



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102001900973566
Data Deposito	27/11/2001
Data Pubblicazione	27/05/2003

Priorità	09/730,983
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
E	21	B		

Titolo

PUNTE DA PERFORAZIONE ROTATIVE A LAME DENTATE CHE UTILIZZANO TAGLIENTI
CON ANGOLI DI SPOGLIA POSTERIORI VARIABILI IN MODO CONTINUO.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Punte da perforazione rotative a lame dentate che utilizzano taglienti con angoli di spoglia posteriori variabili in modo continuo"

di: BAKER HUGHES INCORPORATED, nazionalità statunitense, 3900 Essex Lane, Suite 1200, Houston, Texas 77027 (STATI UNITI D'AMERICA)

Inventori designati: MEINERS, Matthew J.; LUND, Jeffrey B.; HARRIS, Thomas M.

Depositata il: 27 NOV. 2001 TO 2001 A00 1104

DESCRIZIONE

CAMPO TECNICO

Campo dell'invenzione: La presente invenzione si riferisce in generale a punte rotative per la trivellazione di formazioni sotterranee. Più in particolare, l'invenzione si riferisce a punte a taglienti fissi, o cosiddette "a lame dentate", che utilizzano taglienti superabrasivi che presentano angoli di spoglia posteriori dei taglienti variabili in modo continuo lungo posizioni o zone differenti sulla faccia della punta, in cui le variazioni sono adattate per migliorare la transizione tra porzioni della punta che possono contenere angoli di spoglia posteriori differenti dei taglienti oltre ad otti-

mizzare le prestazioni della punta da perforazione.

SFONDO

Stato dell'arte: Le punte da perforazione tradizionali di tipo rotativo per la trivellazione del terreno comprendono tipicamente elementi di taglio, o "taglianti", disposti su di esse in modo da facilitare il taglio di una formazione sotterranea in un modo desiderato. I taglianti, comprendenti tipicamente sinterizzati di diamante policristallino ("polycrystalline diamond compact" - PDC), sono orientati in sedi dei taglianti della punta, che sono orientate in modo da proteggere il tagliente e formare un gioco in corrispondenza dello spigolo di uscita del tagliente mentre questo si muove assialmente durante la trivellazione. L'angolo secondo il quale una faccia di taglio di un tagliente è orientata rispetto ad una parete di un foro di trivellazione formato è indicato come "angolo di spoglia". Se l'angolo tra una superficie del foro di trivellazione ed una faccia del tagliente è 90° , si dice che l'angolo di spoglia è neutro, o di zero gradi. Se l'angolo tra la faccia di taglio di un tagliente e la superficie adiacente del foro di trivellazione formato è minore di 90° , l'angolo di spoglia è negativo, ed è tipicamente denominato "angolo di spoglia

posteriore". Il valore dell'angolo di spoglia posteriore è uguale all'angolo secondo il quale la faccia di taglio del tagliente è inclinata rispetto alla posizione di angolo di spoglia neutro. Ad esempio, un tagliente orientato con la sua faccia di taglio ad un angolo di 70° rispetto alla superficie adiacente del foro di trivellazione formato ha un angolo di spoglia posteriore di 20° ($90^\circ - 70^\circ = 20^\circ$). Quando l'angolo di spoglia tra la faccia di taglio di un tagliente e la superficie adiacente del foro di trivellazione è maggiore di 90° , il tagliente è orientato con un angolo di spoglia positivo, o aggressivo, o "angolo di spoglia anteriore", che è misurato in un modo simile a quello in cui è misurato l'angolo di spoglia posteriore.

Recenti prove di laboratorio e modellazioni hanno dimostrato che angoli di spoglia posteriori dei taglienti possono modificare le caratteristiche di prestazione durante la trivellazione. In modo specifico, sembra che l'aumento dell'angolo di spoglia posteriore di un tagliente migliori le prestazioni durante la trivellazione dopo che il tagliente inizia ad usurarsi. L'appiattimento di usura di un tagliente orientato secondo un angolo di spoglia posteriore maggiore è più piccolo dell'appiattimento

di usura di un tagliente orientato secondo un angolo di spoglia posteriore minore (ossia più vicino ad un angolo di spoglia neutro) per un dato valore del volume di diamante rimosso. Ciò significa che, quando il diamante inizia a consumarsi dal tagliente, taglienti orientati secondo angoli di spoglia posteriori maggiori hanno aree di "appiattimento" minori rispetto a taglienti orientati secondo angoli di spoglia posteriori minori. Appiattimenti di usura più piccoli sui taglienti forniscono sostanzialmente una geometria di taglio più efficace. Un tagliente affilato (ossia con un piccolo appiattimento di usura) entra in contatto con una formazione con un'area minore e con lo stesso valore di forza, inducendo così tensioni maggiori nella formazione, aumentando l'efficienza di taglio. Inoltre, si è trovato che l'orientamento dei taglienti in modo che abbiano angoli di spoglia posteriori maggiori non compromette le prestazioni della punta con l'aumento dell'usura del tagliente. Inoltre, taglienti che sono orientati in modo da avere angoli di spoglia posteriori maggiori forniscono tipicamente una miglior resistenza all'impatto rispetto a taglienti che sono orientati in modo da avere angoli di spoglia posteriori minori.

Benché il comportamento precedentemente menzionato di maggiore resistenza all'impatto ed appiattimento di usura vantaggioso sia benefico, lo svantaggio di grandi angoli di spoglia posteriori è che è richiesto un maggiore peso sulla punta ("weight on bit" - WOB) per trivellare ad una data velocità di penetrazione ("rate of penetration" - ROP). Pertanto, in generale, un aumento generalizzato degli angoli di spoglia posteriori dei taglienti può far sì che la punta da perforazione richieda un WOB talmente grande da rendere inefficace la punta.

L'angolo di spoglia di un tagliente non soltanto modifica la relazione tra la ROP ed il WOB, ma determina anche l'aggressività della punta. Così, gli angoli di spoglia dei taglienti su una punta a lame dentate possono modificare le caratteristiche di prestazione e di trivellazione della punta. I taglienti su molte punte a lame dentate sono orientati in modo da avere un angolo di spoglia posteriore a causa della maggiore resistenza alla frattura di taglienti con angoli di spoglia posteriori relativamente grandi.

L'attuale struttura di punte a lame dentate PDC comprende tipicamente taglienti orientati secondo angoli di spoglia posteriori differenti in funzione

della loro posizione sulla punta. Ad esempio, taglienti che sono disposti entro circa un terzo del raggio della punta dall'asse longitudinale della punta sono tipicamente orientati con angoli di spoglia posteriori nominali di 15° . Taglienti disposti nell'area di spalla della punta sono orientati con angoli di spoglia posteriori di circa 20° . Taglienti che sono posizionati vicino alla sezione di calibro della punta sono tipicamente orientati in modo da avere angoli di spoglia posteriori ancora maggiori, ad esempio circa 30° . Questa variazione discontinua dell'angolo di spoglia posteriore dei taglienti modifica bruscamente il comportamento e le prestazioni dei taglienti tra ciascuna area della punta. Questa discontinuità può essere accentuata dagli angoli di spoglia effettivi dei taglienti.

Ciascun tagliente disposto sulla corona della punta ad una data distanza radiale dall'asse longitudinale della punta percorrerà una traiettoria elicoidale durante la rotazione della punta. La geometria (passo) della traiettoria elicoidale è determinata dalla ROP della punta (ossia la rapidità con cui la punta trivella una formazione) e dalla velocità di rotazione della punta. Matematicamente, si può dimostrare che l'angolo dell'elica percorsa da

un tagliente rispetto ad un piano orizzontale (ossia un piano normale all'asse longitudinale della punta) dipende dalla distanza di spaziatura del tagliente dall'asse longitudinale della punta. Per una data ROP ed una data velocità di rotazione, taglienti disposti più vicino all'asse longitudinale hanno angoli dell'elica maggiori di quelli di taglienti posizionati a distanze maggiori dall'asse longitudinale della punta. Sostanzialmente, la massima variazione di angoli dell'elica si verifica tra taglienti posizionati a circa 3,8 cm e circa 5 cm dall'asse longitudinale della punta. In questa regione, gli angoli dell'elica dei taglienti durante la rotazione della punta variano da valori prossimi a 90° per taglienti più vicini all'asse longitudinale della punta a circa 7° per taglienti posizionati a circa 5 cm dall'asse longitudinale. La variazione dell'angolo dell'elica per taglienti distanziati di circa 5 cm dall'asse longitudinale fino al calibro della punta è relativamente piccola.

L'angolo di spoglia posteriore effettivo di un tagliente è l'angolo tra il tagliente e la formazione dopo la correzione per tener conto dell'angolo dell'elica precedentemente menzionato durante la trivellazione (ossia sottrazione dell'angolo del-

l'elica di un tagliente durante la trivellazione dall'angolo di spoglia del tagliente). Poiché i taglienti possono trovarsi in posizioni radiali differenti, le loro velocità di taglio varieranno linearmente con la loro posizione radiale. Questo fenomeno di variazione dell'"angolo di spoglia effettivo" di un tagliente con la posizione radiale, la velocità di rotazione della punta, e la ROP, è noto nella tecnica ed una sua discussione più dettagliata si può trovare nel Brevetto statunitense n. 5.377.773, ceduto alla Cessionaria della presente invenzione, la cui descrizione è così incorporata nella presente nella sua interezza mediante questo riferimento.

PDC piani secondo lo stato dell'arte, come anche prodotti termicamente stabili ("thermally stable product" - TSP) ed altri tipi noti di taglienti, sono tipicamente disposti ad un dato angolo di spoglia posteriore sulla faccia della punta per migliorare la loro capacità di sopportare un carico assiale della punta, che è prodotto principalmente dalla forza rivolta verso il basso applicata alla punta durante la trivellazione, WOB. Confrontando l'angolo di spoglia effettivo di un tagliente, è facile verificare che taglienti posizionati entro circa 5 cm (ossia circa 2 pollici) dall'asse longitudinale di

una punta sono inclinati in modo più aggressivo rispetto a taglienti disposti in posizioni più lontane con angoli di spoglia posteriori reali uguali o simili.

Come risultato dei diversi angoli di spoglia effettivi di taglienti che sono orientati su una punta in modo da avere gli stessi angoli di spoglia reali, questi taglienti si usurano in misura differente, in funzione delle loro distanze radiali dall'asse longitudinale della punta. Sono stati fatti tentativi di correggere questo problema mediante ridondanza dei taglienti, ma l'efficacia delle ridondanze di taglienti è limitata dal numero di lame sulla punta e da vincoli spaziali.

Il Brevetto statunitense n. 5.979.576 di Hansen ed altri (nel seguito "Hansen"), ceduto alla Cessionaria della presente invenzione, descrive punte a lame dentate a prevenzione di rotazione eccentrica con taglienti di "fianco" disposti in una cosiddetta "zona priva di taglienti" in corrispondenza della, o vicino alla loro area di calibro. Tipicamente, un pattino di supporto sarà posizionato sulla punta in questa regione, ed assorbirà la forza squilibrata, mantenendo così stabile la punta. Invece, si propone in Hansen di disporre taglienti situati entro l'area

normalmente priva di taglienti ad una altezza minore dal profilo della punta rispetto ad altri taglienti e secondo angoli di spoglia positivi, neutri o negativi. Questi taglienti si impegnano con la formazione soltanto quando i taglienti nella zona di taglio si consumano e la punta ha una ridotta tendenza ad una rotazione eccentrica, oppure quando i taglienti nella zona di taglio raggiungono profondità di taglio relativamente elevate, ad esempio durante l'alesatura o sotto elevate velocità di penetrazione. Sotto elevate profondità di taglio, questi taglienti si impegnano con la formazione ed impediscono il danneggiamento della zona di supporto prolungando così la vita della punta a lame dentate a prevenzione di rotazione eccentrica. Mentre Hansen descrive taglienti di fianco orientati secondo angoli specifici, Hansen non descrive l'orientamento dei taglienti di fianco su una punta con angoli di spoglia differenti l'uno rispetto all'altro.

Il Brevetto statunitense n. 5.549.171 di Mensa-Wilmot ed altri descrive punte a lame dentate con insiemi di taglienti che sono generalmente distanziati radialmente nella stessa misura dall'asse longitudinale della punta ma hanno angoli di spoglia posteriori differenti. Ciò può essere ottenuto di-

sponendo taglienti con angoli di spoglia posteriori differenti su lame differenti della punta a lame dentate. Ciascun insieme di taglienti comprende taglienti orientati secondo gli stessi angoli di spoglia. Ciascuno dei taglienti di insiemi differenti su una singola lama può avere lo stesso angolo di spoglia, oppure insiemi longitudinalmente adiacenti di taglienti sono sfalsati, con una singola lama della punta comprendente taglienti orientati secondo angoli di spoglia differenti. Gli angoli di spoglia differenti dei taglienti su ciascuna lama non sono tuttavia angoli che variano in modo continuo (ossia aumentano o diminuiscono) sull'altezza della punta a lame dentate o con la variazione della distanza radiale da un asse longitudinale della punta a lame dentate.

Il Brevetto statunitense n. 3.314.033 di Tibbitts (nel seguito "Tibbitts"), ceduto alla Cessionaria della presente invenzione, descrive l'uso di taglienti ad angolo di spoglia "positivo" in combinazione con taglienti ad angolo di spoglia negativo o neutro in modo che i taglienti lavorino in cooperazione tra loro. Taglienti ad angolo di spoglia effettivo positivo sono descritti come taglienti che iniziano in modo aggressivo il taglio della forma-

zione, mentre taglienti con angolo di spoglia effettivo negativo sono descritti come taglienti che strisciano o scorrono sulla formazione. Ciò produce due meccanismi di taglio notevolmente differenti che coesistono sulla punta da perforazione, con brusche variazioni in corrispondenza del confine coincidente tra aree con angoli di spoglia posteriori effettivi differenti. Tuttavia Tibbitts non descrive una punta che comprende regioni sulla sua faccia con taglienti orientati secondo angoli di spoglia positivi o negativi differenti variabili in modo continuo.

Gli Inventori non sono a conoscenza di nessuna tecnica che descriva punte a lame dentate con taglienti fissi in una regione particolare della punta che sono orientati in modo da avere angoli di spoglia differenti variabili in modo continuo.

ENUNCIAZIONE DELL'INVENZIONE

La presente invenzione comprende punte a lame dentate rotative con taglienti fissi aventi angoli di spoglia variabili sostanzialmente in modo continuo corrispondenti alle posizioni dei taglienti rispetto all'asse longitudinale della punta a lame dentate. Come utilizzata nella presente, l'espressione "angolo di spoglia" si riferisce all'angolo radiale di una faccia di taglio di un tagliente ri-

spetto ad una linea di riferimento perpendicolare ad una superficie di una formazione trivellata, come precedentemente descritto nella presente.

In una forma di attuazione di una punta a lame dentate comprendente degli insegnamenti della presente invenzione, i taglienti sono orientati in modo da avere angoli di spoglia che aumentano proporzionalmente all'aumento della distanza radiale della posizione dei taglienti dall'asse longitudinale della punta a lame dentate.

In un'altra forma di attuazione della presente invenzione, una punta a lame dentate comprende una faccia con una molteplicità di zone o regioni separate radialmente di taglienti su di essa. Ciascuna zona di taglienti comprende un certo numero di taglienti orientati in modo da avere lo stesso angolo di spoglia posteriore. I taglienti di una zona sulla faccia della punta a lame dentate saranno tuttavia orientati in modo da avere angoli di spoglia che differiscono dai taglienti disposti entro le una o più altre zone sulla faccia della punta a lame dentate. In regioni in cui due zone adiacenti confinano l'una con l'altra, taglienti adiacenti al confine sono orientati in modo da avere angoli di spoglia che forniscono una transizione progressiva tra gli

angoli di spoglia di taglienti in ciascuna delle zone adiacenti. Inoltre, una data zona o regione può comprendere una sequenza di taglienti aventi variazioni crescenti, decrescenti, crescenti e quindi decrescenti, decrescenti e quindi crescenti, o cicliche, degli angoli di spoglia.

Un'altra forma di attuazione di una punta a lame dentate secondo la presente invenzione comprende anche taglienti fissi con almeno una regione o zona sulla faccia della punta, che sono orientati in modo da avere angoli di spoglia che variano in modo continuo, ma non necessariamente proporzionalmente alla distanza radiale di ciascuno dei taglienti dall'asse longitudinale della punta a lame dentate. Invece altri fattori, come la direzione longitudinale o l'angolo della traiettoria elicoidale di ciascun tagliente, possono essere presi in considerazione per determinare l'angolo di spoglia secondo il quale ciascuno dei taglienti è orientato.

Una punta a lame dentate comprendente degli innescamenti della presente invenzione può comprendere almeno tre taglienti orientati in modo da avere angoli di spoglia che aumentano o diminuiscono in sequenza in base alle posizioni radiali relative dei taglienti sulla punta a lame dentate, alle posizioni

longitudinali relative dei taglienti sulla punta a lame dentate, o alle posizioni relative dei taglienti su una lama della punta a lame dentate.

Gli angoli di spoglia di taglienti su punte a lame dentate secondo la presente invenzione possono prendere in considerazione l'angolo della traiettoria elicoidale che ciascun tagliente segue durante la rotazione della punta a lame dentate. L'angolo della traiettoria elicoidale può essere preso in considerazione variando in modo continuo gli angoli di spoglia effettivi dei taglienti in funzione della loro posizione sulla punta a lame dentate in modo da contrastare gli angoli di spoglia effettivi dei taglienti determinati dagli angoli delle traiettorie elicoidali dei taglienti.

E' anche previsto che gli angoli di spoglia di taglienti differenti possano essere variati in risposta a fattori di prestazione della punta. A titolo di esempio, è possibile analizzare dati di peso sulla punta in funzione della coppia e taglienti in almeno una regione sulla faccia della punta a lame dentate possono essere orientati secondo angoli di spoglia che variano in modo continuo per fornire una risposta di coppia in funzione del peso sulla punta. Come altro esempio, gli angoli di spoglia secondo i

quali taglienti differenti in una regione particolare di una faccia di una punta a lame dentate sono orientati possono essere selezionati in risposta a dati di stabilità della punta. E' anche possibile utilizzare criteri di perforazione direzionale per determinare gli angoli di spoglia differenti variabili in modo continuo di taglienti entro una regione particolare su una faccia di una punta a lame dentate. Altri esempi di fattori che possono essere considerati per determinare l'angolo di spoglia specifico variato in modo continuo di taglienti differenti su una faccia di una punta a lame dentate comprendono, ma senza carattere limitativo, caratteristiche di usura, tipo di formazione, carico sul tagliente, tensioni della roccia, filtrazione e gradienti di filtrazione in funzione della profondità di taglio di progetto in rocce permeabili, e carico termico.

Altre caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno evidenti per i tecnici del ramo dalla considerazione della descrizione seguente, dei disegni annessi, e delle rivendicazioni allegate.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La figura 1 rappresenta una vista in elevazione

INCORPORATED IN THE U.S.A.

55

55

55

55

55

55

perforazione ed illustra posizioni radiali e longitudinali dei taglienti;

le figure 5B-5E mostrano graficamente forme di attuazione per relazioni tra le posizioni verticali dei taglienti illustrati nella figura 5A e gli angoli di spoglia di questi taglienti;

la figura 6A rappresenta una vista in elevazione laterale di una lama di una punta che mostra le posizioni radiali di taglienti lungo la lama;

le figure 6B-6G mostrano graficamente le relazioni tra le posizioni radiali dei taglienti illustrati nella figura 6A lungo una singola lama e gli angoli di spoglia di ciascuno di questi taglienti;

la figura 7A rappresenta una vista in elevazione laterale di una lama di una punta che mostra le posizioni verticali dei taglienti da essa portati;

le figure 7B-7F mostrano graficamente le relazioni tra le posizioni verticali dei taglienti sulla lama illustrata nella figura 7A e gli angoli di spoglia di ciascuno di questi taglienti;

la figura 8 mostra graficamente il livello di usura presentato da ciascuno dei taglienti della punta a lame dentate che è rappresentata schematicamente nella figura 5A;

la figura 9A illustra graficamente come i ta-

glienti della punta a lame dentate illustrata nella figura 5A hanno facce di taglio orientate sostanzialmente secondo gli stessi angoli di spoglia posteriori; e

le figure 9B e 9C mostrano graficamente il riorientamento dei taglienti della punta a lame dentate illustrata nella figura 5A in risposta ai dati di usura riportati nella figura 9A.

FORME MIGLIORI PER L'ATTUAZIONE DELL'INVENZIONE

Con riferimento alle figure 1 e 2, è illustrata una punta da perforazione esemplificativa 10 a taglienti fissi del tipo rotativo per la trivellazione del terreno, che è anche indicata semplicemente come una "punta a lame dentate". La figura 1 mostra la punta a lame dentate 10 come potrebbe essere orientata durante la trivellazione di una formazione. La figura 2 illustra una faccia 12 della punta a lame dentate 10, che precede la punta a lame dentate 10 nella trivellazione di una formazione.

Come illustrato nella figura 1, la punta a lame dentate 10 può comprendere un corpo della punta realizzato sotto forma di una massa di materiale in particelle resistente all'erosione e resistente all'abrasione 200, come carburo di tungsteno (WC), infiltrata con un materiale legante tenace e duttile

201, come una lega ferro-nichel, formata su uno sbozzato di acciaio 202. Alternativamente, la punta a lame dentate 10 può comprendere un corpo di acciaio. In ogni caso, la punta a lame dentate 10 comprende un gambo 204 con una regione filettata 206 configurata in modo da fissare la punta a lame dentate 10 ad una batteria di perforazione (non rappresentata).

Come illustrato, la punta a lame dentate 10 comprende cinque lame 20 che si estendono in direzione generalmente radiale sulla faccia della punta 12 verso il calibro 22 della punta a lame dentate 10. Nelle lame 20 possono essere ricavate rientranze, che sono indicate come sedi per taglienti 30, che portano elementi di taglio, che sono anche indicati nella presente per semplicità come taglienti 150. I taglienti 150 sono orientati in modo da tagliare una formazione durante la rotazione della punta a lame dentate 10. Le aree rientranti disposte tra pattini di calibro 18 ad estremità superiori di lame adiacenti 20 che si estendono radialmente oltre il corpo della punta sono indicate come scanalature di scarico 16.

La punta a lame dentate 10 comprende anche passaggi interni 80, che alimentano fluido di perfora-

zione dalla batteria di perforazione (non illustrata), attraverso il gambo 204, alla faccia 12. I passaggi 80 comunicano con la faccia 12 attraverso aperture 14 ricavate nella faccia 12. Le aperture 14 sono preferibilmente configurate in modo da ricevere ugelli 82. Gli ugelli 82 possono essere disposti in posizione adiacente alla faccia 12 alle estremità dei passaggi 80 in modo da dirigere fluido di perforazione proiettato dai passaggi 80 in direzioni tali da facilitare il raffreddamento e la pulitura degli elementi di taglio 150, oltre alla rimozione di trucioli della formazione ed altri detriti dalla faccia 12 della punta a lame dentate 10 attraverso le scanalature di scarico 16.

La figura 3A illustra una sezione di una lama 20 che comprende una sede 30 per un tagliente, i cui lati (vedere figura 2) sono stati omessi per chiarezza. Ciascuna sede 30 per un tagliente comprende una superficie posteriore 32, che è orientata secondo un angolo che applica ad una faccia di taglio 160 di un tagliente 150 disposto entro la sede 30 del tagliente, un angolo di spoglia 40 desiderato rispetto ad una superficie di una formazione trivellata, come illustrato nella figura 3B. Il tagliente 150 può essere fissato entro la sede del tagliente

30 mediante procedimenti noti, ad esempio per brasatura o, in alcune punte a lame dentate a base di particelle, mediante posizionamento di taglienti 150 che portano sinterizzati TSP entro sedi 30 prima dell'infiltrazione della matrice di particelle del corpo della punta. Come illustrato nella figura 3B, la faccia di taglio 160 è orientata con un angolo di spoglia negativo 40, o angolo di spoglia posteriore. Tuttavia, nella presente invenzione, i taglienti 150 possono anche essere orientati su punte a lame dentate 10 con angoli di spoglia neutri o con angoli di spoglia positivi rispetto ad una superficie della formazione trivellata.

Il modo specifico in cui gli angoli di spoglia 40 possono essere variati in modo continuo in forme di attuazione differenti può dipendere da molti fattori, compresi, senza carattere limitativo, la struttura della punta a lame dentate 10 (ossia la forma del profilo della punta a lame dentate 10), il grado di ridondanza di taglienti 150, lo spessore del sinterizzato, o piastrina di diamante, su ciascun tagliente 150, la formazione da trivellare, la pressione della formazione (ossia la tensione del foro di trivellazione) e la profondità a cui un foro deve essere trivellato nella formazione. Risposte

desiderate di peso sulla punta o coppia, nonché considerazioni di perforazione direzionale, possono influenzare forme di attuazione di angoli di spoglia variabili in modo continuo 40 di taglienti 150. Dati di stabilità possono anche costituire la base per la progettazione di una punta a lame dentate 10 con taglienti 150 orientati con le loro facce di taglio 160 secondo angoli di spoglia variabili in modo continuo 40.

In una forma di attuazione esemplificativa della presente invenzione, che è illustrata nelle figure 4A-4M, una punta a lame dentate 10 può portare taglienti 150 che sono orientati in modo da avere angoli di spoglia che dipendono almeno parzialmente dalle distanze radiali di questi taglienti 150 da un asse longitudinale 44 della punta a lame dentate 10.

Le figure 4A-4E illustrano rispettivamente ciascuna delle diverse lame 20 (20a, 20b, 20c, eccetera) della punta a lame dentate 10 (figure 1 e 2) ed i taglienti 150 (150A-150V) da esse portati. Come illustrato nelle figure 4A-4E, i taglienti 150 sono denominati in sequenza A-V, in funzione delle rispettive distanze radiali dall'asse longitudinale 44, con il tagliente 150A disposto più vicino all'asse longitudinale 44 ed il tagliente 150V più

lontano dall'asse longitudinale 44.

Le figure 4F-4M rappresentano grafici che mostrano diverse relazioni esemplificative tra gli angoli di spoglia di taglienti 150 e le loro distanze radiali relative dall'asse longitudinale 44. Come indicato in ciascuna delle figure 4F-4M, punte a lame dentate secondo ciascuna di queste forme di attuazione comprendono almeno una regione 70 con taglienti 150 aventi facce di taglio 160 che sono orientate secondo angoli di spoglia 40 (figura 3B) che variano in modo continuo in questa regione 70. Dove appropriato, sono indicate regioni 72 dei grafici in cui una punta a lame dentate 10 comprende almeno due taglienti 150 disposti a distanze sequenziali (ad esempio i taglienti 150C e 150D) dall'asse longitudinale 44 che hanno facce di taglio 160 con angoli di spoglia 40 che sono differenti e variano in misura inferiore a circa cinque gradi.

Come illustrato nella figura 4F, la relazione tra le distanze radiali dei taglienti 150 dall'asse longitudinale 44 e gli angoli di spoglia 40 (figura 3B) dei taglienti 150 può essere sostanzialmente lineare. Mentre la figura 4F mostra taglienti 150 orientati con facce di taglio 160 con angoli di spoglia più negativi 40 con l'aumento della distanza

radiale dei taglienti 150 dall'asse longitudinale, gli angoli di spoglia 40 di facce di taglio 160 di taglienti 150 possono alternativamente diventare meno negativi (ossia più positivi) con l'aumento della distanza radiale tra i taglienti 150 e l'asse longitudinale 44, come illustrato con linee tratteggiate nella figura 4F.

Come alternativa, le facce di taglio 160 dei taglienti 150 possono essere posizionate secondo angoli di spoglia che variano, in una relazione sostanzialmente ciclica, come illustrato nella figura 4G. Come illustrato nella figura 4G, gli angoli di spoglia 40 di facce di taglio 160 di taglienti 150 sono indipendenti dalla distanza radiale di ciascun tagliente 150 dall'asse longitudinale 44. Invece l'angolo di spoglia 40 di ciascun tagliente 150 (ad esempio il tagliente 150C) può essere correlato con l'angolo di spoglia 40 del tagliente 150 precedente più vicino all'asse (ad esempio il tagliente 150B) o con l'angolo di spoglia 40 del tagliente 150 vicino più lontano dall'asse (ad esempio il tagliente 150D). A titolo di esempio, la figura 4G mostra taglienti 150B e 150D aventi facce di taglio 160 che sono orientate con un angolo di spoglia negativo di circa 25° , mentre la faccia di taglio 160 del ta-

gliente 150C, che si trova ad una distanza radiale dall'asse longitudinale 44 che è compresa tra le distanze a cui sono disposti i taglienti 150B e 150D dall'asse longitudinale 44, è orientata con un angolo di spoglia negativo di circa 15° .

La figura 4H mostra graficamente l'orientamento di taglienti 150 su una punta a lame dentate 10 che comprende tre regioni. Le facce di taglio 160 di taglienti 150A-150G, che sono disposti in una prima regione della punta a lame dentate 10 e sono situati più vicino al suo asse longitudinale 44, sono orientate in modo da avere sostanzialmente gli stessi angoli di spoglia 40. Una seconda regione intermedia 70/72 della punta a lame dentate 10 comprende taglienti con facce di taglio 160 orientate secondo una varietà di angoli di spoglia differenti 40. Come illustrato, gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160 dei taglienti 150H-150P diventano meno negativi con l'aumento della distanza radiale dei taglienti 150H-150P nella seconda regione intermedia 70/72 dall'asse longitudinale 44. I taglienti 150 nella regione 70/72 sono disposti con le loro facce di taglio 160 orientate secondo angoli di spoglia differenti 40, con l'angolo di spoglia 40 della faccia di taglio 160 di ciascun tagliente sequenziale

150H, 150I, 150J, eccetera, che varia di meno di circa cinque gradi rispetto agli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160 dei taglienti precedenti e successivo 150. Una terza regione della punta a lame dentate 10, che è più distante radialmente dall'asse longitudinale 44, comprende taglienti 150Q-150V aventi facce di taglio 160 che sono orientate sostanzialmente secondo gli stessi angoli di spoglia 40 rispetto ad una superficie di una formazione da trivellare. Gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160 dei taglienti 150A-150G, disposti nella prima regione della faccia 12 della punta a lame dentate 10, sono meno negativi degli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160 degli elementi di taglio 150Q-150V, che sono disposti nella terza regione della faccia 12.

La figura 4I rappresenta graficamente un'altra punta a lame dentate 10 con taglienti 150 disposti in tre regioni della faccia 12. Contrariamente alla disposizione dei taglienti 150 illustrata nella figura 4H, le facce di taglio 160 dei taglienti 150A-150G in una prima regione della faccia 12 sono orientate con angoli di spoglia 40 più negativi delle facce di taglio 160 dei taglienti 150Q-150V situati nella terza regione della faccia 12. Per for-

nire una transizione tra gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160 dei taglienti 150 della prima e della terza regione, gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160 dei taglienti 150H-150P nella seconda regione intermedia 70/72 della faccia 12 diventano meno negativi con l'aumento della distanza a cui ciascun tagliente 150 è posizionato dall'asse longitudinale 44 della punta a lame dentate 10. Come nell'illustrazione grafica della figura 4H, la figura 4I illustra che gli angoli di spoglia 40 di facce di taglio 160 di taglienti 150 nella regione 70/72 sono disposti con le loro facce di taglio 160 orientate secondo angoli di spoglia 40 differenti e che l'angolo di spoglia 40 della faccia di taglio 160 di ciascun tagliente sequenziale 150H, 150I, 150J, eccetera, varia di meno di circa cinque gradi dagli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160 dei taglienti precedente e successivo 150.

La figura 4J rappresenta anche graficamente gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160 di taglienti 150 disposti in tre regioni di una faccia 12 di una punta a lame dentate. I taglienti 150A-150F, che sono disposti più vicino ad un asse longitudinale 44 della punta a lame dentate 10, sono supportati su una prima regione della faccia 12. I ta-

glienti 150G-150N sono distanziati radialmente dall'asse longitudinale 44 in misura superiore ai taglianti 150A-150F e sono disposti su una seconda regione intermedia della faccia 12. La terza regione della faccia 12 porta taglianti 150O-150V, che sono distanziati in misura ancora superiore dall'asse longitudinale 44. Mentre la figura 4J mostra i taglianti 150A-150F ed i taglianti 150°-150V aventi facce di taglio 160 che sono orientate sostanzialmente secondo gli stessi angoli di spoglia 40, i taglianti 150 nella seconda regione della faccia 12 che sono posizionati a distanze radiali sequenziali dall'asse longitudinale 44 (ad esempio i taglianti 150G e 150H) hanno facce di taglio 160 che sono orientate secondo angoli di spoglia differenti 40 iniziando con una diminuzione dell'angolo di spoglia posteriore seguito da un aumento secondo una progressione non lineare, con le facce di taglio 160 di taglianti 150 posizionati a distanze radiali intermedie dall'asse longitudinale 44 (ad esempio il tagliante 150K) orientate secondo gli angoli di spoglia 40 più negativi.

Le figure 4K-4T illustrano graficamente altre configurazioni di taglianti 150 comprendenti regioni con angoli di spoglia 40 variabili in modo continuo

che attuano insegnamenti della presente invenzione.

Le figure 5A-5L illustrano schematicamente e graficamente un'altra forma di attuazione di un posizionamento di progetto per taglienti 150' per una punta a lame dentate 10', in cui gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160' dei taglienti 150' sono correlati, almeno in parte, con le posizioni verticali dei taglienti 150' rispetto ad un asse longitudinale 44' della punta a lame dentate 10'.

Come illustrato nella figura 5A, la punta a lame dentate 10' comprende una faccia 12' e lame 20' su cui sono orientati una molteplicità di taglienti 150A'-150V', che sono complessivamente indicati come taglienti 150'. Benché tutti i taglienti 150' siano illustrati nella figura 5A posizionati su un'unica lama 20', la figura 5A illustra soltanto le posizioni di taglienti 150' l'uno rispetto all'altro con riferimento sia ad un asse longitudinale 44' della punta a lame dentate 10' sia ad una posizione verticale lungo l'asse longitudinale 44'. In realtà, i taglienti 150' sono supportati su diverse lame 20', e le posizioni dei taglienti sono state ruotate in un unico piano per chiarezza. La sequenza dei taglienti 150A'-150V' è tuttavia basata sulle distanze

radiali relative dei taglienti 150A'-150V' dall'asse longitudinale 44', con il tagliente 150A' disposto più vicino all'asse longitudinale 44' ed il tagliente 150V' posizionato alla massima distanza radiale dall'asse longitudinale 44'.

Le figure 5B-5E illustrano diverse relazioni esemplificative tra la posizione verticale di ciascun tagliente 150' lungo l'asse longitudinale 44' della punta a lame dentate 10' e l'angolo di spoglia 40 della faccia di taglio 160' di ciascun tagliente 150'. Come illustrato nelle figure 5B-5E, ciascuna delle relazioni esemplificative tra le posizioni verticali dei taglienti 150' e gli angoli di spoglia 40 secondo i quali le facce di taglio 160' dei taglienti 150' sono orientate comprende regioni 70 sulla faccia 12' che portano insieme di due o più taglienti posizionati in sequenza 150' che sono orientati in modo che gli angoli di spoglia 40 delle rispettive facce di taglio 160' varino in modo continuo. In almeno alcune regioni 72, gli angoli di spoglia 40 di taglienti posizionati in sequenza 150' variano di meno di circa cinque gradi.

Come illustrato nella figura 5A, tra i taglienti 150A'-150V', il tagliente 150G' si trova nella posizione più bassa lungo l'asse longitudinale 44',

mentre il tagliente 150V' si trova nella posizione più alta lungo l'asse longitudinale 44'. Le disposizioni esemplificative dei taglienti 150' illustrate nelle figure 5B-5E mostrano che l'angolo di spoglia 40 della faccia di taglio 160' del tagliente in posizione più bassa 150G' può essere l'angolo di spoglia massimo o l'angolo di spoglia minimo di tutti i taglienti 150'. Tuttavia, altri orientamenti di angoli di spoglia dei taglienti 150' che sono correlati con le posizioni verticali relative di almeno alcuni taglienti su una punta a lame dentate 10' rientrano anche nell'ambito della presente invenzione.

Passando ora alle figure 6A-6G, è illustrata una forma di attuazione di una disposizione di angoli di spoglia 40 di taglienti 150" che prende in considerazione le posizioni relative dei taglienti 150" lungo un'unica lama 20" di una punta a lame dentate 10".

Come illustrato nella figura 6A, la punta a lame dentate 10" comprende una lama 20" che porta taglienti 150A"-150F", che sono complessivamente indicati nella presente come taglienti 150". Le figure 6B-6G illustrano diverse relazioni possibili tra le posizioni dei taglienti 150" lungo la lama 20", o le distanze radiali dei taglienti 150" su un'unica lama

20" da un asse longitudinale 44" della punta a lame dentate 10", e gli angoli di spoglia 40 secondo i quali le facce di taglio 160" dei taglienti 150" sono orientate. Anche in questo caso, gli angoli di spoglia 40 di almeno alcuni taglienti 150" posizionati in sequenza in una regione 70 della lama 20" variano in modo continuo. La lama 20" può anche comprendere taglienti 150" disposti in posizioni adiacenti, che sono identificati nelle figure 6B-6G dal numero di riferimento 72, che hanno facce di taglio 160" orientate secondo angoli di spoglia 40 che differiscono di meno di circa cinque gradi l'uno dall'altro.

Nelle figure 7A-7F, è illustrata ancora un'altra forma di attuazione di una disposizione degli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160''' che variano in modo continuo, comprendente insegnamenti della presente invenzione.

La figura 7A mostra una lama 20''' di una punta a lame dentate 10''' che porta taglienti 150A'''-150F'''. In questa forma di attuazione, gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160''' dei taglienti 150A'''-150F''' sono almeno parzialmente determinati in funzione della posizione verticale di ciascun tagliente 150A'''-150F''' su un'unica lama

20''' rispetto ad un asse longitudinale 44''' della punta a lame dentate 10'''. Così, gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160''' sono indipendenti dal posizionamento dei taglienti su altre lame della punta a lame dentate 10'''. Mentre gli angoli di spoglia 40 della presente forma di attuazione dipendono almeno parzialmente dalle posizioni verticali dei taglienti 150A'''-150F''', la sequenza di identificazione dei taglienti 150A'''-150F''' è basata sulla distanza relativa a cui ciascuno dei taglienti 150A'''-150F''' sulla lama 20''' è posizionato radialmente dall'asse longitudinale 44'''.

Diverse disposizioni esemplificative di angoli di spoglia 40 di taglienti 150A'''-150F''' sono illustrate nei grafici delle figure 7B-7F. Come illustrato nelle figure 7B-7F, in ciascuna di queste disposizioni di angoli di spoglia 40, taglienti posizionati in sequenza 150''' su almeno una porzione della lama 20'', che è indicata come regione 70, sono orientati con le loro facce di taglio 160''' disposte ad angoli di spoglia 40 differenti variabili in modo continuo. Dove appropriato, sono indicate le regioni 72 di una lama 20''' in cui almeno due taglienti sequenzialmente adiacenti 150''' hanno facce di taglio 160''' che sono orientate secondo

angoli di spoglia differenti che variano di meno di circa cinque gradi.

Come precedentemente menzionato, gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160 dei taglienti 150 possono essere vantaggiosamente determinati in modo da migliorare le singole caratteristiche di usura di un tagliente in una o più posizioni su una faccia 12 di una punta a lame dentate 10 o le caratteristiche complessive di usura della punta a lame dentate 10. Realizzando in questo modo una punta a lame dentate 10, è possibile raccogliere dati di usura, da punte a lame dentate consumate, da simulazioni su calcolatore, o da estrapolazione di dati di laboratorio. Quindi, dall'analisi dei dati di usura, gli angoli di spoglia 40 secondo i quali le facce di taglio 160 dei taglienti 150 sulla punta sono orientate possono essere modificati per correggere l'usura relativa di uno o più taglienti 150 o dell'intera punta a lame dentate 10 in modo da allungare la vita utile dei taglienti 150 o della punta a lame dentate 10.

Soltanto a titolo illustrativo, la figura 8 mostra un esempio dell'usura relativa di taglienti 150A'-150V' della punta a lame dentate 10' illustrata nella figura 5A. Ciascuno dei taglienti 150A'-

WORLDWIDE PARTNERS S.P.A.

usura dei taglienti 150' in altre posizioni sulla punta a lame dentate 10'. Nella figura 9B, gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160' dei taglienti 150A'-150H', che, come indicato nella figura 8, presentavano un'usura molto limitata (meno di circa cinque per cento), non sono stati modificati, mentre la negatività degli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160' degli altri taglienti 150I'-150V' è stata aumentata con l'aumento del livello di usura illustrato nella figura 8.

Alternativamente, come illustrato nella figura 9C, gli angoli di spoglia 40 possono essere modificati riducendo la negatività dell'angolo di spoglia 40 per le facce di taglio 160' dei taglienti 150A'-150H', che presentano una usura limitata, ed aumentando la negatività degli angoli di spoglia 40 per le facce di taglio 160' dei taglienti 150I'-150V' nelle aree ad usura maggiore della faccia 12' della punta a lame dentate 10'. Una motivazione per questa strategia sarebbe quella di evitare l'aumento eccessivo del peso sulla punta a causa dell'aumento medio della negatività dell'angolo di spoglia 40 (ossia l'angolo di spoglia posteriore) dei taglienti 150'.

In questa forma di attuazione dell'invenzione, le figure 9B e 9C illustrano la modifica degli angoli

li di spoglia 40 in modo da seguire in generale l'andamento del livello di usura. Le modifiche illustrate nelle figure 9B e 9C non sono intese in senso limitativo dell'ambito dell'invenzione; piuttosto queste modifiche sono fornite soltanto come forme di attuazione esemplificative dell'invenzione.

Benché sia particolarmente evidente dalle rappresentazioni grafiche delle figure 6B-6E, è possibile utilizzare funzioni matematiche per variare in modo continuo gli angoli di spoglia 40 delle facce di taglio 160, 160', 160", 160''' di almeno alcuni taglienti 150, 150', 150", 150''' supportati sulla faccia 12, 12', 12", 12''' di una punta a lame dentate 10, 10', 10", 10'''. Ad esempio, è possibile utilizzare funzioni matematiche per aumentare in generale o ridurre in generale gli angoli di spoglia 40 di taglienti 150, 150', 150", 150''' in una regione variabile 70, in funzione delle posizioni relative di questi taglienti 150, 150', 150", 150'''. E' anche possibile utilizzare funzioni lineari o funzioni non lineari per disporre taglienti 150, 150', 150", 150''' in una regione 70 sulla faccia 12, 12', 12", 12''' di una punta a lame dentate 10, 10', 10", 10''' in modo che le loro facce di taglio 160, 160', 160", 160''' siano orientate secondo an-

ferenti dei taglienti consiste nel rendere uniformi le forze dei taglienti tra due aree con angoli di spoglia posteriori differenti dei taglienti. Queste forze dei taglienti interessano direttamente la rotazione eccentrica della punta ed il comportamento dinamico della punta. Così, una transizione progressiva fornisce il vantaggio di una trivellazione regolare e più stabile. La riduzione delle vibrazioni e dei carichi dinamici allunga la vita utile dei taglienti, prolungando così anche la vita utile della punta. Un altro vantaggio consiste nel fatto che, variando l'angolo di spoglia posteriore, è possibile regolare le prestazioni di trivellazione e le caratteristiche di usura.

Come altra alternativa, una punta da perforazione comprendente degli insegnamenti della presente invenzione può includere taglienti con angoli di spoglia che variano in modo continuo in una configurazione a generazione casuale. Ad esempio, gli angoli di spoglia dei taglienti di tale punta da perforazione potrebbero essere determinati da un generatore di numeri casuali, in modo noto nella tecnica, invece che in funzione della posizione radiale o assiale di ciascun tagliente sulla punta. Angoli di spoglia casuali possono, ad esempio, essere utili

per conferire alla punta una maggiore stabilità o un livello desiderato di generazione di detriti.

Molte aggiunte, cancellazioni e modifiche possono essere apportate alle forme di attuazione preferite dell'invenzione come descritto nella presente senza allontanarsi dall'ambito dell'invenzione come rivendicato nel seguito.

JACOBI & CO. SpA

RIVENDICAZIONI

1. Punta a lame dentate per la trivellazione di formazioni sotterranee, comprendente:

un corpo della punta comprendente un asse longitudinale, un calibro della punta distanziato in direzione sostanzialmente radiale dall'asse longitudinale suddetto, ed una faccia posizionata in modo da precedere la punta a lame dentate nella formazione sotterranea durante la trivellazione; e

una molteplicità di taglienti orientati sul corpo della punta suddetto, in cui un angolo di spoglia di ciascun tagliente della molteplicità suddetta di taglienti è funzione di almeno un parametro selezionato tra una distanza radiale del tagliente suddetto dall'asse longitudinale suddetto ed una posizione verticale del tagliente suddetto lungo l'asse longitudinale suddetto.

2. Punta a lame dentate secondo la rivendicazione 1, in cui almeno due taglienti posizionati almeno sulla faccia suddetta hanno angoli di spoglia differenti.

3. Punta a lame dentate secondo la rivendicazione 1 oppure 2, in cui almeno una regione della faccia suddetta comprende un primo tagliente con un primo angolo di spoglia ed un secondo tagliente con un se-

condo angolo di spoglia, in cui il primo ed il secondo angolo di spoglia suddetti variano in misura inferiore a circa cinque gradi.

4. Punta a lame dentate secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-3, in cui almeno una regione della faccia suddetta comprende un primo tagliente con un primo angolo di spoglia, un secondo tagliente con un secondo angolo di spoglia, ed un terzo tagliente con un terzo angolo di spoglia, in cui il primo, il secondo ed il terzo angolo di spoglia suddetti differiscono l'uno dall'altro.

5. Punta a lame dentate secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-4, in cui i taglienti suddetti sono in sequenza con riferimento a distanze radiali della molteplicità suddetta di taglienti dall'asse longitudinale suddetto.

6. Punta a lame dentate secondo la rivendicazione 5, in cui almeno tre taglienti in sequenza della molteplicità suddetta di taglienti hanno ciascuno angoli di spoglia differenti da un angolo di spoglia di un tagliente sequenzialmente adiacente.

7. Punta a lame dentate secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-4, in cui i taglienti suddetti sono in sequenza con riferimento a posizioni verticali della molteplicità suddetta di taglienti lungo

l'asse longitudinale suddetto.

8. Punta a lame dentate secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-7, comprendente inoltre una molteplicità di lame.

9. Punta a lame dentate secondo la rivendicazione 8, in cui almeno due taglienti posizionati su una lama della molteplicità di lame suddetta hanno angoli di spoglia differenti.

10. Punta a lame dentate secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-9, in cui angoli di spoglia della molteplicità di taglienti suddetta sono configurati in modo da ridurre l'usura di almeno alcuni taglienti della molteplicità di taglienti suddetta.

11. Punta a lame dentate secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-9, in cui angoli di spoglia della molteplicità di taglienti suddetta sono configurati in modo da ridurre il carico termico di almeno alcuni taglienti della molteplicità di taglienti suddetta.

12. Punta a lame dentate secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-9, in cui almeno alcuni taglienti della molteplicità di taglienti suddetta hanno angoli di spoglia che sono configurati in modo da facilitare la perforazione direzionale con la punta a lame dentate.

13. Punta a lame dentate secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-9, in cui almeno alcuni taglienti della molteplicità di taglienti suddetta hanno angoli di spoglia che sono configurati in modo da ridurre le sollecitazioni applicate dal foro di trivellazione sugli almeno alcuni taglienti suddetti.

14. Procedimento per la progettazione di una punta da perforazione rotativa per la trivellazione di una formazione sotterranea, comprendente:

la selezione di una forma della punta e di criteri di prestazione desiderati;

la selezione di almeno due taglienti in sequenza per il posizionamento sulla forma di punta suddetta;

l'acquisizione di dati di prestazione di trivellazione;

il confronto dei dati di prestazione di trivellazione suddetti con i criteri di prestazione desiderati suddetti;

la modifica di un angolo di spoglia degli almeno due taglienti in sequenza suddetti della forma di punta suddetta in risposta al confronto suddetto, in modo che un angolo di spoglia di ciascuno degli almeno due taglienti in sequenza suddetti corrisponda ad un angolo di spoglia differente da ciascun ta-

gliente sequenzialmente adiacente.

15. Procedimento secondo la rivendicazione 14, in cui l'acquisizione suddetta di dati di prestazione di trivellazione comprende la simulazione matematica della trivellazione di una formazione di roccia con la forma di punta selezionata suddetta.

16. Procedimento secondo la rivendicazione 14, in cui l'acquisizione suddetta di dati di prestazione di trivellazione comprende la trivellazione di una formazione sotterranea con almeno una punta da perforazione rotativa avente la forma di punta suddetta.

17. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 14-16, comprendente inoltre la selezione degli almeno due taglienti in sequenza suddetti sulla base di almeno uno dei seguenti criteri: i taglienti si trovano a distanze radiali in sequenza da un asse longitudinale della forma di punta selezionata suddetta, ed i taglienti suddetti sono disposti in posizioni in sequenza lungo un asse longitudinale della forma di punta selezionata suddetta.

18. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 14-17, in cui la configurazione suddetta comprende la configurazione degli almeno due taglienti in sequenza suddetti in modo che siano si-

tuati su una stessa lama della forma di punta selezionata suddetta.

19. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 14-18, in cui la modifica suddetta è effettuata sulla base di almeno uno dei seguenti criteri: le caratteristiche di usura degli almeno due taglienti in sequenza suddetti, le caratteristiche di carico termico degli almeno due taglienti in sequenza suddetti, la stabilità di trivellazione della punta da perforazione rotativa, i parametri di perforazione direzionale della punta da perforazione rotativa, le posizioni radiali degli almeno due taglienti in sequenza suddetti sulla punta da perforazione rotativa, le posizioni longitudinali degli almeno due taglienti in sequenza suddetti sulla punta da perforazione rotativa, le posizioni degli almeno due taglienti in sequenza suddetti su una singola lama, e le tensioni del foro di trivellazione che saranno incontrate dalla punta da perforazione rotativa.

Edgardo Deambrogi
EDGARDO DEAMBROGI
(iscr. No. 9318)



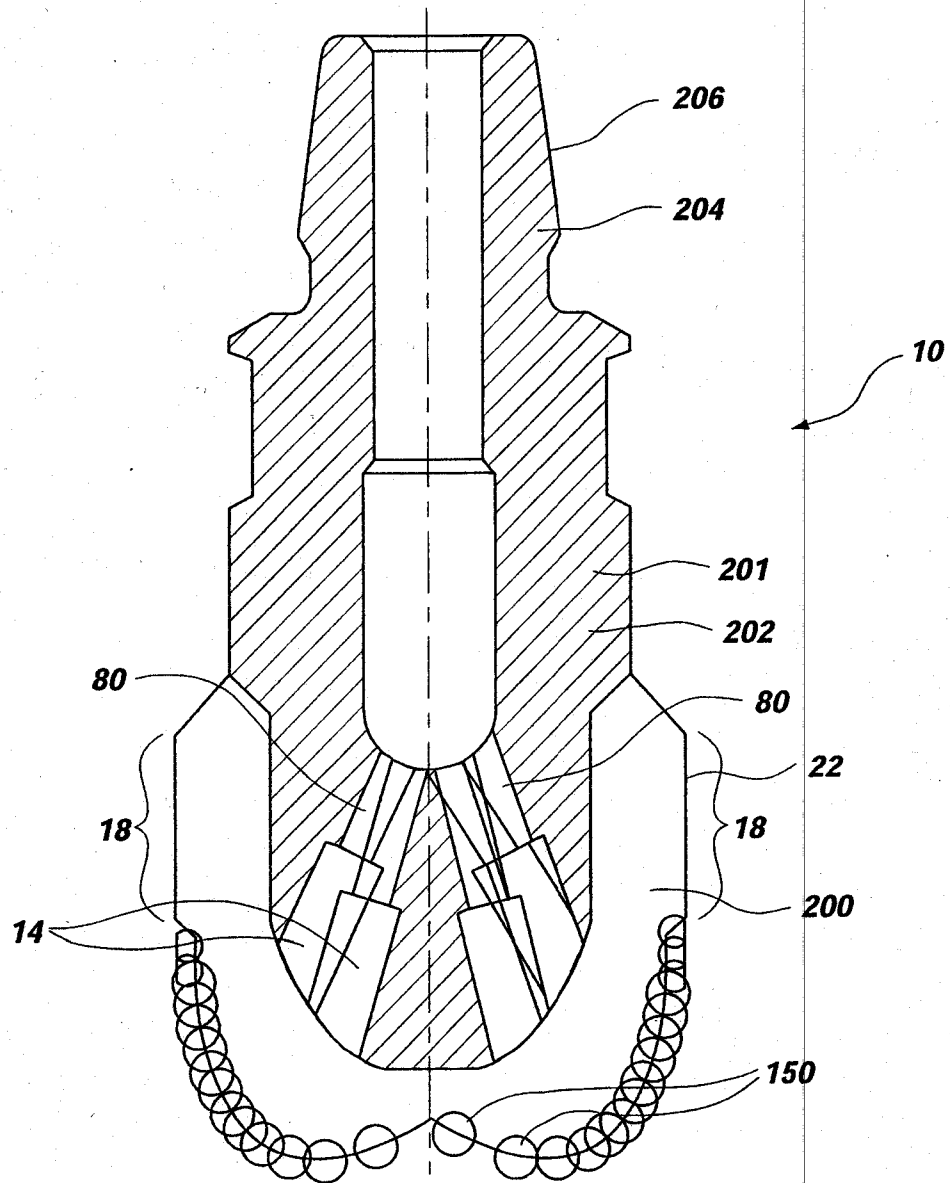


Fig. 1

Edgardo De Muro
 EDGARDO DE MURO
 (Ass. No. 5315)



TO 2001 A001104

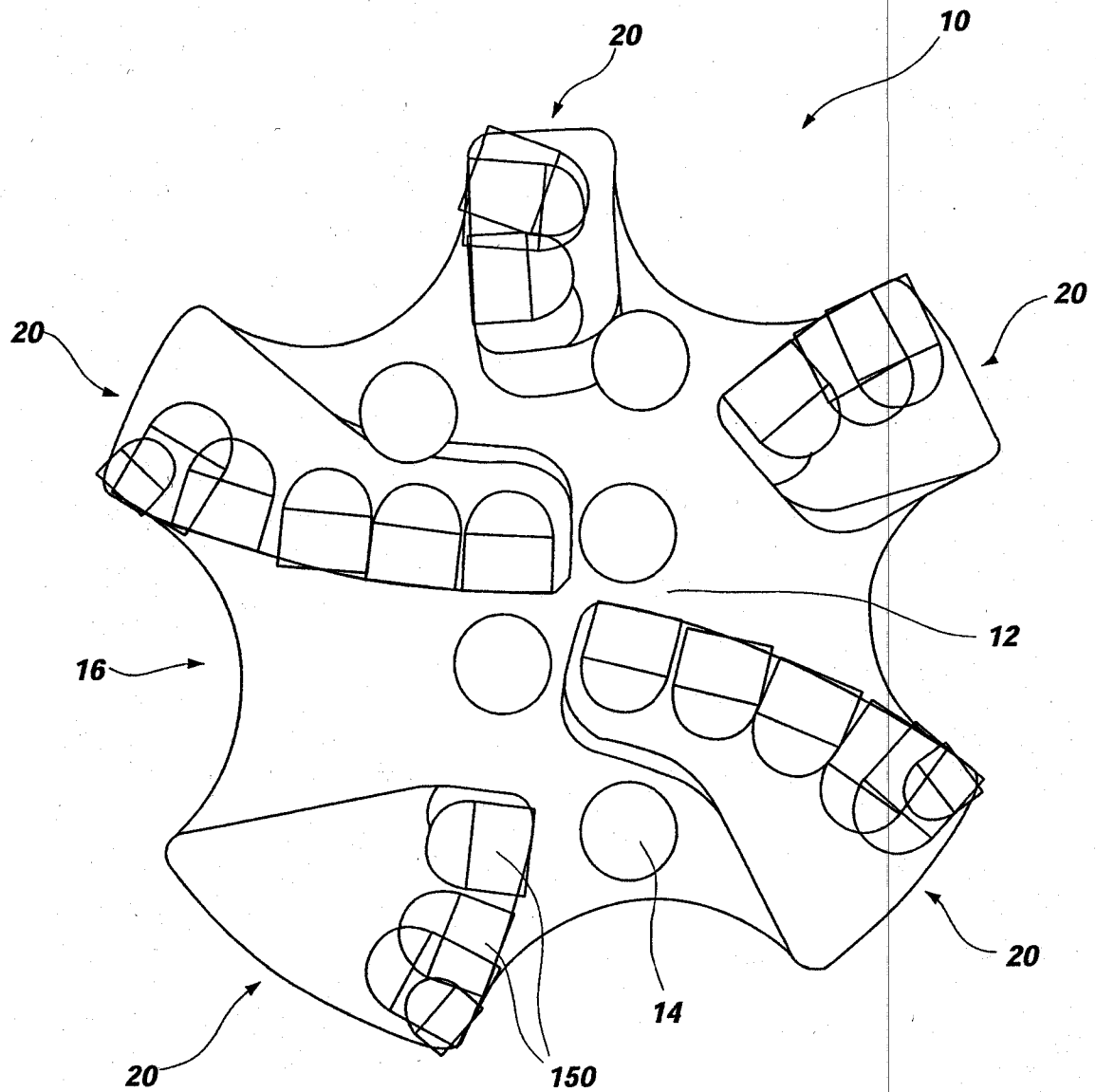


Fig. 2

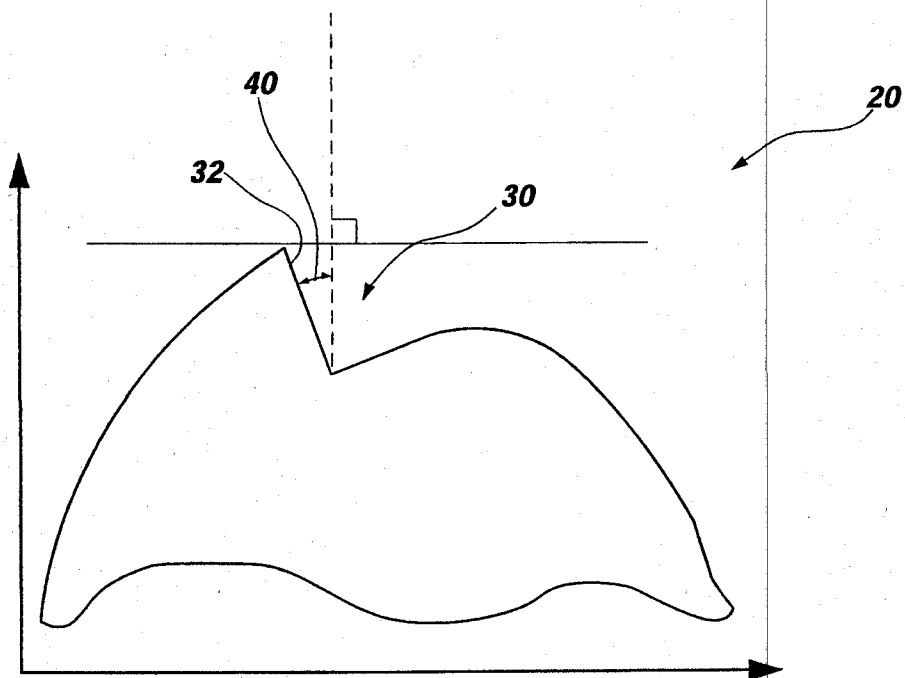


Fig. 3A

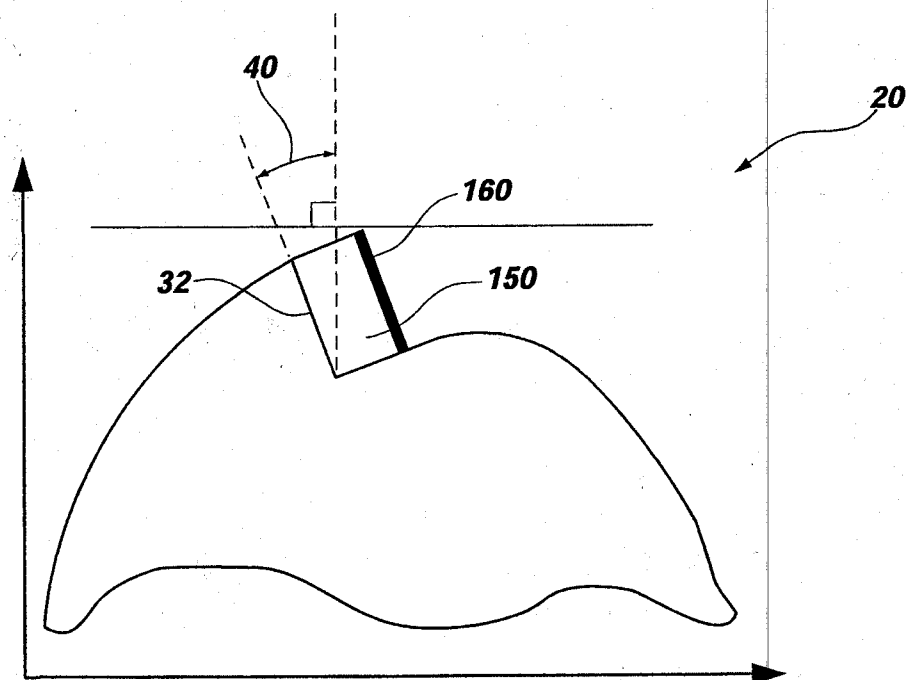


Fig. 3B

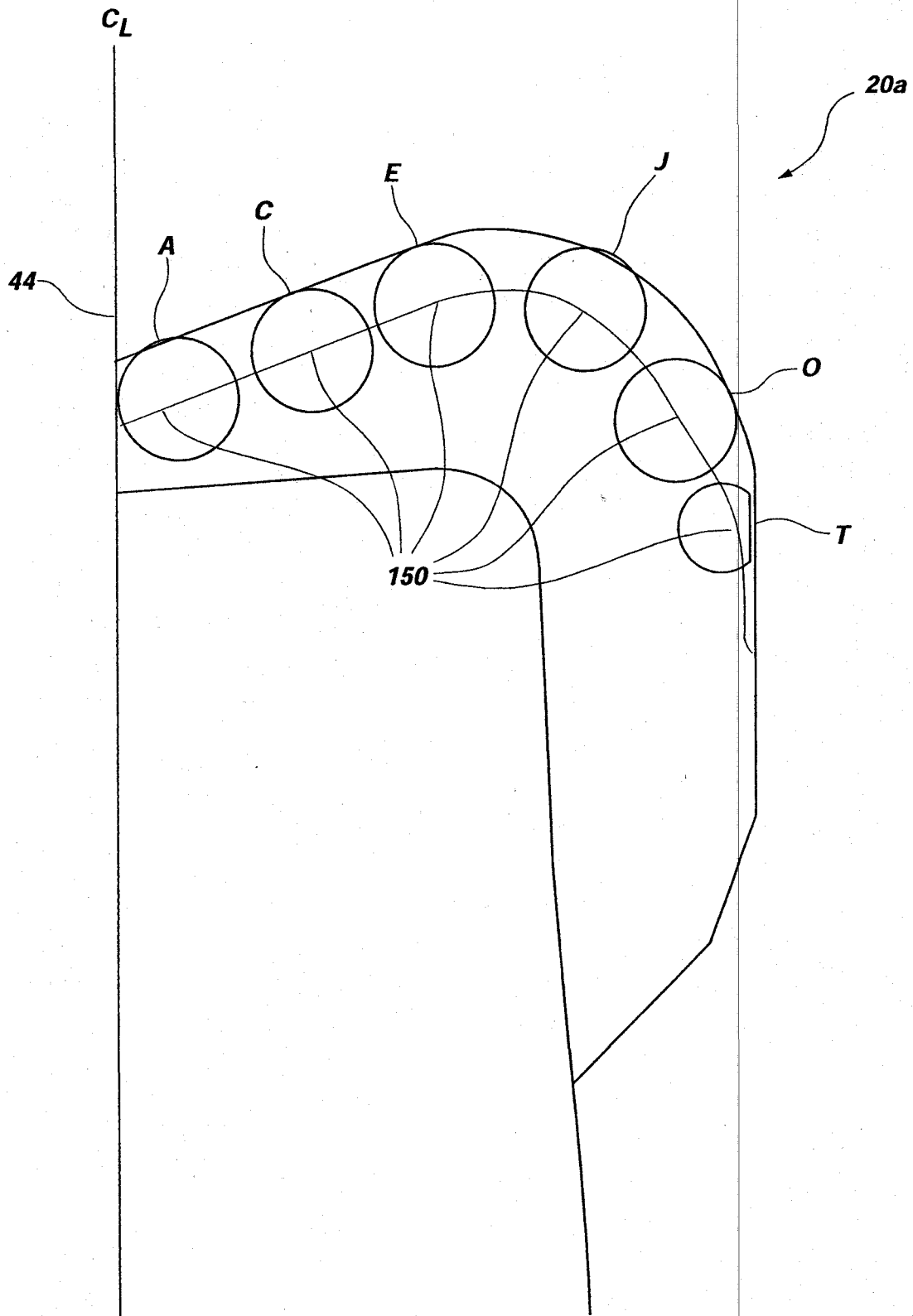


Fig. 4A

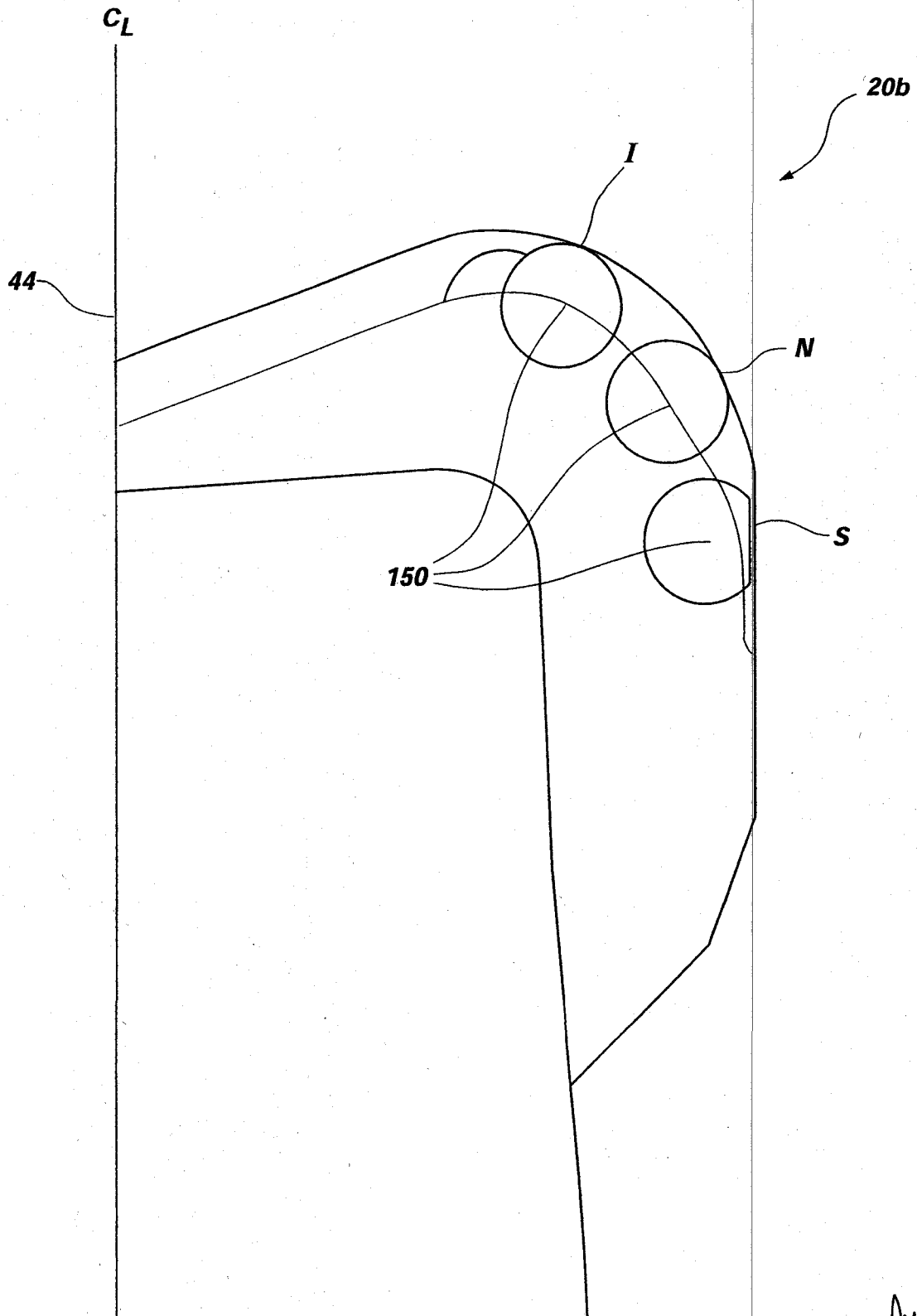


Fig. 4B

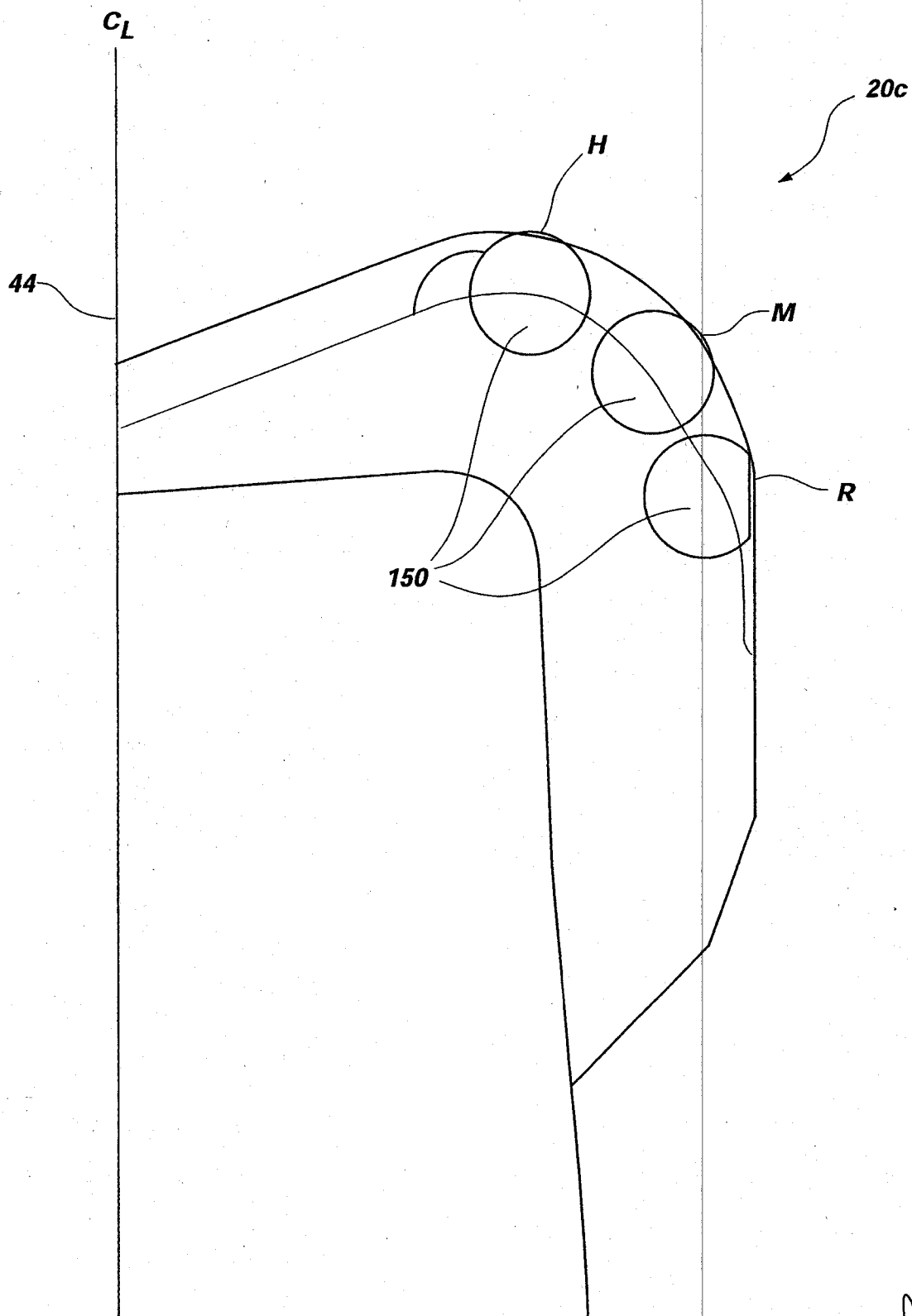


Fig. 4C

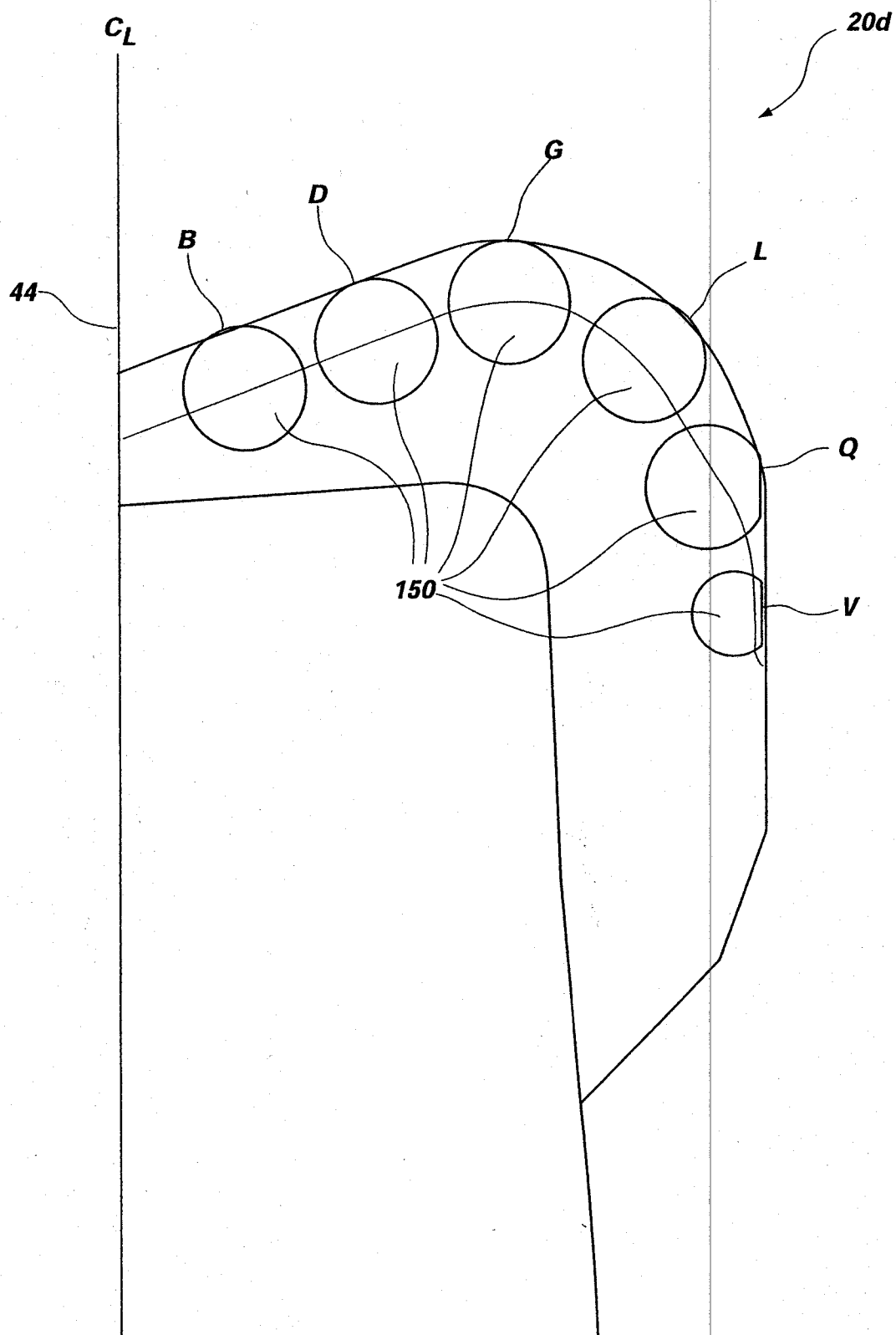


Fig. 4D

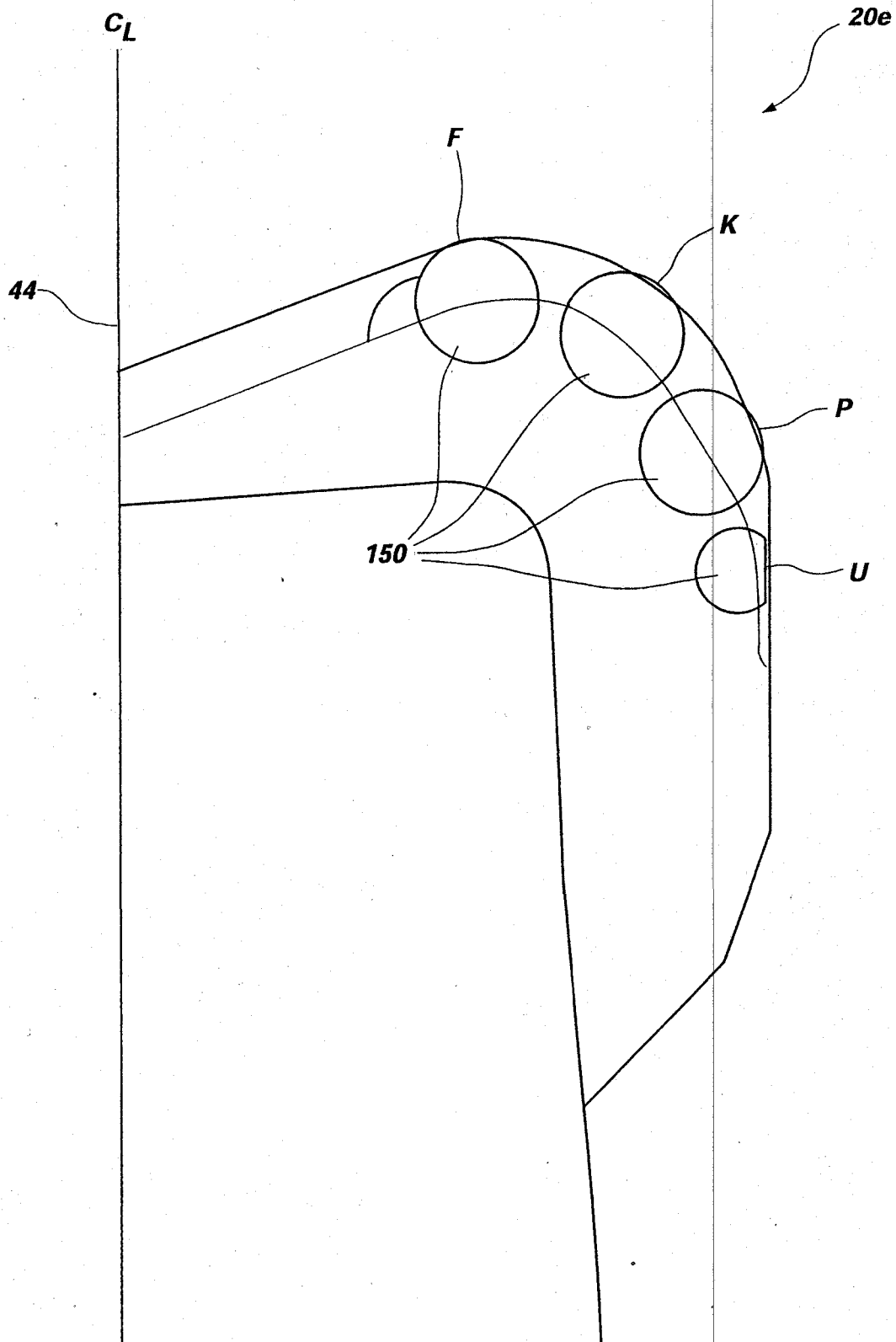


Fig. 4E

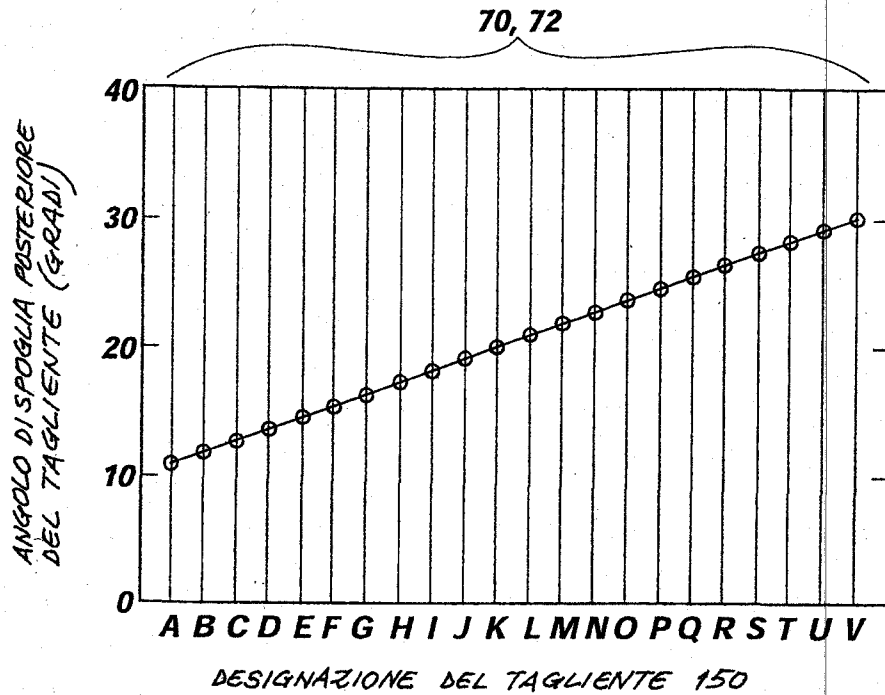


Fig. 4F

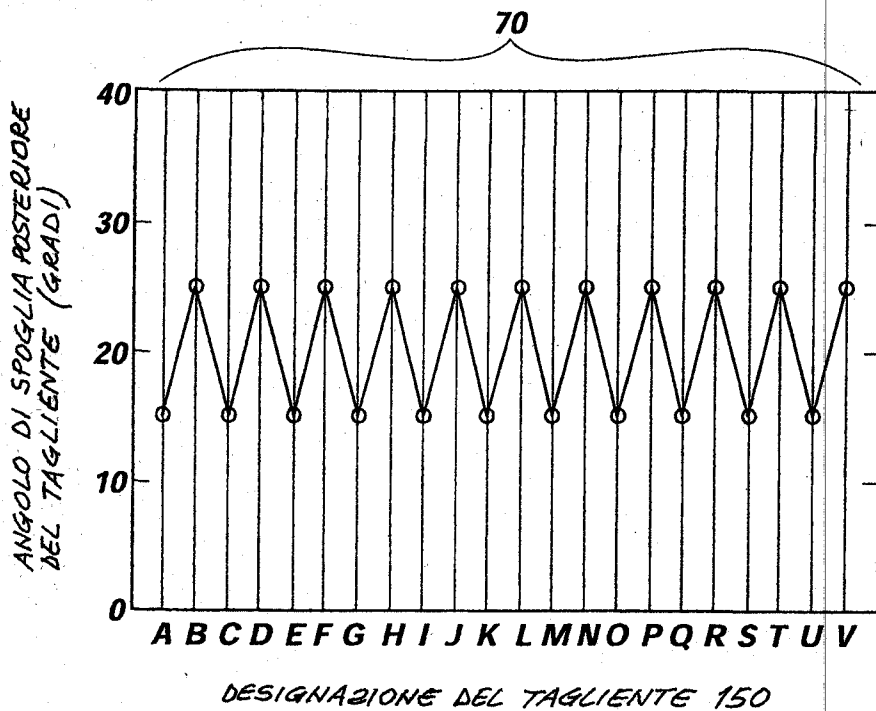


Fig. 4G

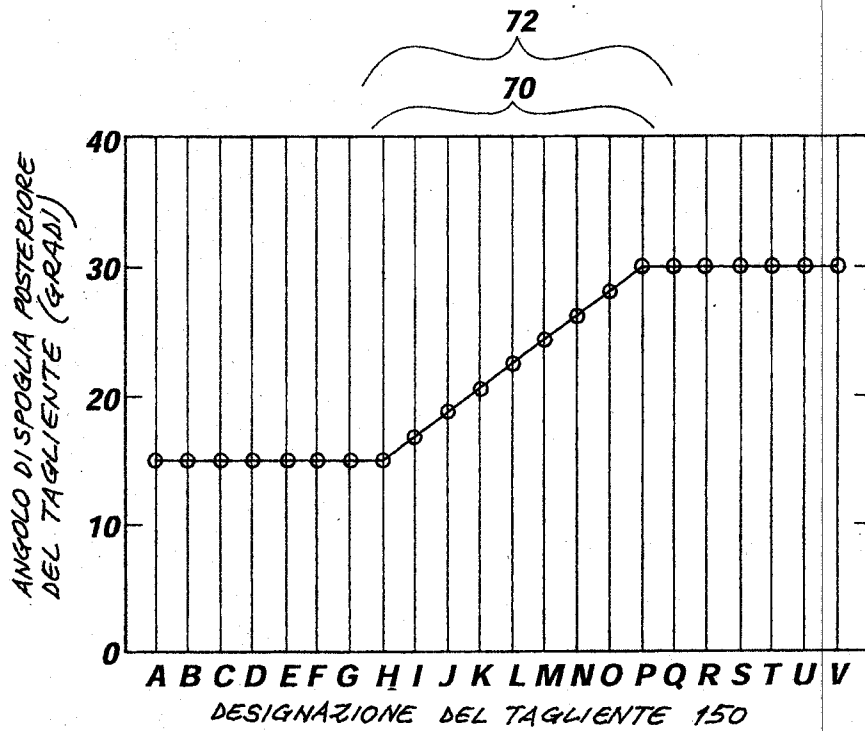


Fig. 4H

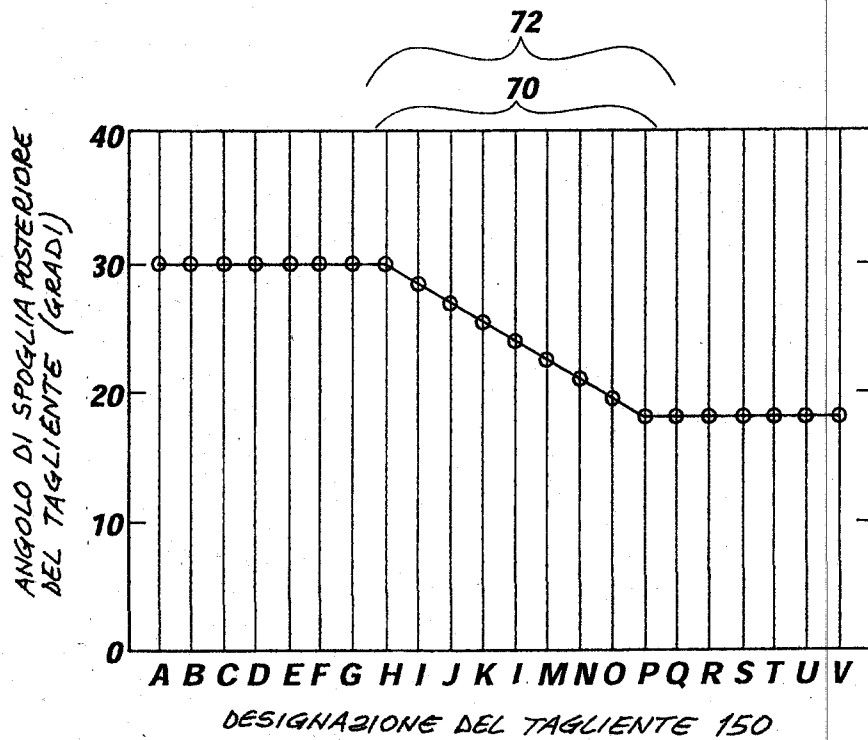


Fig. 4I

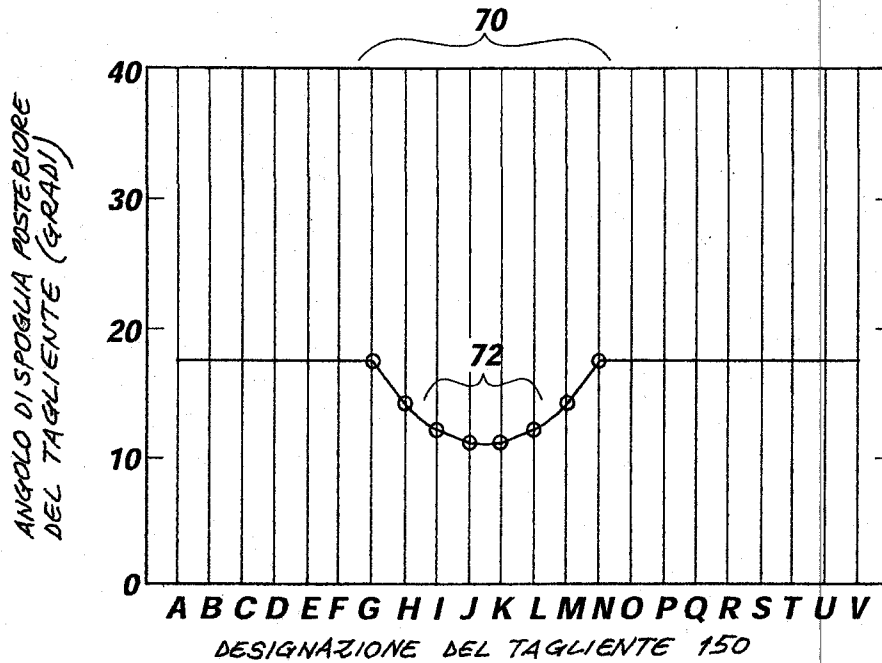


Fig. 4J

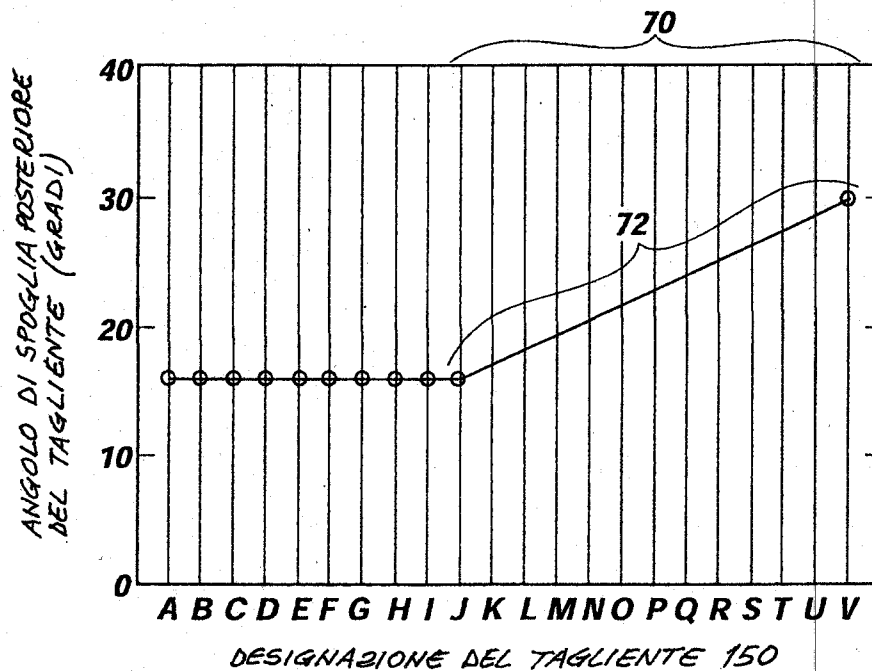


Fig. 4K

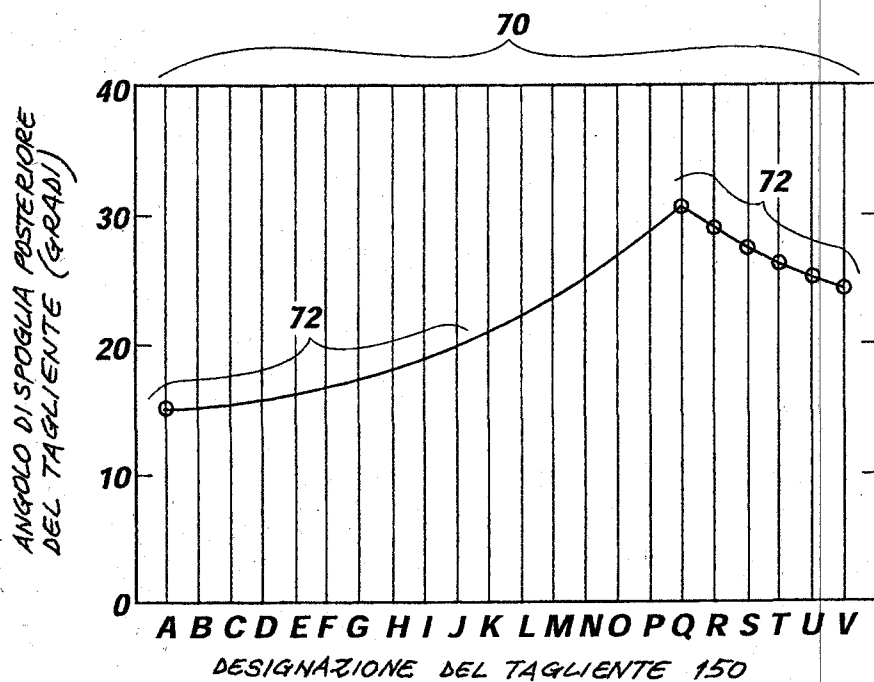


Fig. 4L

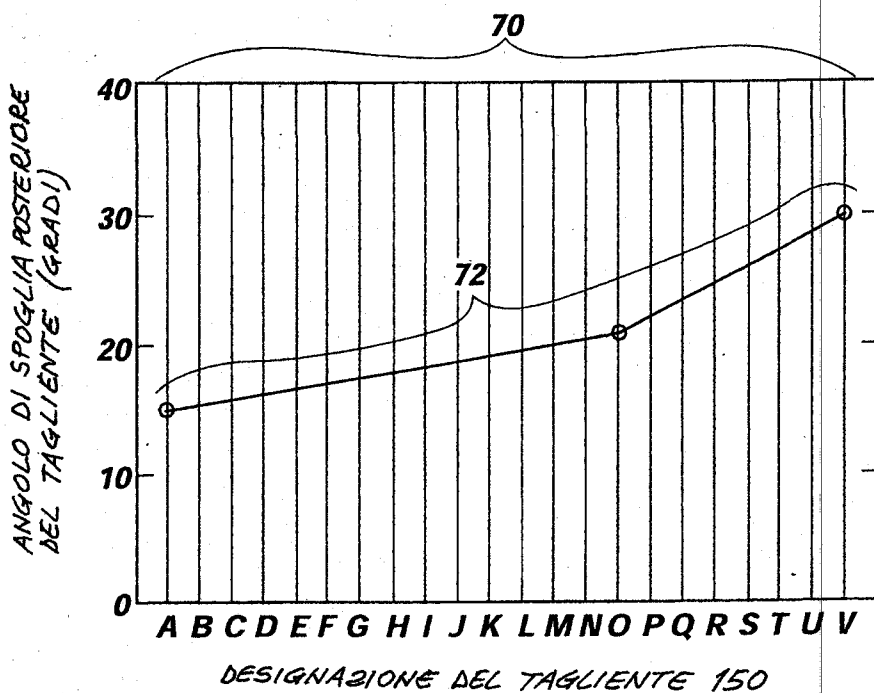


Fig. 4M

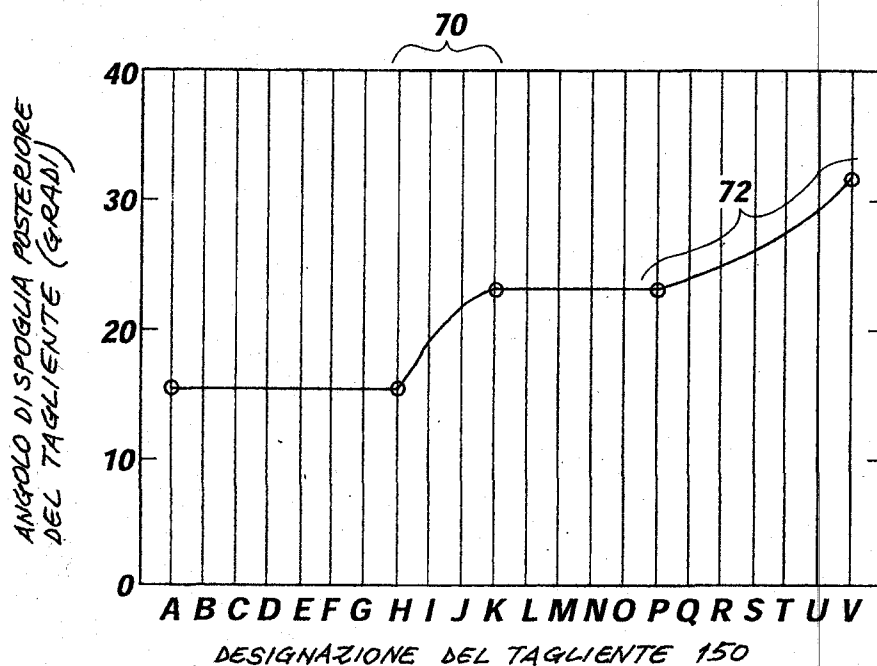


Fig. 4N

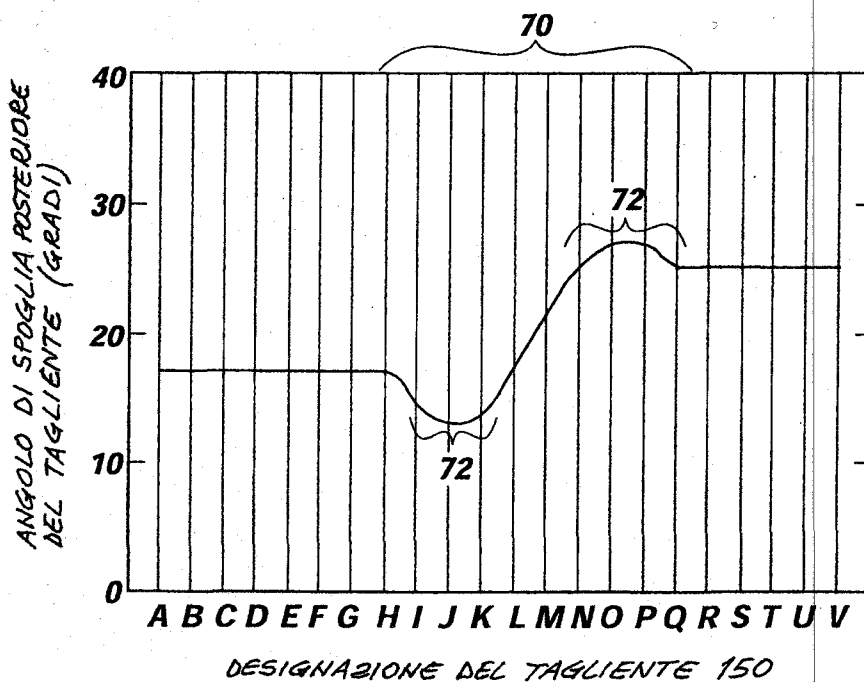


Fig. 4O

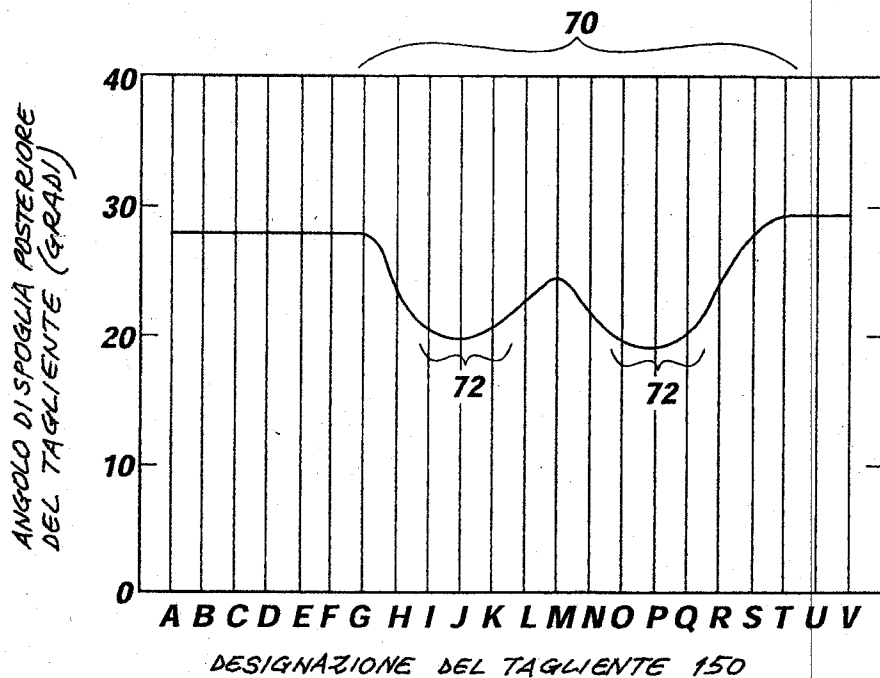


Fig. 4P

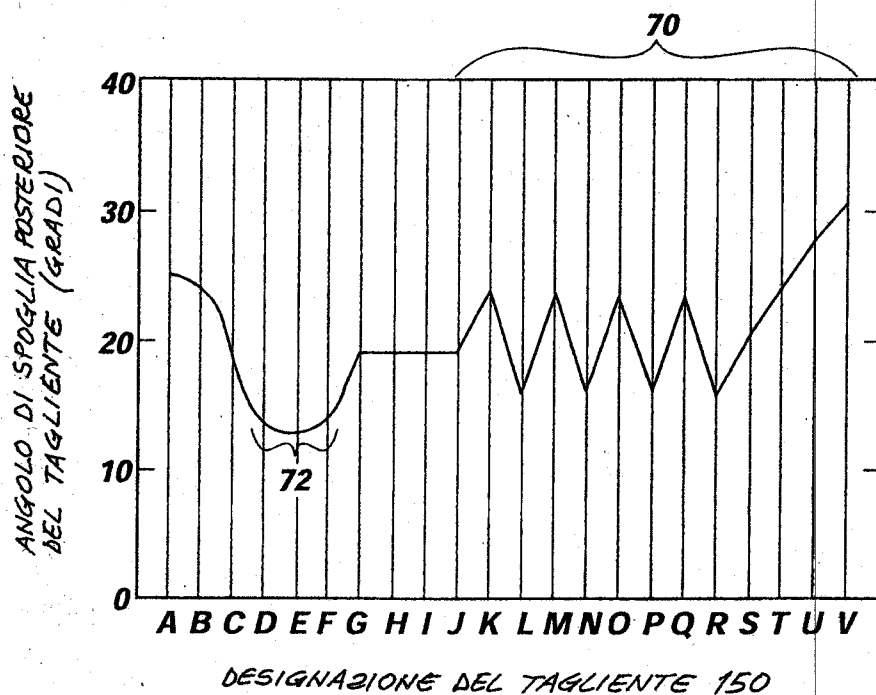


Fig. 4Q

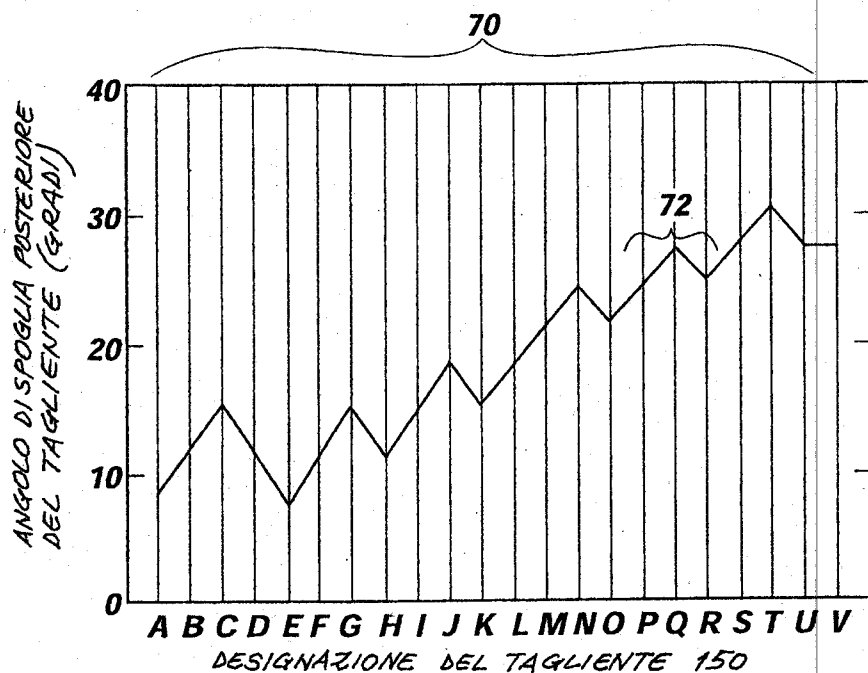


Fig. 4R

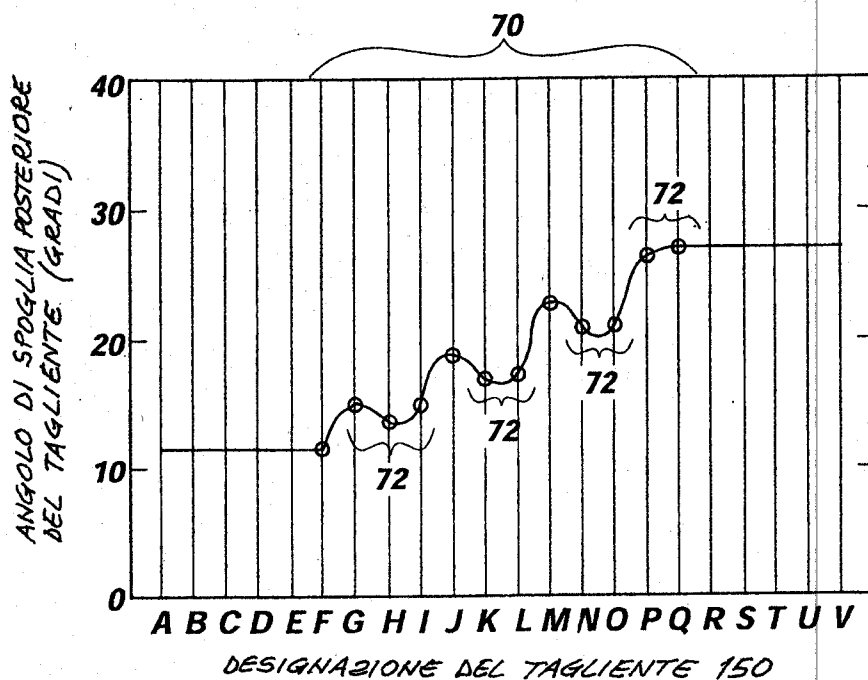


Fig. 4S

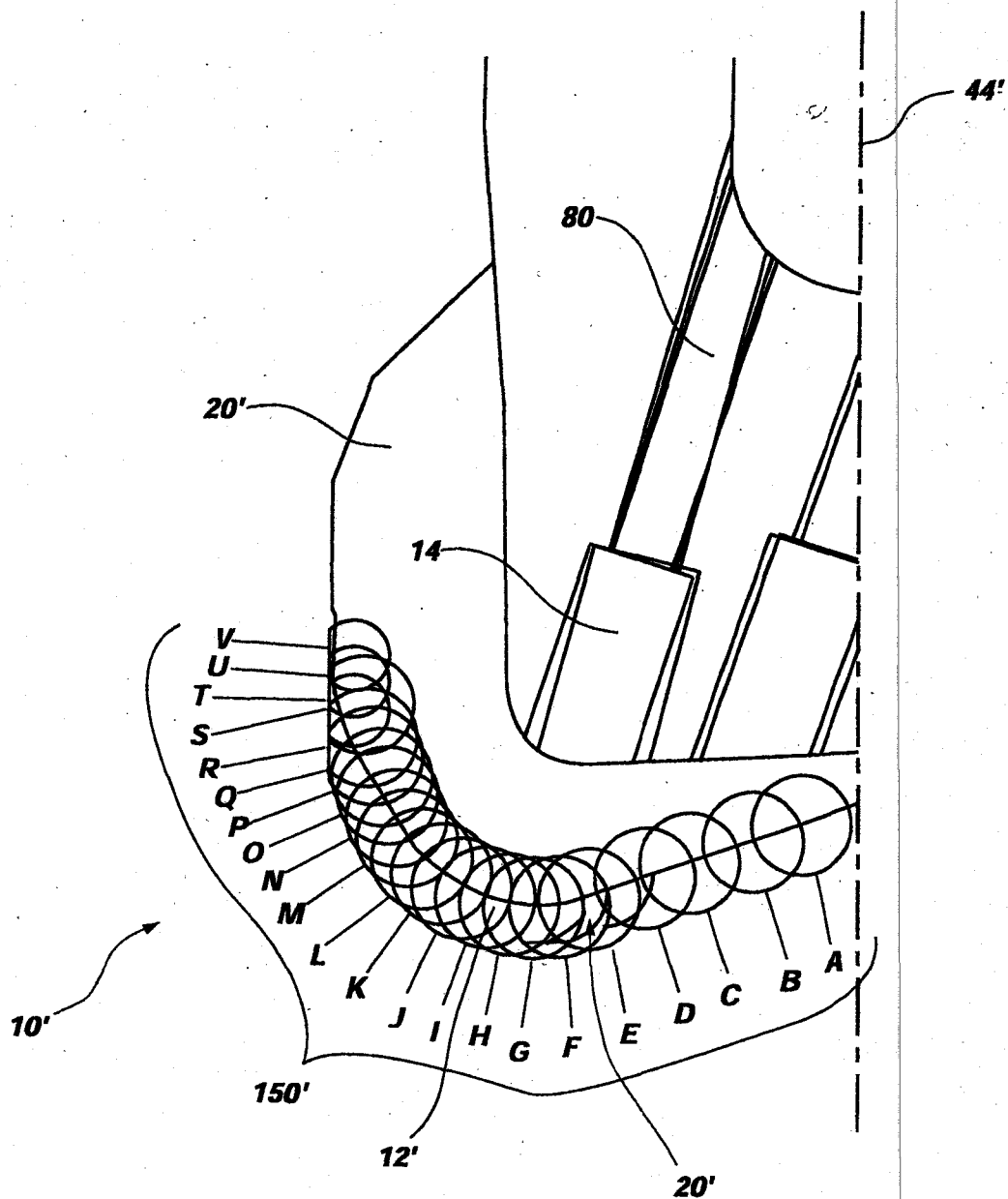


Fig. 5A

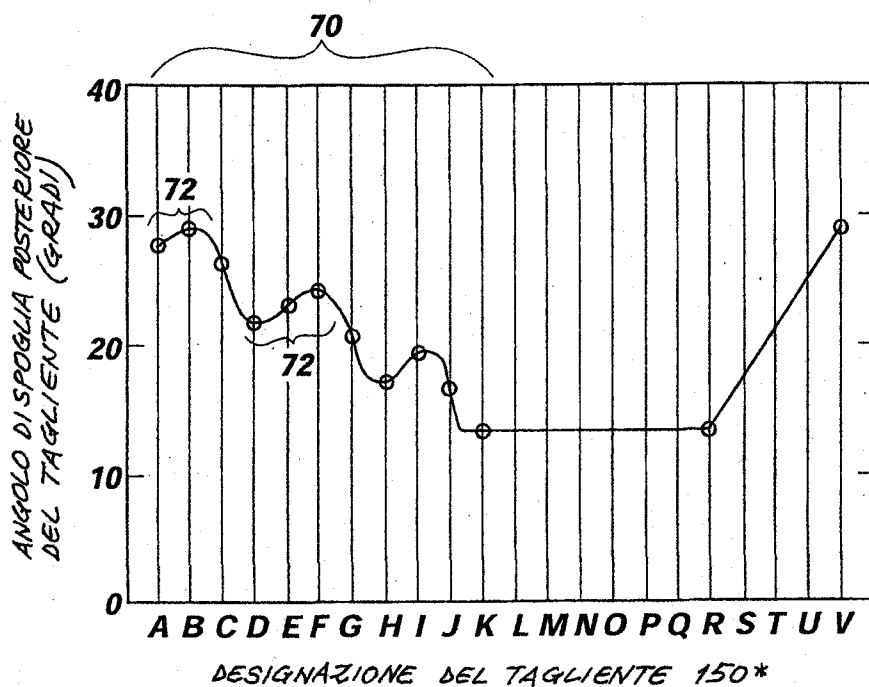


Fig. 4T

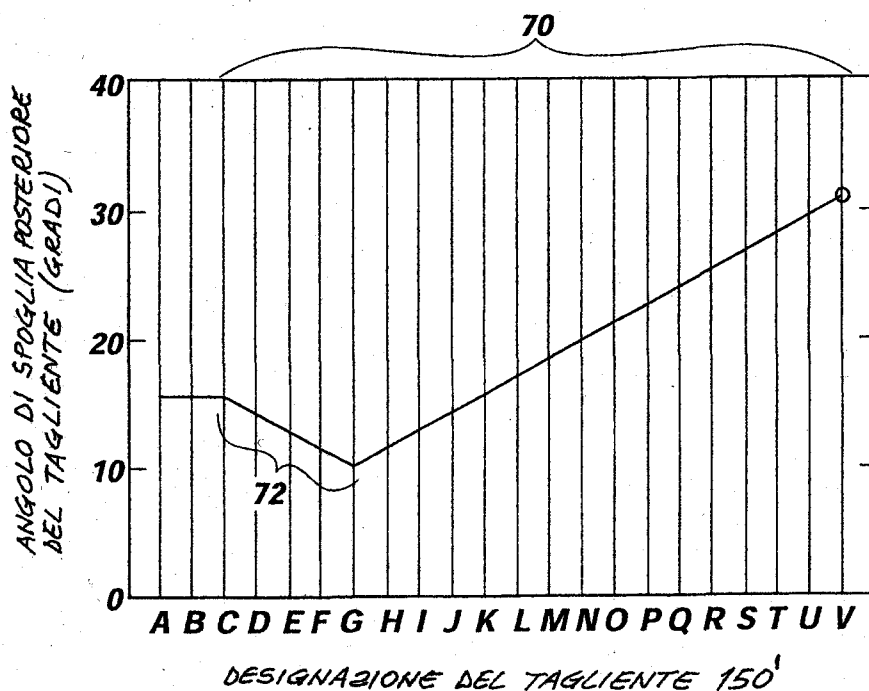


Fig. 5B

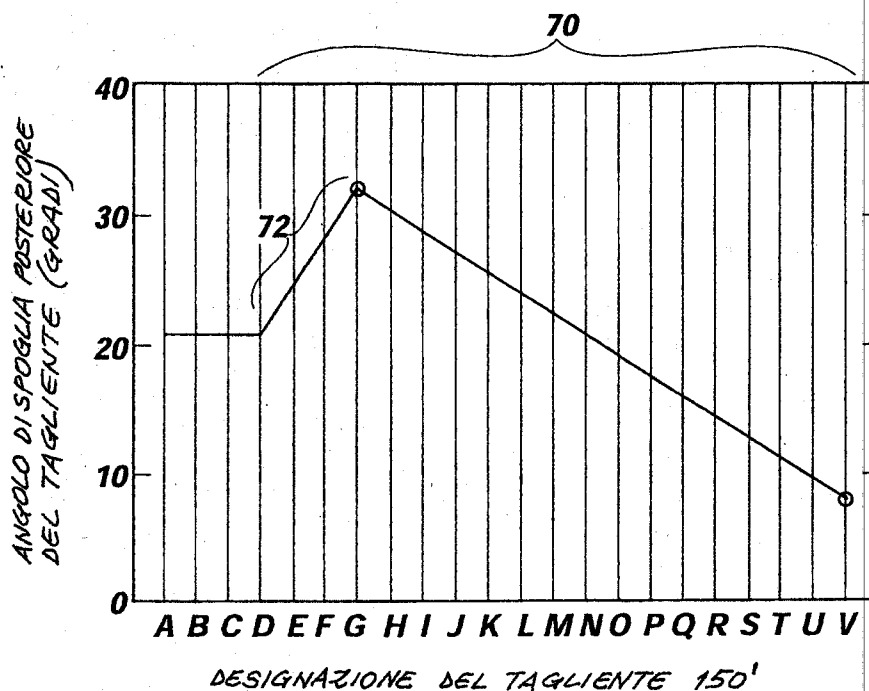


Fig. 5C

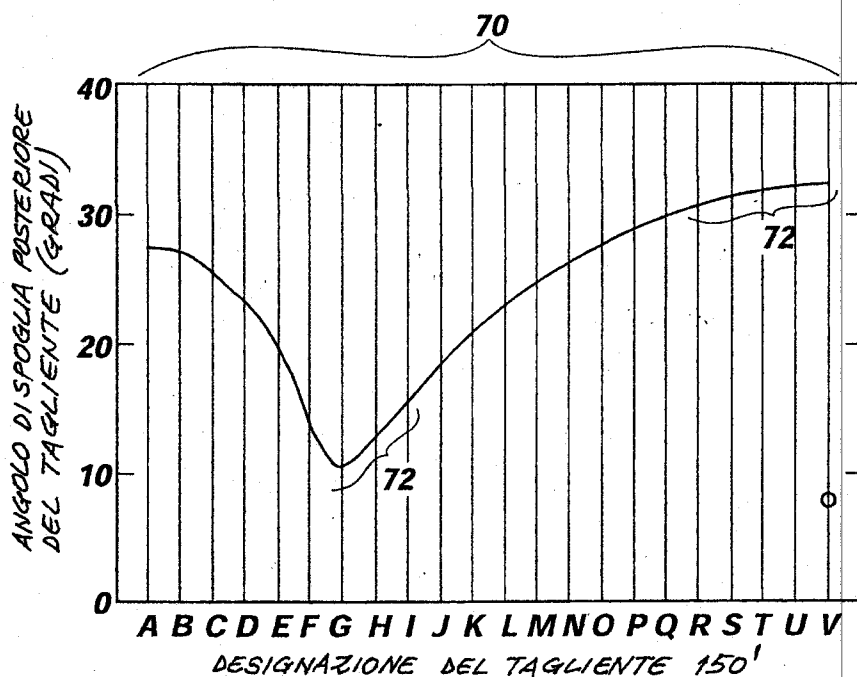


Fig. 5D

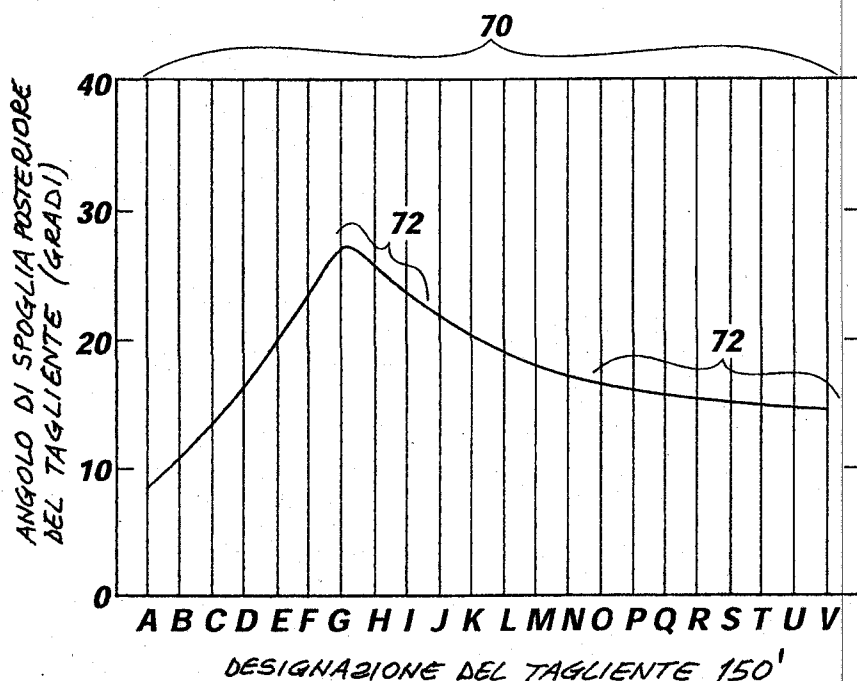


Fig. 5E

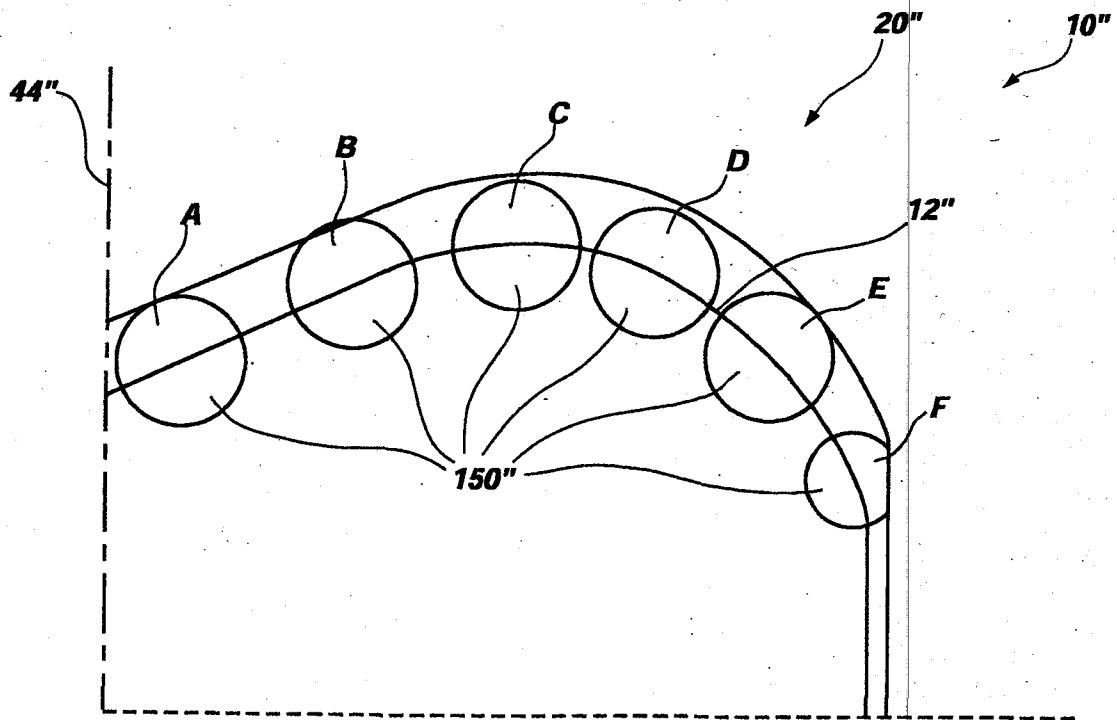


Fig. 6A

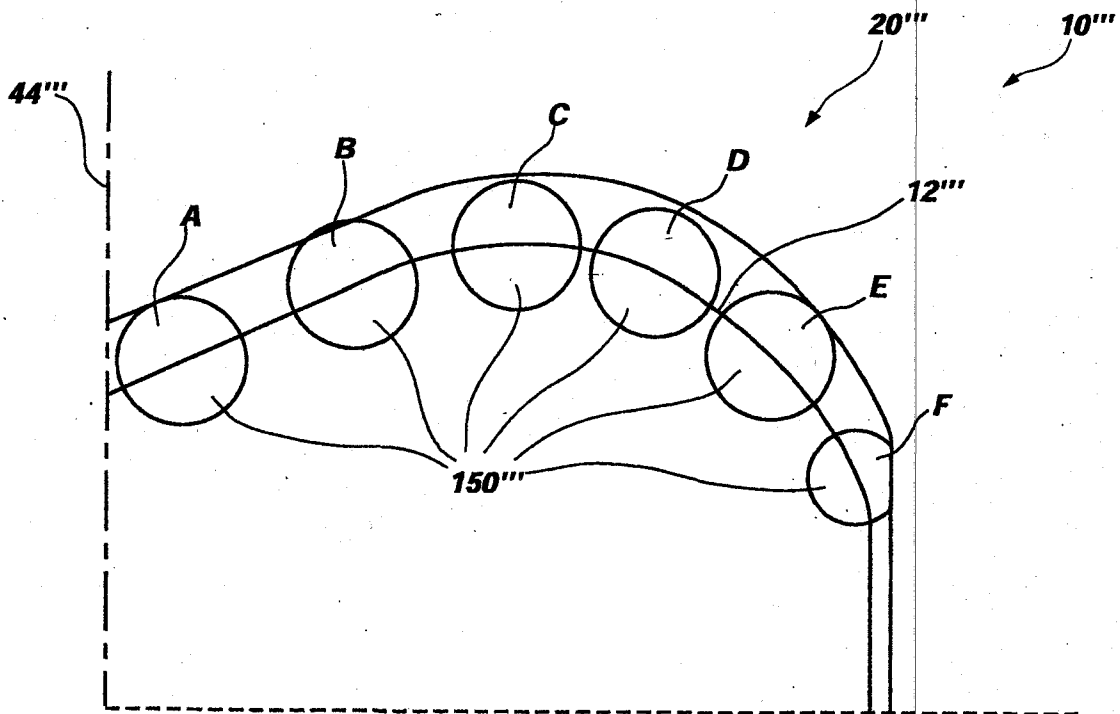


Fig. 7A

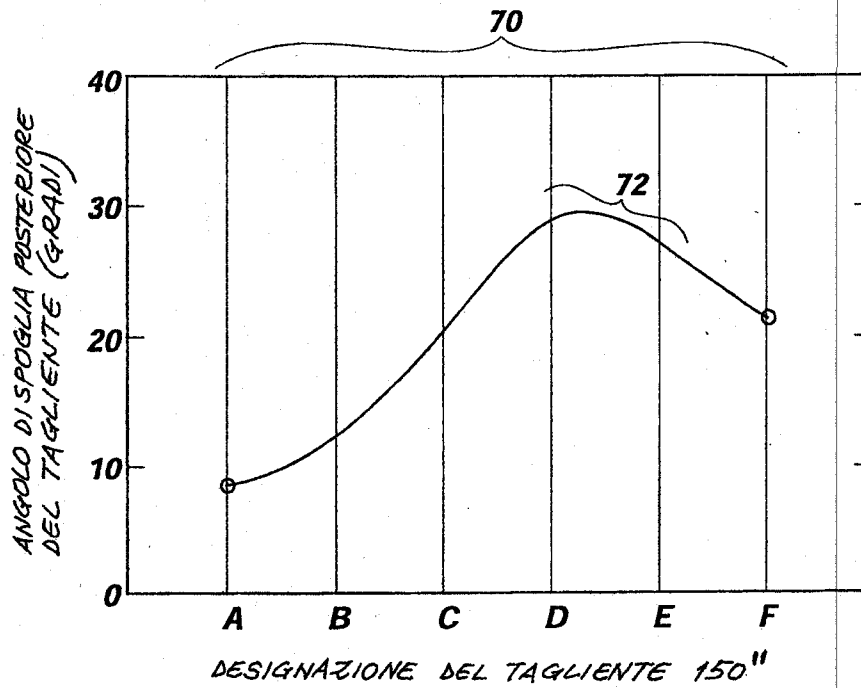


Fig. 6B

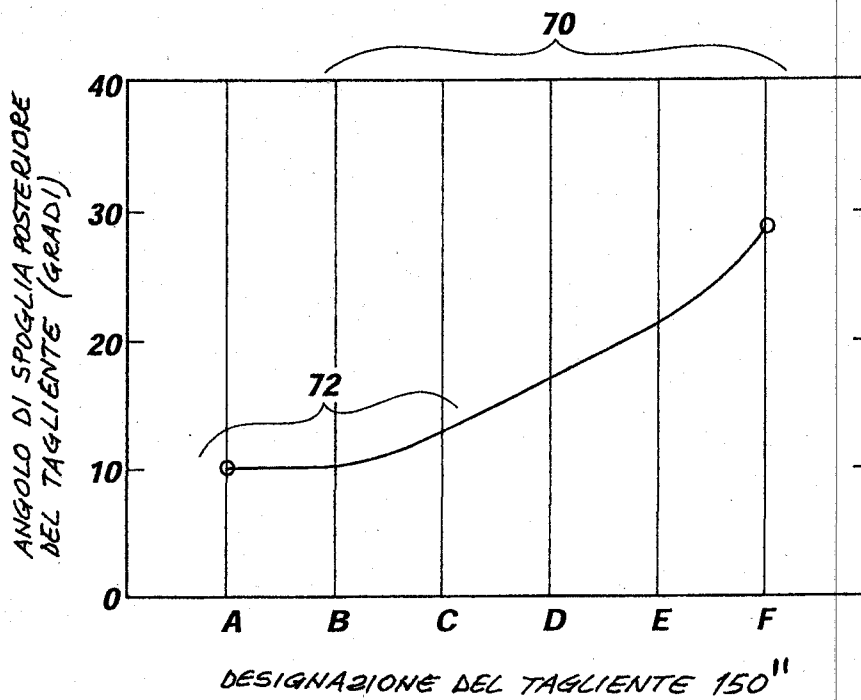


Fig. 6C

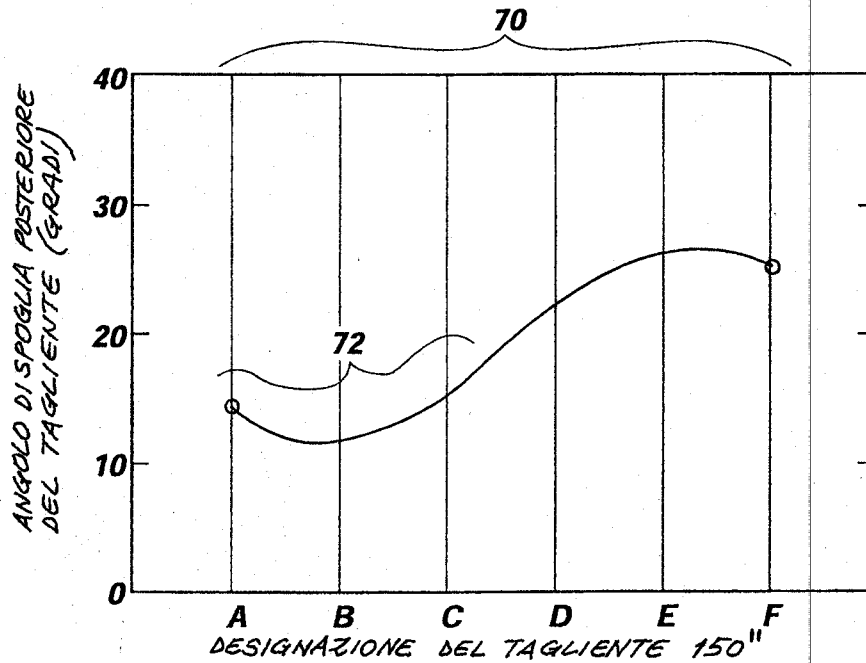


Fig. 6D

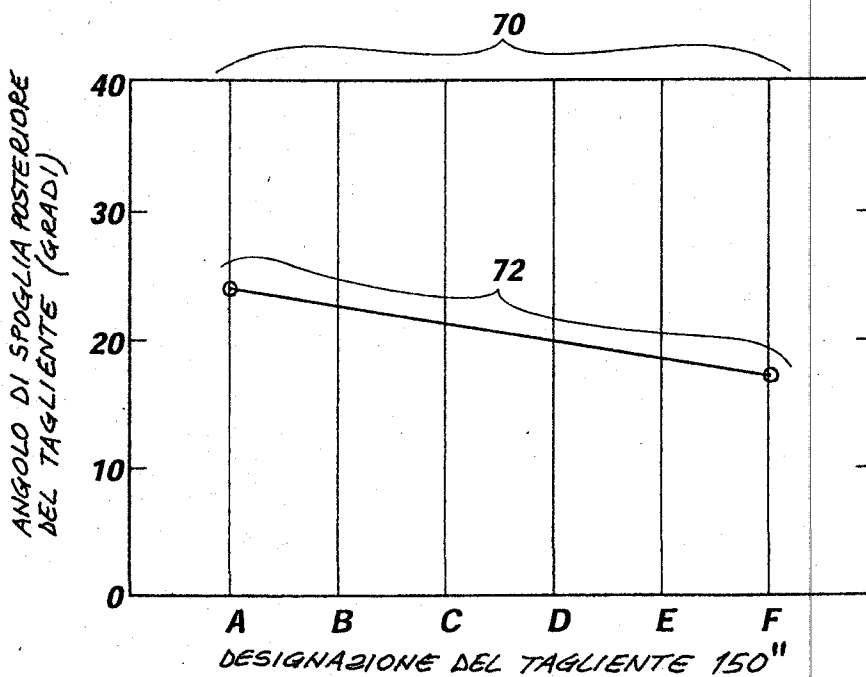


Fig. 6E

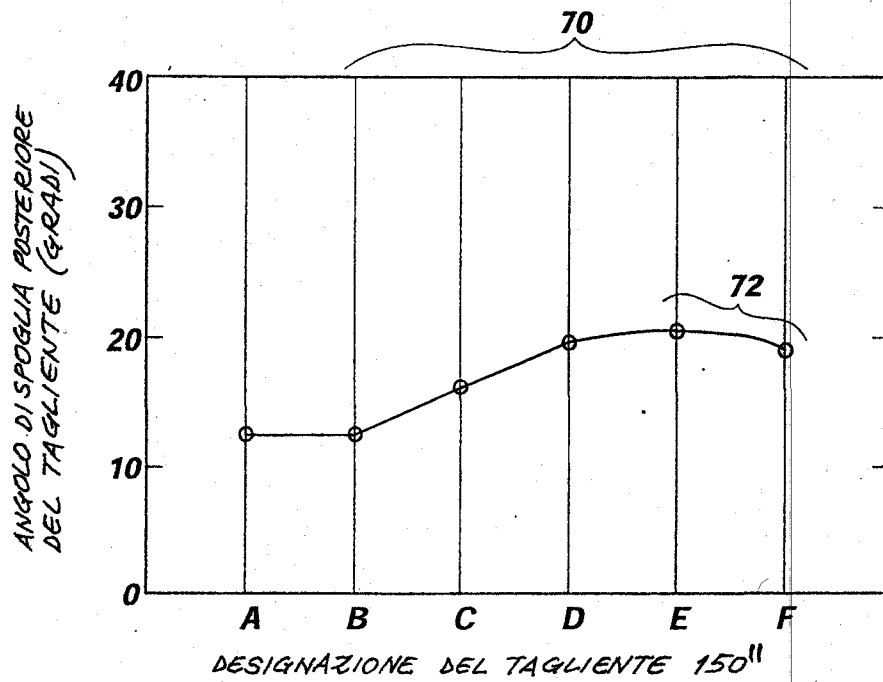


Fig. 6F

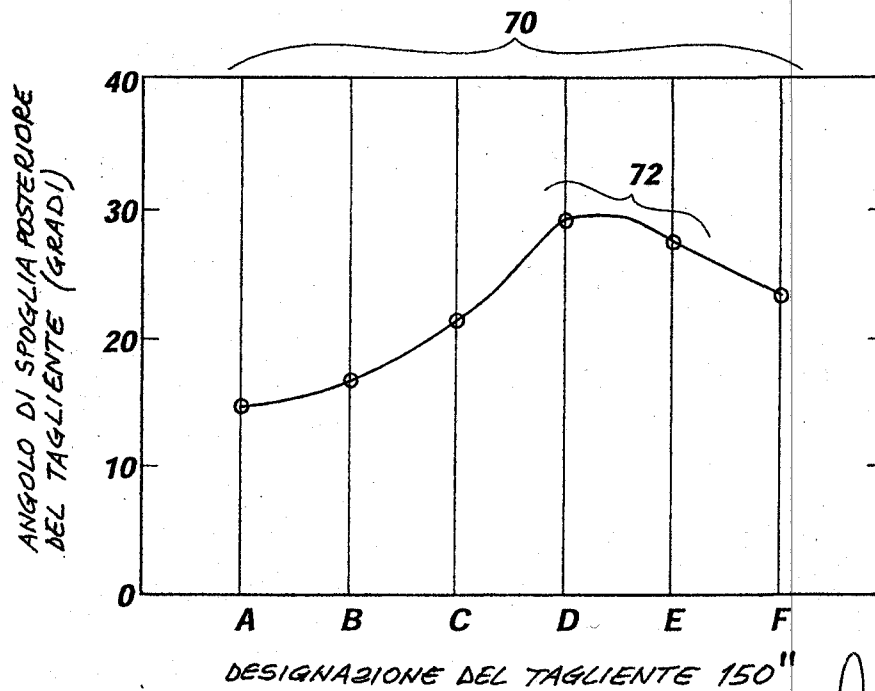


Fig. 6G

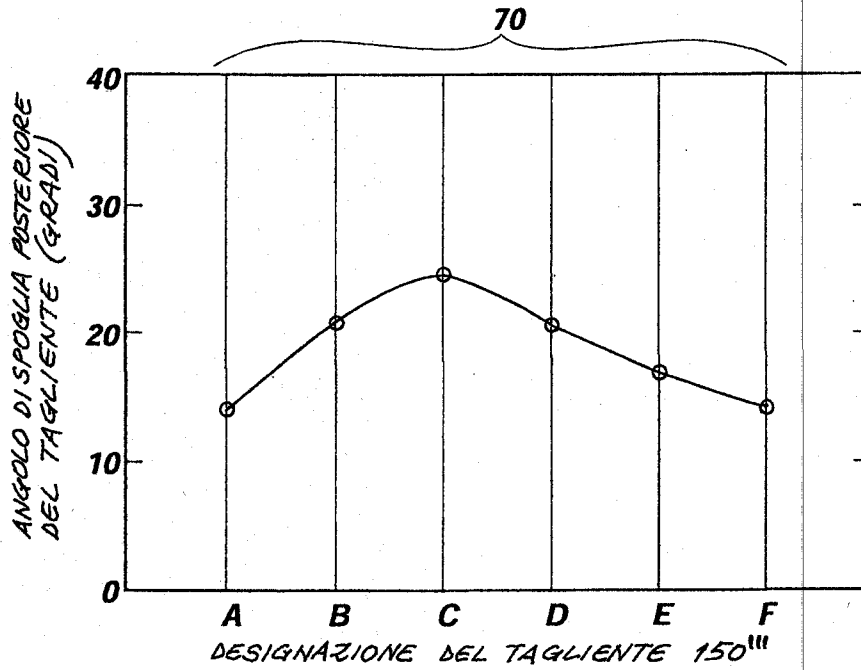


Fig. 7B

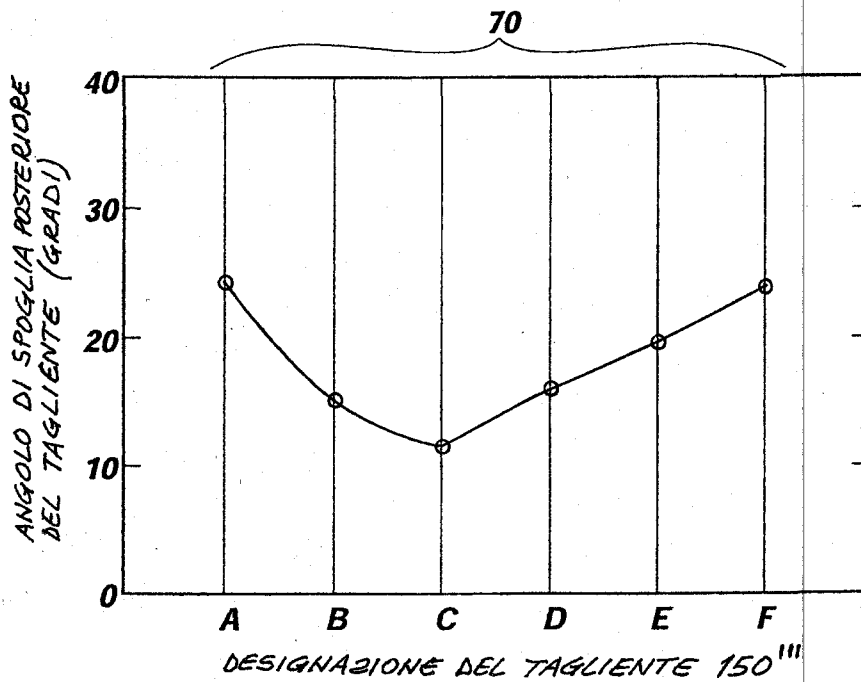


Fig. 7C

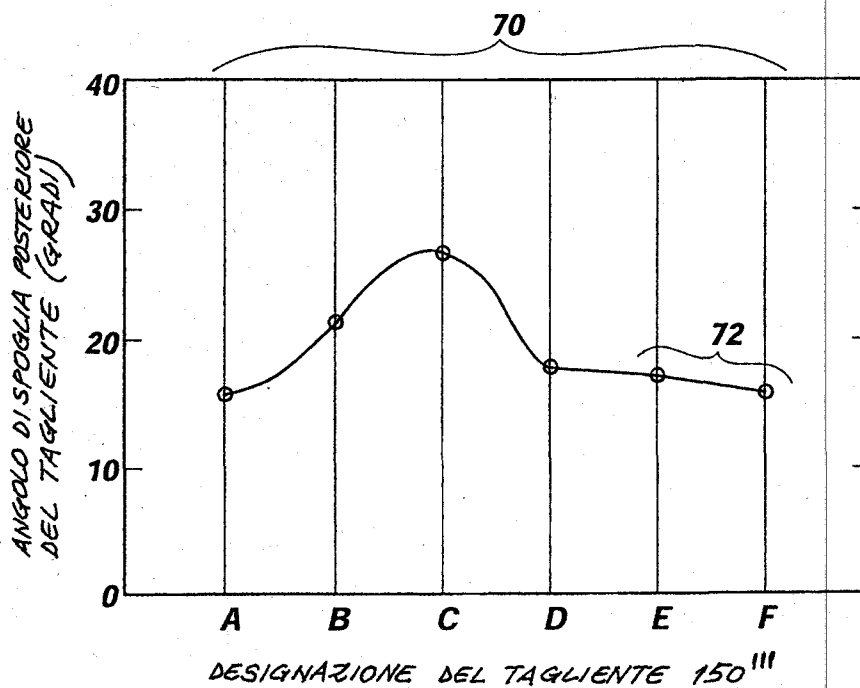


Fig. 7D

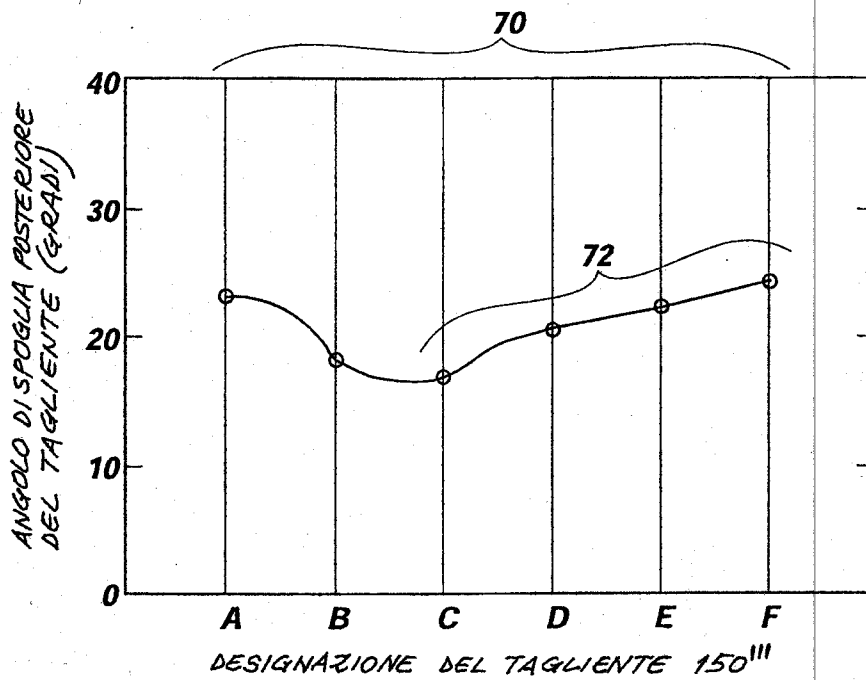


Fig. 7E

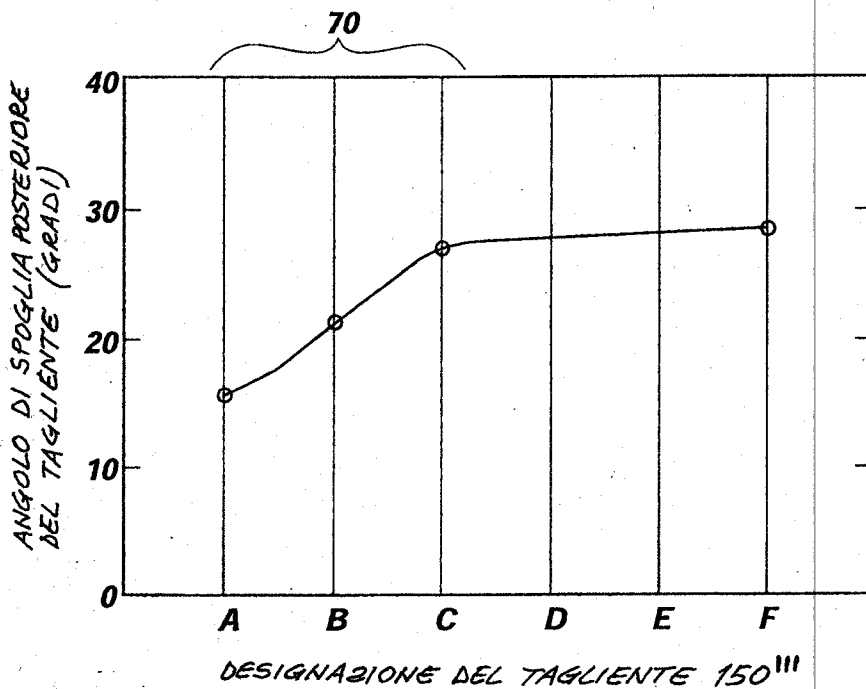


Fig. 7F

TO 2001 A00 1104

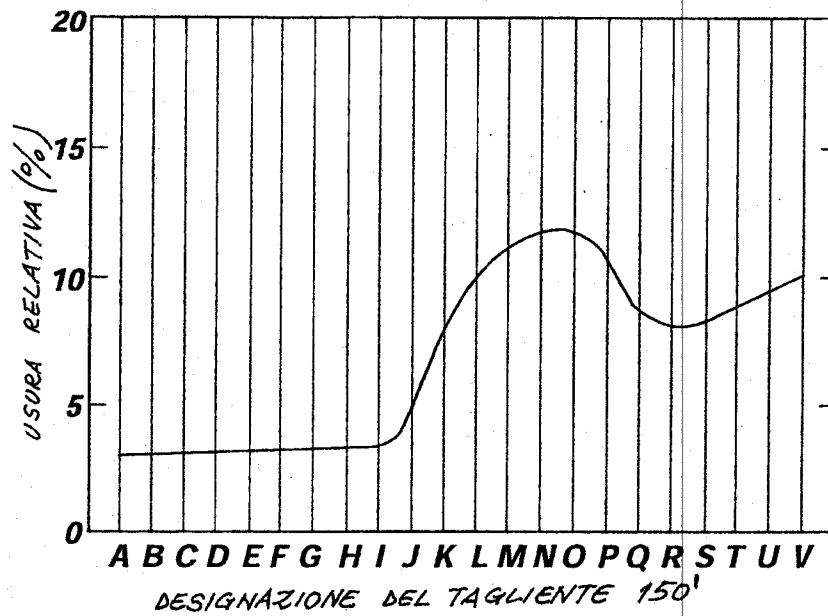


Fig. 8

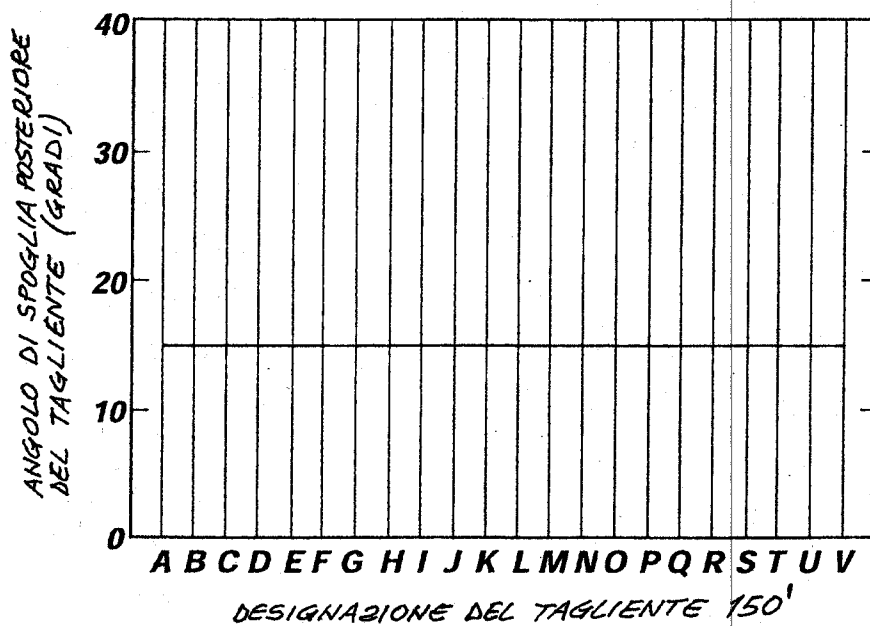


Fig. 9A

Per incarico di: **BAKER HUGHES INCORPORATED**



Edoardo Dembrogi
EDOARDO DEMBROGI
 (Aut. Min. 331/E)

TO 2001 A001104

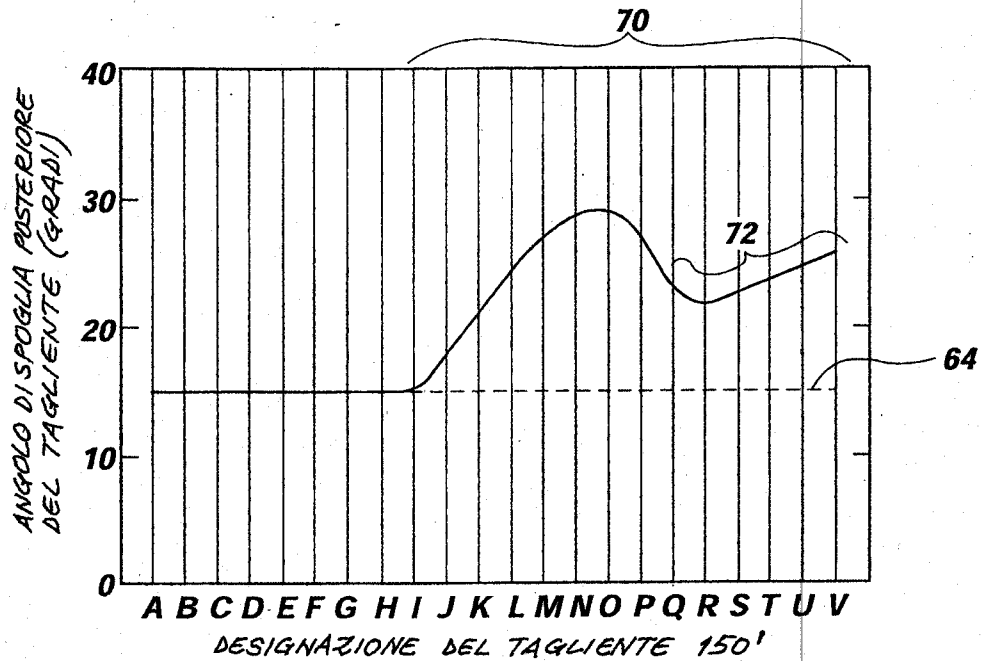


Fig. 9B

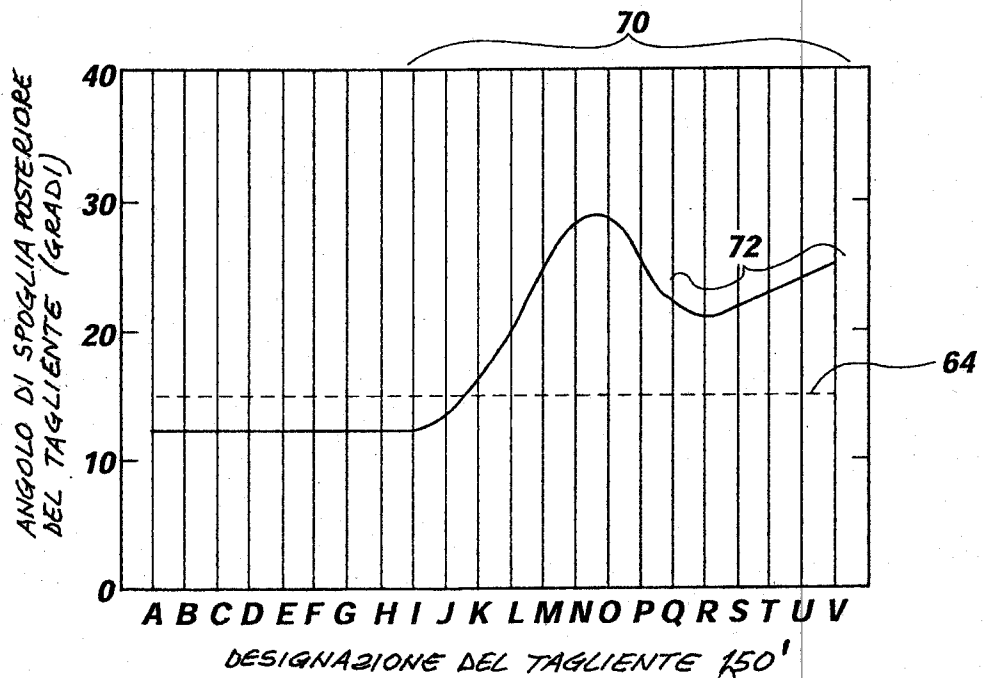


Fig. 9C

Per incarico di: **BAKER HUGHES INCORPORATED**



Edgardo De Ambrogio
EDGARDO DEAMBROGIO
 (iscr. No. 931B)