

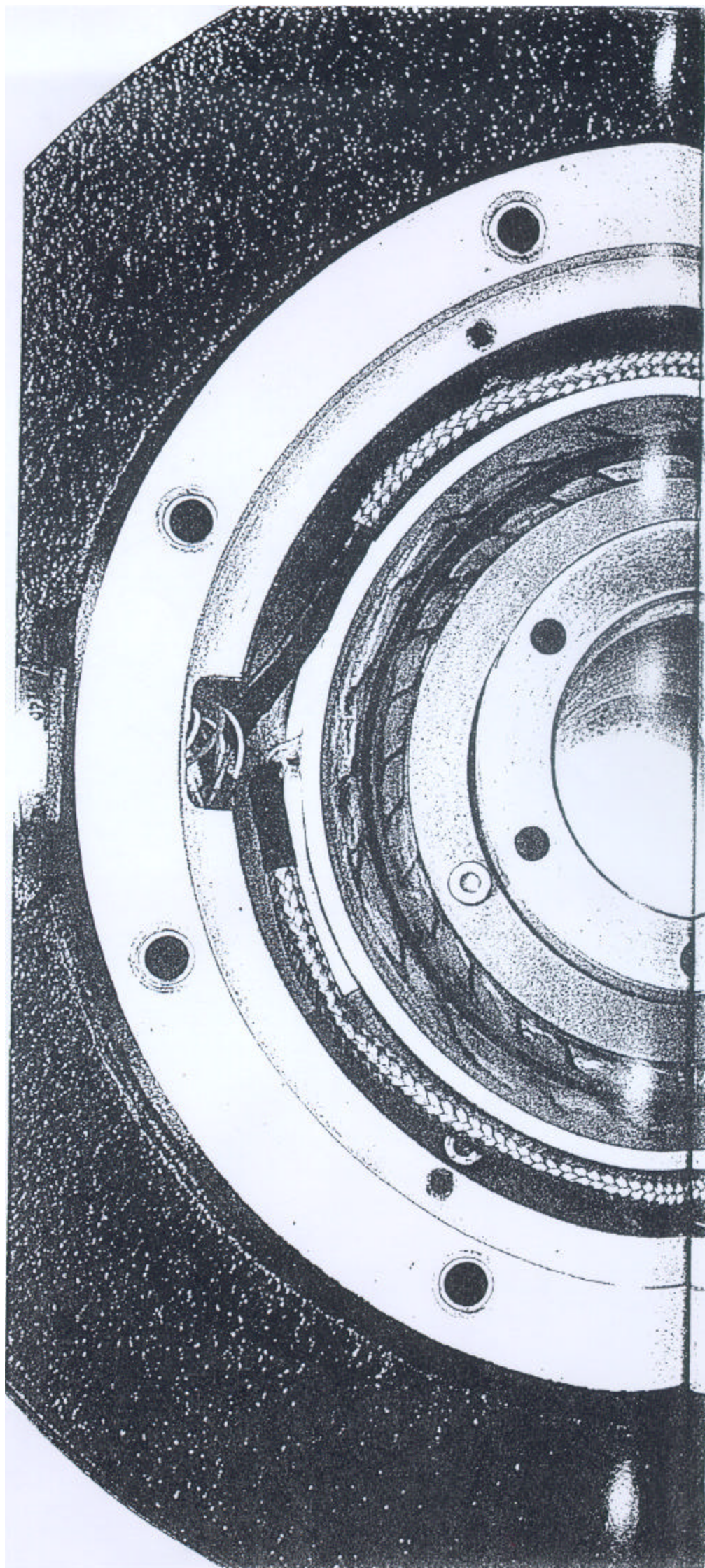
TECNICA

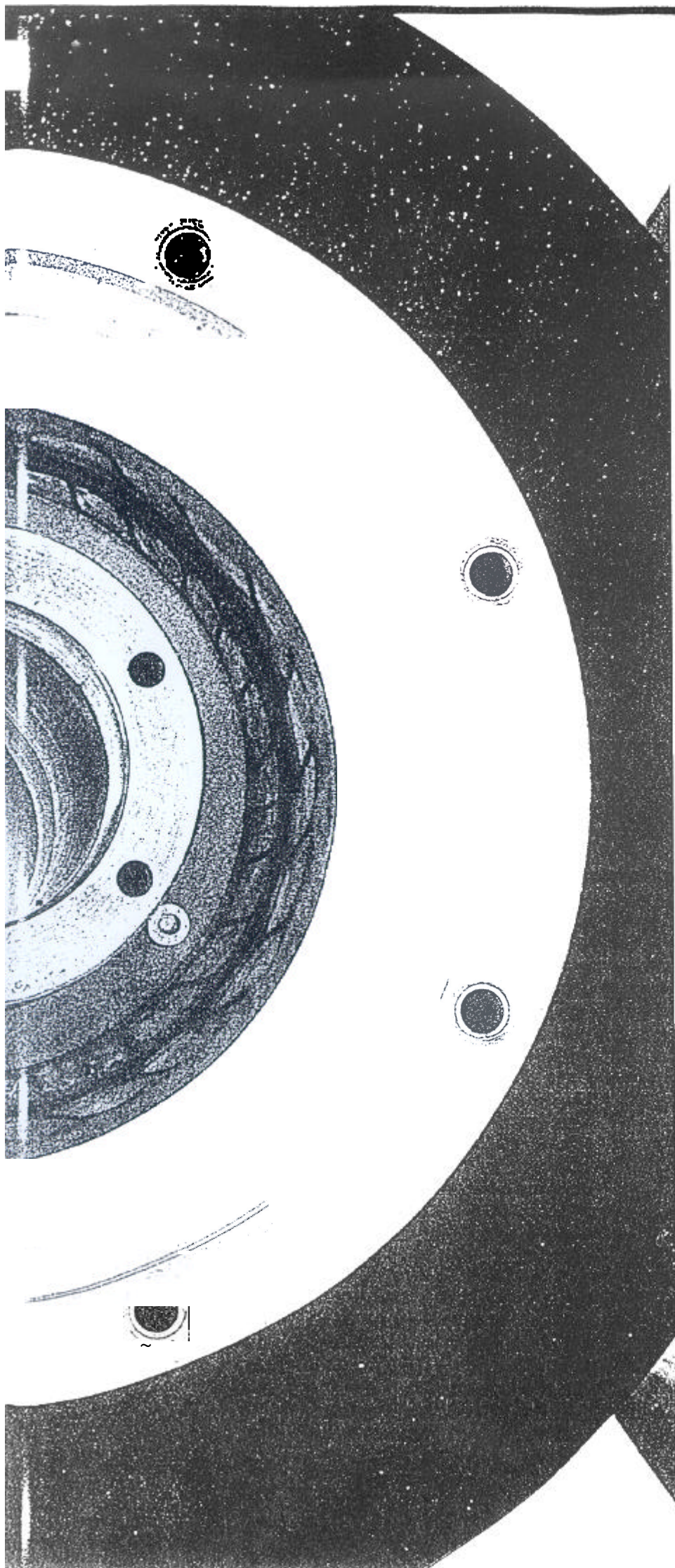
cri Enzo Santoro

LA COLLABORAZIONE
VICKERS ALXION

Motore ad accoppiamento diretto

Presentiam'o un prodotto
innovativo realizzato nello
stabilimento di Casella.
Si tratta della gamma della
motori FO senza spazzole a
magneti permanenti per la
trazione diretta.





TECNICA

La Vickers di Casella fa parte del gruppo multinazionale, omonimo e precisamente della divisione Vickers Electric che possiede, a livello mondiale, tre unità produttive. La principale è dislocata a South Lebanon, dove si realizzano controlli numerici per il mercato della macchina utensile a presenta un fatturato di circa 90 milioni di dollari. Un'altra fabbrica costruisce quadri elettrici per macchine utensili, impiega circa 90 persone e totalizza un fatturato di 11 milioni di dollari.

Lo stabilimento di Casella, infine, nei pressi di Genova, è destinato alla produzione di servomotori e servoazionamenti. Impiega circa 160 addetti e presenta 25 milioni di dollari di fatturato.

Il prodotto innovativo realizzato e commercializzato (su licenza della francese Alxion, la società di progettazione del signor Banon), nello stabilimento di Casella, è la gamma di motori FC senza spazzole a magneti permanenti per la trazione diretta.

Abbiamo incontrato il signor Banon per cercare di comprendere, quali le novità di questo direct drive, quali i suoi punti di forza e quali i campi di impiego.

La progettazione o realizzazione della gamma dei motori FC-problematiche e soluzioni tecnologiche

"Prima di parlare del prodotto, devo spiegare chi siamo - ci dice immediatamente Banon. - Ho creato la Alxion nel 1987 e attualmente operiamo in sette persone. Non produciamo direttamente i nostri progetti, ma, una volta messi a punto, ne vendiamo la licenza di fabbricazione. Con la Vickers godiamo di accordi specifici di collaborazione: noi distribuiamo i loro prodotti in Francia, mentre Vickers, oitre ai propri progetti, realizza e commercializza anche i prodotti che Alxion sviluppa. Come sta avvenendo, per esempio con IFC,,.

La gamma dei motori FC è nata alla fine degli anni 80. Supportata dalla Anvar, l'agenzia francese per la valorizzazione della ricerca, che ha messo a disposizione, delle risorse finanziarie per

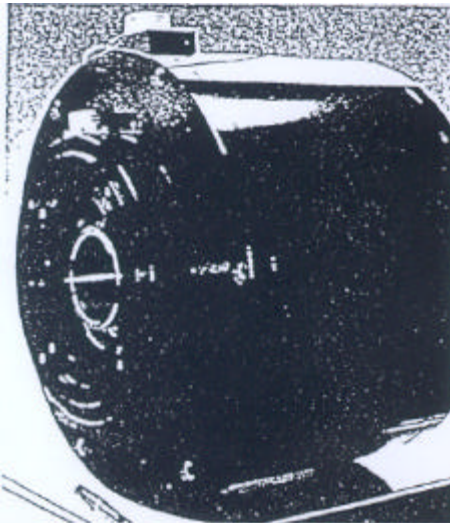
lo sviluppo di una specifica gamma di motori, l'Alxion li sviluppa sull'intuizione di base che era quella di creare motori che non avessero bisogno dei riduttori.

..Praticamente si trattava di sviluppare un motore, concepito per la applicazioni di trasmissione diretta degli assi senza riduttore, come nel caso dei motori lineari. - aggiunge Banon -. Un'idea anticipatrice del grande dibattito che si sta sviluppando oggi intorno a questo soggetto. Abbiamo così sviluppato una gamma completa di questi motori,

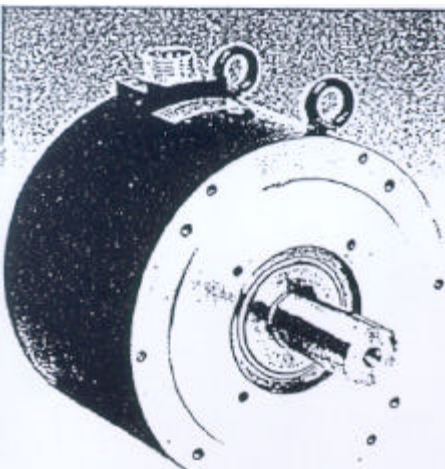
compresa nella fascia che va da 26 a 460 Nm, che sono venduti oggi da noi in Francia e dalla Vickers.

"Perché siamo giunti a questa realizzazione? Tre sono le motivazioni di fondo: eliminare i riduttori, semplificare il

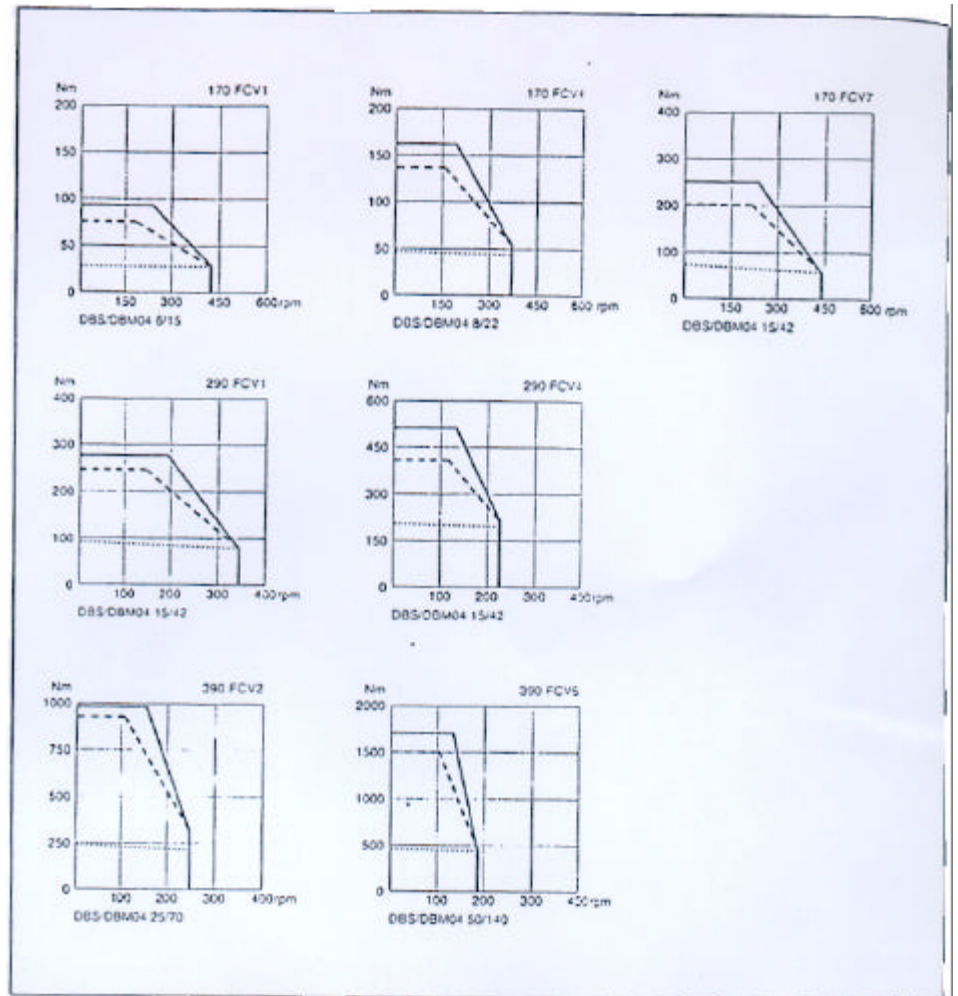
servomeccanismo e diminuire il rumore. In particolare, escludere i riduttori ha significato semplificare il prodotto, in quanto ha eliminato tutti i possibili giochi e disturbi meccanici e aumentato nel contempo, la precisione. Una ricca-



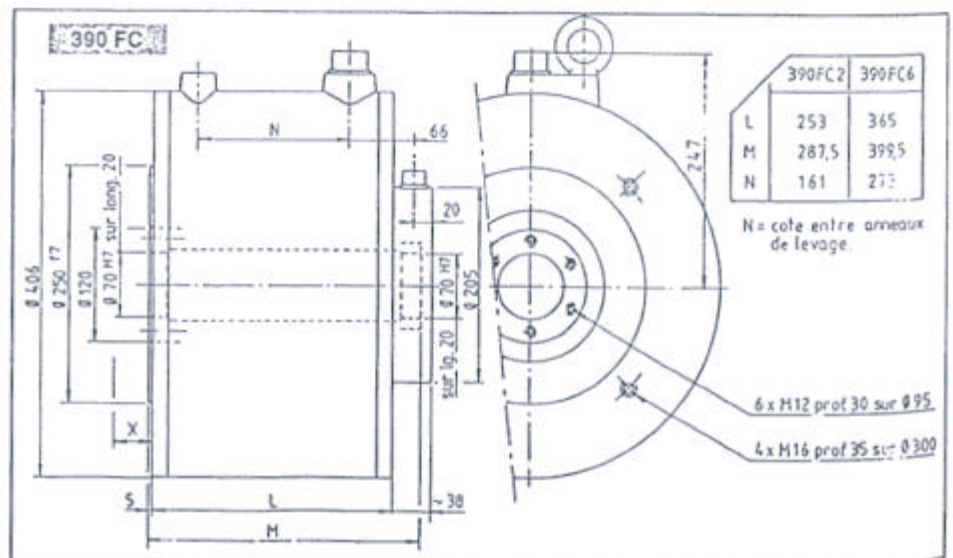
Motore 390 FC 2



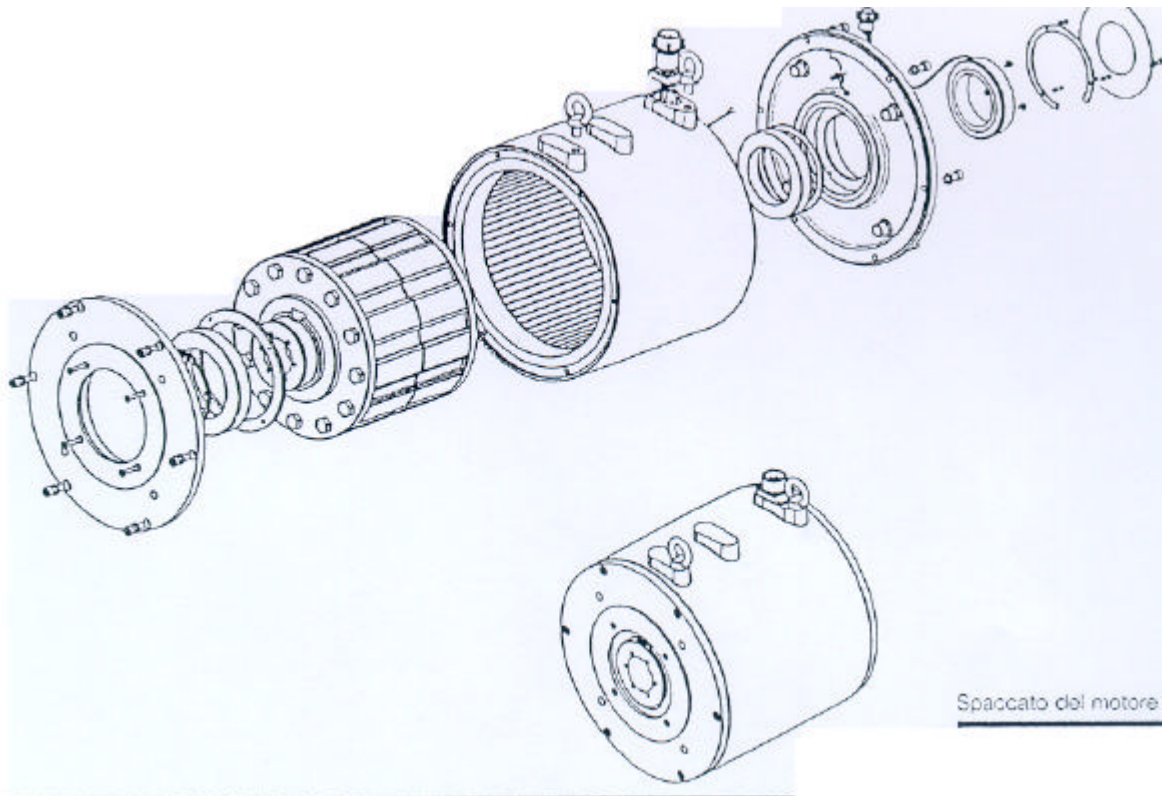
Motore 290 FC 1



curve coppia-velocità



motore 390 FC in sezione



duta in positivo si è avuta anche sulla manutenzione che praticamente si riduce al minimo.

-La semplificazione del servomeccanismo, poi, ha reso possibile, da un lato, progettare una macchina senza le trasmissioni e i rinvii meccanici come le pulegge e le cinghie; dall'altro, sfruttare, l'albero cavo, presente nei motori a azione diretta, per consentire il passaggio di un albero ausiliario differenziale, di una vita a ricircolazione di sfere, delle canalizzazioni di fluidi o di aria compressa, dei cavi, di filo d'acciaio ecc. Procedendo lungo questi binari, ci siamo accorti che il direct drive non rappresentava più solo un prodotto, ma diveniva un vero e proprio sistema, annota ancora Banon. L'approccio risultava, così, ancora più interessante perché in questo caso la questione di fondo non era come, posizionare un motore insieme con il riduttore, ma come ottimizzare l'intero servomeccanismo. La terza motivazione, quindi, è stata quella di ridurre il rumore. L'eliminazione dei riduttori ha di fatto annullato anche la presenza dei rumori. E ciò è stato un fattore molto apprezzato, per esempio, dai nostri diversi clienti che operano nell'ambito della stampa su carta e cartone e più in particolare nella flexografia: lavorare con un direct drive, senza ingranaggi e senza rumori apportava un

importante vantaggio dal punto di vista ergonomico"

Alle suddette motivazioni di fondo si deve aggiungere quella oramai ineliminabile di riuscire a ottenere una riduzione dei costi globali.

"Abbiamo avuto, recentemente, richieste di applicazioni dei direct drive anche per carrelli elevatori - prosegue Banon. - Sarebbe strano, perché in questo settore non utilizzano motori servo. Ma il fatto è che l'interesse non è tanto nel servo in sé, quanto nella possibilità di semplificazione della meccanica. Poiché facciamo motori ottimizzati a livello dimensionale siamo in grado di pensare a elevatori con motori al proprio interno che evitino tutti gli apparati di contorno,,"

"Ma al risparmio dei costi sono collegate anche altre considerazioni, come quelle relative alla funzionalità dell'albero cavo, attraverso cui si fanno passare tubi e altre cose. Naturalmente sono sviluppabili ulteriori features, soprattutto se si riesce a mettere a punto una sorta di partnership fra il cliente e il fornitore, del motore per sviluppare la meccanica della macchina più adeguata,,"

Ma allora come avviene con il motore lineare, tutte le volte si presenta la necessità di ripensare la macchina?

"Non è proprio così. - ci risponde Banon

- A suo parere, infatti, a differenza dei motori lineari, l'FC lavora anche nell'ambito del moto rotatorio e quindi può avere più di una applicazione. Inoltre, mentre i motori lineari sono utilizzati con le forze più basse l'FC può arrivare fino a coppie da 500 Newton metro, con un picco fino a 1.800, con un peso che raggiunge un massimo di duecento chili.

"Gli obiettivi suddelineati sono raggiungibili solo se la meccanica della macchina viene adattata agli atout del motore: atout che sono il miglioramento decisivo dell'affidabilità, in quanto di meno pezzi intermedi per la trasmissione e l'accoppiamento, delle prestazioni tecniche in termini di precisione in fase di accelerazione e della semplificazione del progetto della macchina,,"

Le solution tecnologiche

"Il direct drive costituisce, quindi, una grossa opportunità di carattere tecnico-economico. - continua Banon - La soluzione approntata, tuttavia, ha richiesto, per la sua ottimizzazione, la necessità di affrontare almeno tre problemi di notevole entità".

Nella realizzazione di un direct drive, ed è questo il primo ostacolo, si lavora a una velocità più bassa, in presenza di un aumento della coppia (un fattore, questo, che, richiedendo un motore di taglia maggiore, potrebbe far cadere



Motore ad accoppiamento diretto

nel rischio connesso che le dimensioni risultino eccessive per essere adatte all'applicazione specifica).

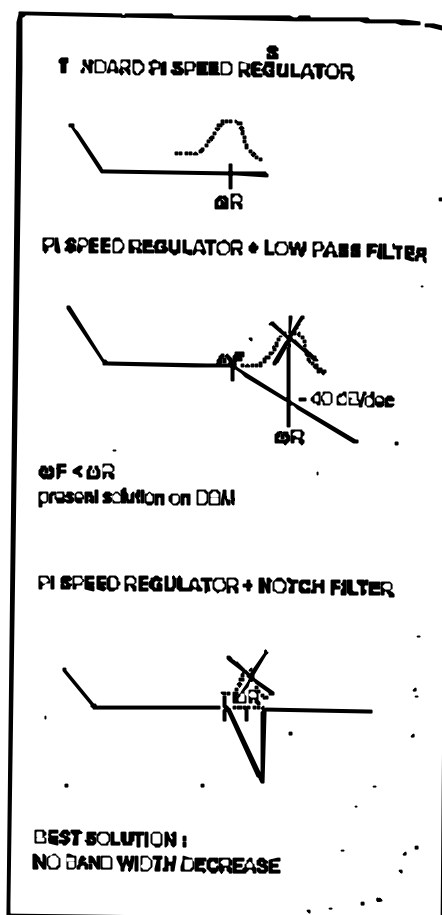
"Siamo stati di conseguenza costretti a realizzare un motore ottimizzato nelle prestazioni della coppia, in rapporto al volume della macchina, tenendo però ben presente, l'esigenza di non aumentare il prezzo. - annota Banon - Per assicurare una rotazione regolare a bassa velocità, abbiamo, da un lato, minimizzato a livello motore, già a partire dalla concezione magnetica, le armoniche di coppia e quindi di velocità, dall'altro, a livello variatori, per conferire al segnale tachimetrico proveniente dalla derivazione del segnale di posizione del resolver una maggiore precisione e l'immunità ai disturbi del rumore di fondo, abbiamo optato per un segnale di posizione ad alta risoluzione, che utilizzasse un sistema conversione/resolver a 16 bit".

Per assicurare un posizionamento preciso "in diretta" - l'eliminazione del riduttore, infatti, comporta che il rilevatore di posizione situato sul motore ab-

bia la risoluzione e la precisione richieste per il posizionamento dell'asse - l'Alxion ha lavorato su un resolver, un trasduttore analogico (di tecnologia omogenea al motore): quasi un alternatore eccitato ad alta frequenza, ma con una precisione più elevata rispetto ai piccoli resolver standard e con una dimensione compatibile con l'albero cavo. Si tratta di un resolver di precisione misurato a +/- un minuto e di diametro interno sufficiente a consentire il passaggio di un albero cavo fino a un diametro di 80 millimetri.

Esistono naturalmente dei resolver di maggiore precisione: ma sono stati esclusi, in quanto il loro prezzo avrebbe elevato di molto il prezzo del prodotto finito. In ogni caso, il mercato di destinazione del motore, quella dell'industria, non richiedeva nella maggior parte delle applicazioni, quel tipo di prestazioni.

"Un altro problema riguardava la progettazione stessa del motore, - annota ancora Banon - Dovevamo realizzare una tecnologia che consentisse un'elevata prestazione della coppia/ volume, coppia/massa ricorrendo a materiali non troppo costosi. Abbiamo, quindi, realizzato un'ottimizzazione elettromagnetica ricorrendo a software di simulazione, ovvero a programmi di calcolo di flusso che permettono di precaratterizzare il motore, senza realizzarlo, con



una precisione del 100 per cento. Questo software, infatti, consente di tener conto del circuito magnetico e del suo andamento e quindi delle possibilità di corto circuito, per cui è possibile eliminare le cause degli eventuali malfunzionamenti sui magneti in particolare. Questa operazione ci ha consentito di

ottenere successivamente il brevetto. Naturalmente, dal momento che occorre aumentare la coppia nominale, si è preceduto anche all'ottimizzazione termica.

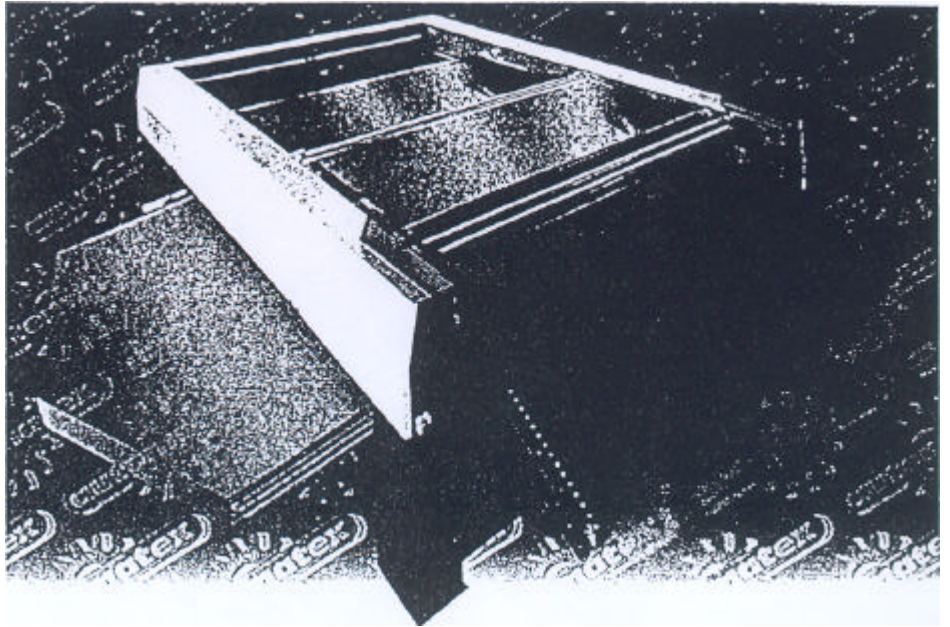
È stato considerato, quindi, anche il fenomeno legato alle inerzie.

"Nel caso dei riduttori si ha un adattamento di impedenza in maniera naturale, che fa risultare l'inerzia a livello motore più bassa rispetto a quello del carico. - annota Banon - Con il direct drive, invece, questo non è più possibile. Si è in presenza di inerzia di carico molto elevata. Ciò significa frequenze di risonanza meccanica lato motore relativamente bassa (da 40 a 300 Hz): mentre l'ampiezza di risonanza, a sua volta, è molto più elevata. Il problema che si presentava, perciò, era, evitare di eccitare la risonanza meccanica,,"

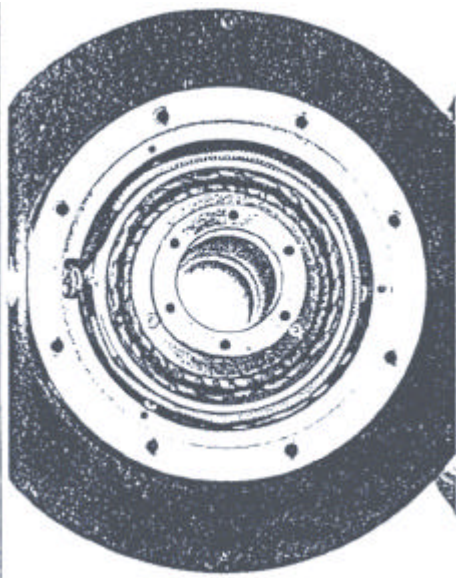
Poiché ottenere un asservimento ad alta dinamica e discreta rigidità ricorren-



do alle tradizionali soluzioni PID è risultato impossibile - si cadeva nell'instabilità il cosiddetto pompaggio, e quindi nella riduzione delle prestazioni dinamiche - la Vickers ha sviluppato sugli azionamenti un filtro digitale antirisonanza di tipo selettivo (il Notch Filter), di frequenza, di ampiezza e profondità



.Faldatore per tessuti tipo FA3000 realizzato della automate ed equipaggiato con motore brushless Vickers 390 FC-2



regolabili e con il vantaggio di un'incidenza trascurabile sulla fase al di fuori della banda tagliata.

I campi di applicazione

Grazie alle differenti soluzioni tecniche adottate, oggi la AIXion ha realizzato una gamma di sette motori principali in tre diametri (170, 300 e 400 mm), in grado di sviluppare coppie che vanno dai 26 ai 460 Newton metro. La coppia massima disponibile in un intervallo di tempo molto lungo a causa della forte inerzia termica dei motori è a tre volte maggiore il valore della coppia permanente. La coppia massima è disponibile fino alla velocità nominale che varia da 600 a 120 rpm minuto, a seconda della taglia.

I motori ottimizzati termicamente ed elettromagneticamente per assicurare compattezza e costi ridotti, sviluppano un valore di coppia permanente di massa che raggiunge i 2,3 Nm/Kg e un valore di coppia di cresta fino a 8,3 Nm/Kg. Il motore di taglia più grossa sviluppato, il 390 FC6, sviluppa 1.745 Nm in cresta fino a 130 rpm/minuto, pari ad una potenza massima di 24 kW per una massa di circa duecento chilogrammi. «Naturalmente le applicazioni di trazione diretta sono possibili anche su tutti gli assi con motoriduttori, - precisa an-

cora Banon -: in via generale, in ogni caso, vanno bene in applicazioni che non devono essere mobili e comprese nella fascia inferiore della potenza - fino a 20 chilowatt anche se poi, in talune applicazioni è in grado di coprire fino a 60 chilowatt. Con questo prodotto, secondo i nostri studi siamo in grado di coprire fino al 30% del mercato degli assi. In ogni caso, si tratta di un tipo di motore, proposto e venduto insieme con la serie Vickers dei servomotori brushless tradizionali e di cui, si può dire, ne completa la gamma, ma che rimane, occorre ribadire, una soluzione speciale che richiede la riprogettazione della macchina, se si vogliono sfruttare appieno le potenzialità,».

Fra i campi applicativi, le macchine utensili possono essere interessate a questi tipi di prodotti?

«Sono differenti i campi di applicazione della gamma FC. - ci dice ancora Banon. «Fra gli altri ricordo quello dei pneumatici per i veicoli da turismo, ma anche per camion e aerei, dove vengono applicati nei tamburi deformabili (per la confezione e la messa sotto la forma dello pneumatico) e carrelli autonomi. Ma anche nell'industria del vetro, utilizzati per l'ingegnerizzazione di mandrini per la produzione di articoli in vetro cavo e nelle macchine, "pick and place" in uscita dal forno,».

Sono ancora da ricordare le industrie tessile, impiegato nelle teste, di impuntatrici e imbottitrici e nei cilindri per la

produzione di moquette; nelle macchine piegatrici e precisamente nelle teste con il filo d'acciaio che attraversa il motore; nella robotica di assemblaggio, con le parti attive del motore installate nell'articolazione del robot (viene utilizzato dalla Commissione per l'agenzia atomica francese, il CEA).

Altre applicazioni le si ritrova nelle macchine a iniezione plastica, con la vite a ricircolazione di sfere di spinta assiale che passa all'interno dell'albero cavo e nelle macchine da stampa, per la trazione diretta di cilindri di trascinamento e dei cilindri porta-clichè.

"Ultimamente, abbiamo notato un certo interesse anche nell'ambito dell'industria della manutenzione. - conclude Banon - Sulle macchine utensili generali, intese come torni e fresatrici ancora non ne abbiamo realizzate.

Abbiamo pensato a una applicazione su di una tavola rotante. Ma a questo punto occorre ripensare il motore anche in funzione della maggior precisione che viene richiesta a questo tipo di macchine. Attualmente, per quanto riguarda la ripetitività, è possibile ottenere ancora miglioramenti e quindi maggiori prestazioni. Ma se si tratta di un problema di precisione assoluta, come in taluni casi di macchine utensili, non è più sufficiente questa tipo di resolver di precisione uguale al minuto e allora bisogna pensare ad altre soluzioni come l'aggiunta al motore di un encoder di alta precisione".