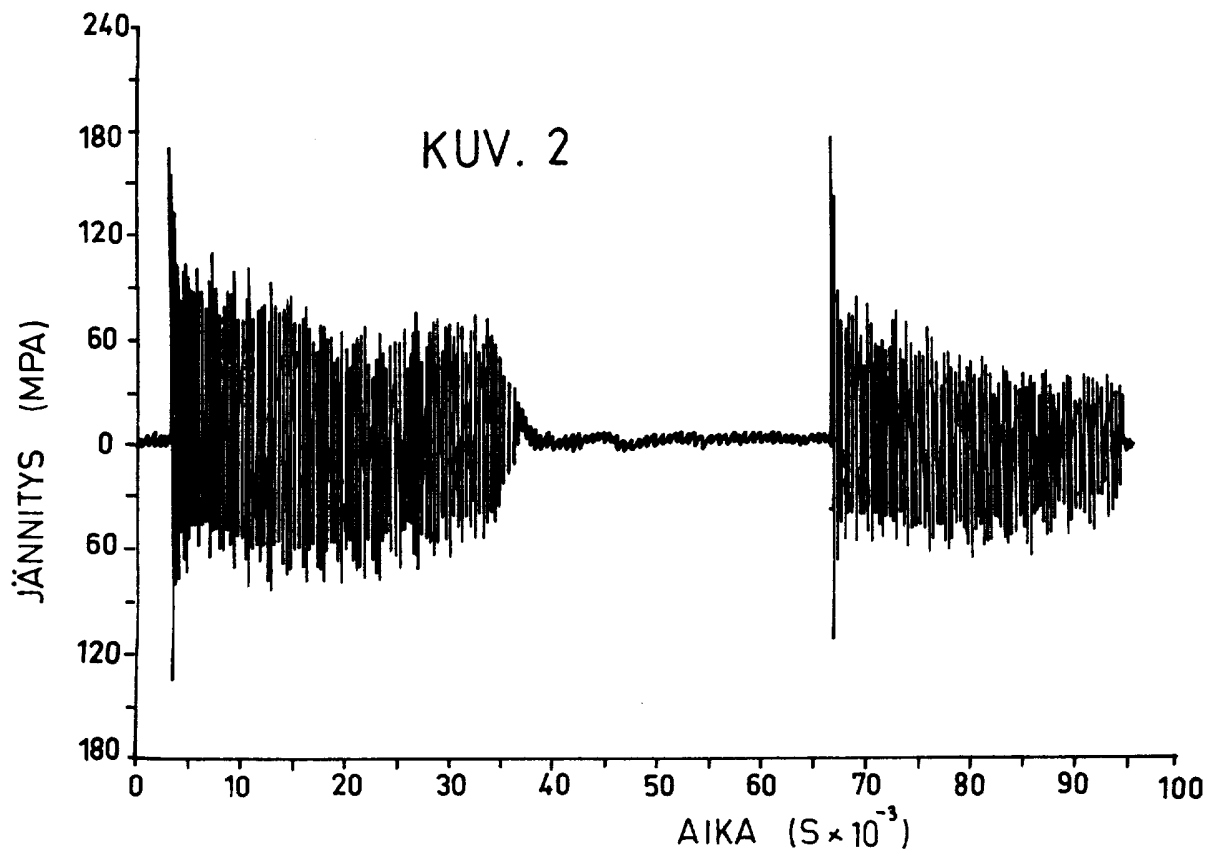
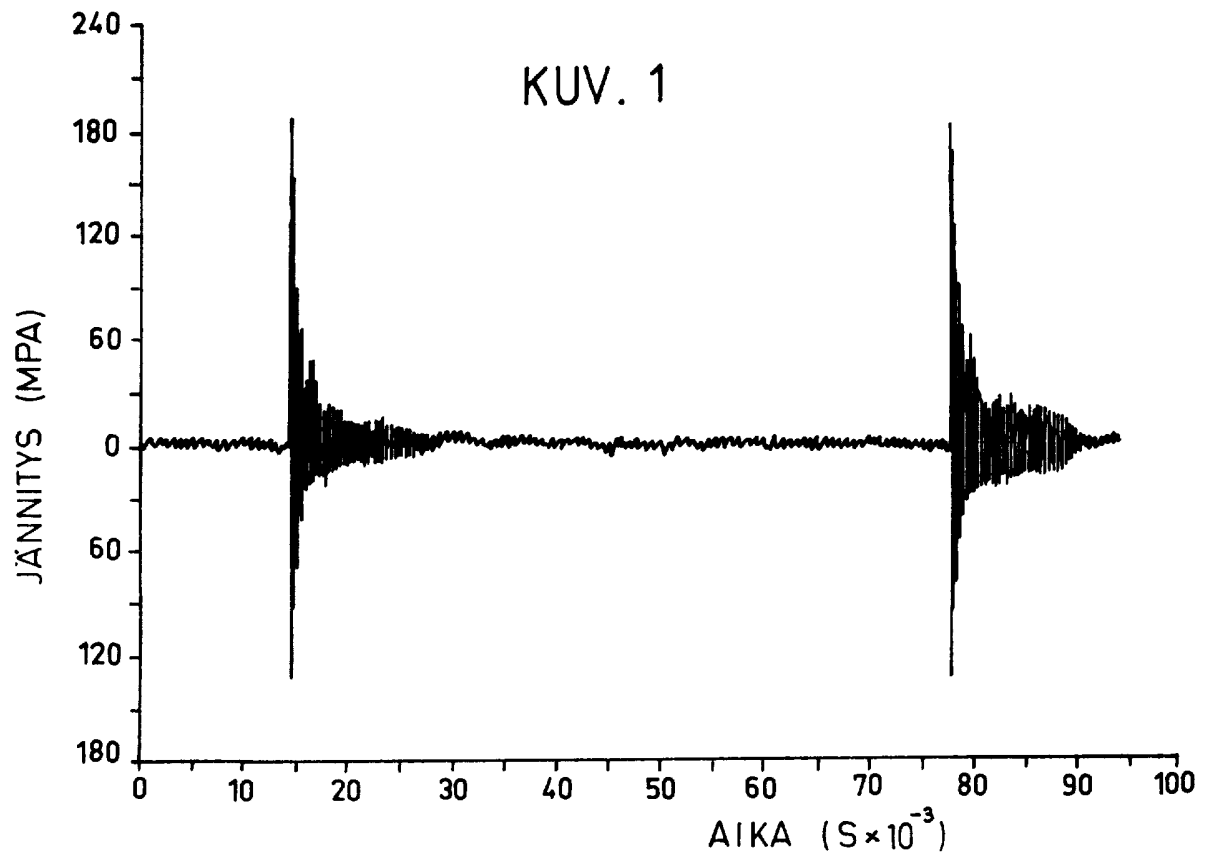
12. Förfarande enligt något av föregående patent-
krav, k ä n n e t e c k n a t därav, att som reglerstorhet
används slagkraft, rotationshastighet, rotationseffekt eller
matningskraft eller kombination av två eller flere nämnda
20 storheter.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

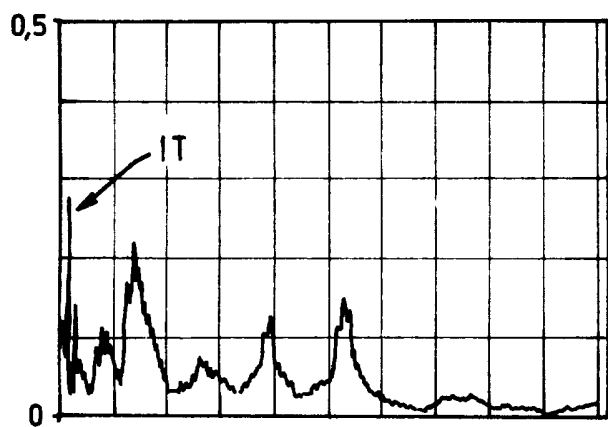
Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Iso-Britannia-Storbritan-
nien(GB) 2 064 623 (E 21 B 44/00).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 855 853 (E 21 B 45/00).

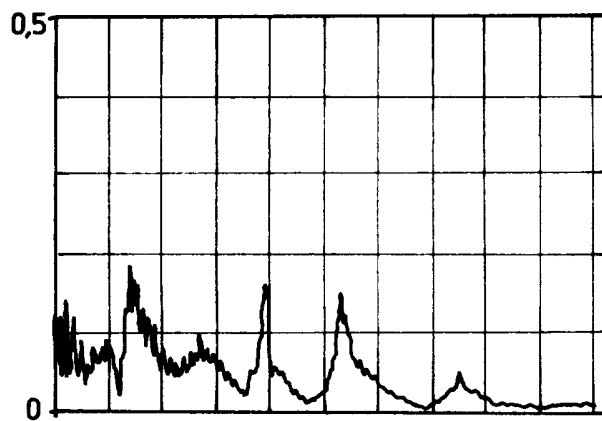
69680



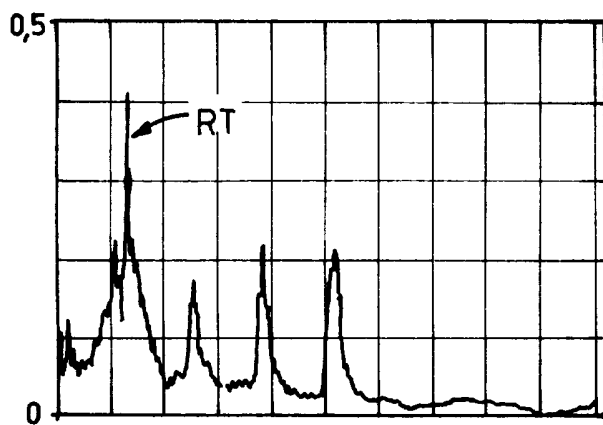
69680



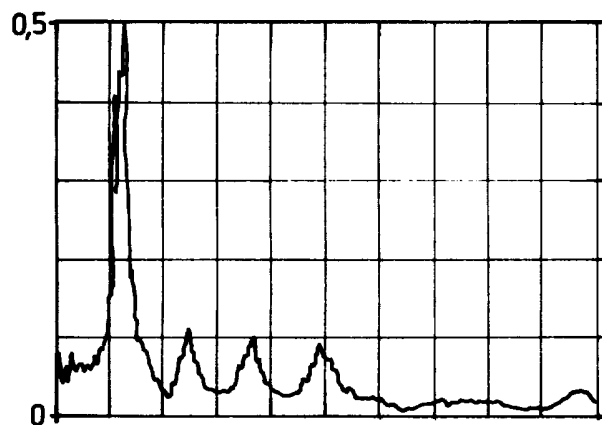
KUV. 3



KUV. 4

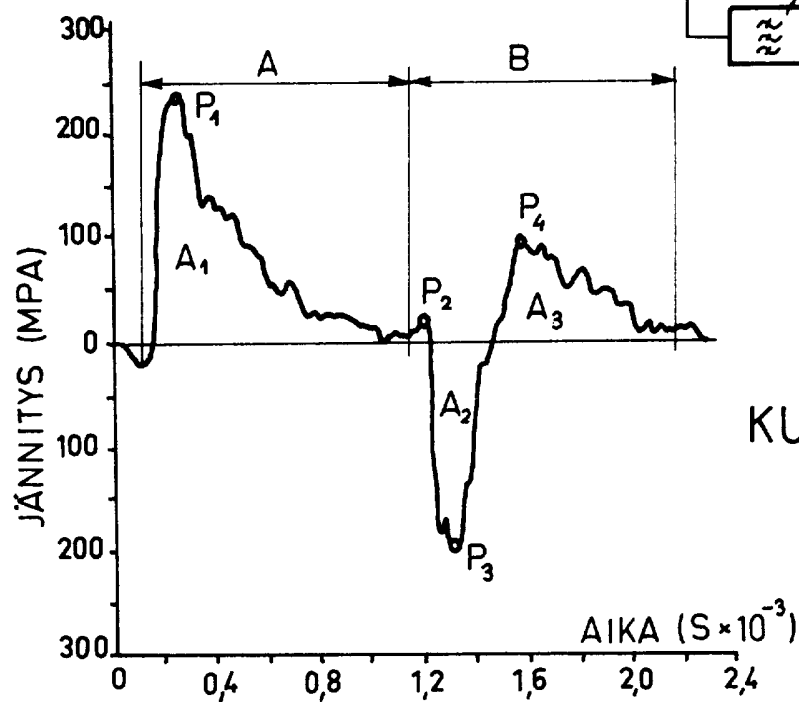
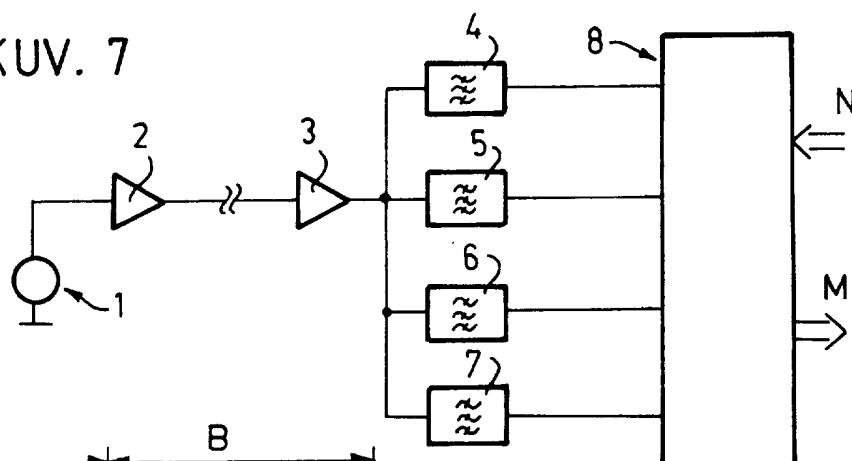


KUV. 5

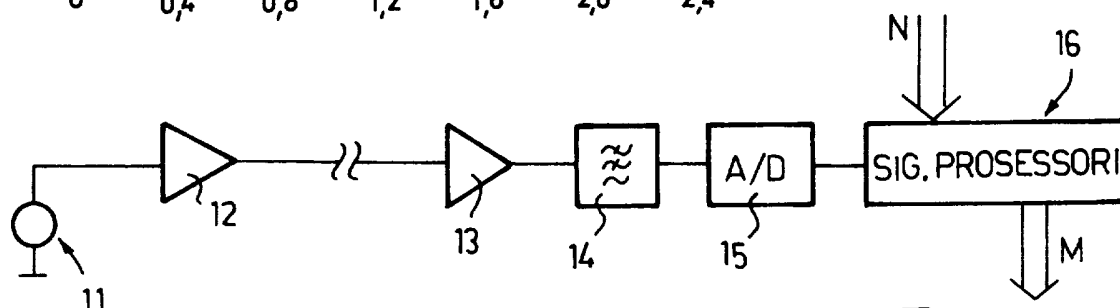


KUV. 6

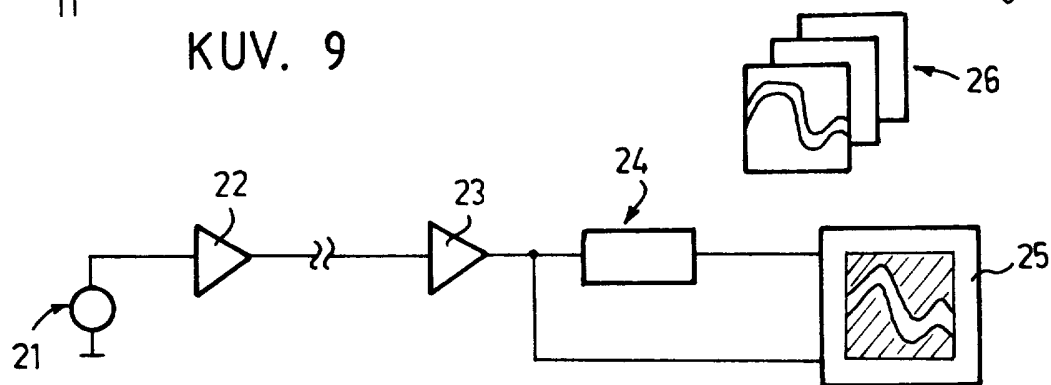
KUV. 7



KUV. 8



KUV. 9



KUV. 10