

Continua la pubblicazione integrale di parti del "GEAR MOTOR HANDBOOK"

PARTE I° INTRODUZIONE

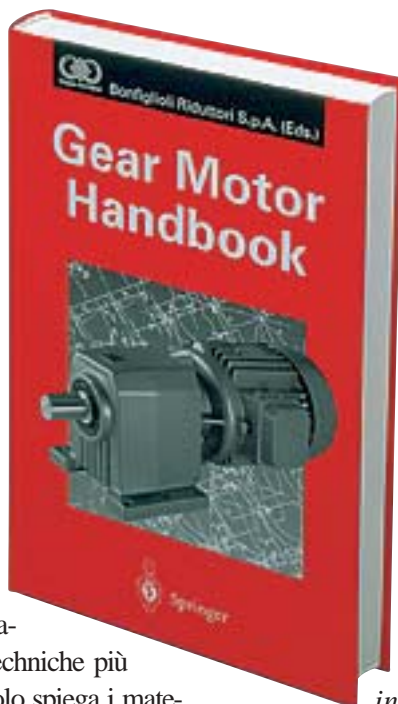
di Darle W.Dudley

1.5 Contenuti del presente manuale tecnico

Il presente manuale è suddiviso in diverse parti, di cui la terza, più lunga, è dedicata agli ingranaggi ed alle trasmissioni, mentre quella successiva riguarda i motori elettrici utilizzati per azionare riduttori di velocità ad ingranaggi. L'ultima parte tratta invece la filosofia alla base del concetto di qualità.

I ruotismi sono trattati in ben 15 capitoli, ciascuno dei quali ha lo scopo di fornire al lettore informazioni basilari su un certo aspetto di questa tecnologia. La trattazione dei singoli capitoli comincia con la spiegazione dei fondamenti e continua con considerazioni tecniche più complesse. Ad esempio, il primo capitolo spiega i materiali e le proprietà fisiche degli ingranaggi, mentre i capitoli 2-4 illustrano e definiscono gli ingranaggi veri e propri: questo ha lo scopo di fornire il necessario background per poi preparare il lettore al calcolo delle dimensioni per una data applicazione, argomento discusso al capitolo 5.

Il dimensionamento degli ingranaggi a seconda di una data applicazione comporta il calcolo del diametro primitivo del pignone e della relativa larghezza attiva di dentatura. Il diametro primitivo di un ingranaggio cilindrico o elicoidale diventa automaticamente quello del pignone moltiplicato per il rapporto. (Nei gruppi vite-ruota le dimensioni dell'ingranaggio non coincidono con il diametro primitivo del pignone moltiplicato per il



1.5 The Content of this Technical Handbook

This handbook is divided into several parts. The third and longest part is devoted to gears and gear boxes. The next is concerned with electric motors used to drive geared speed reducers. Finally, the philosophy of quality is discussed.

Gearing is covered in 15 chapters. Each chapter is planned to give the reader basic information about one aspect of gear technology. The plan for the chapters is to start with basic fundamentals and then proceed to more complex technical considerations. For instance, the first chapter explains gear materials and their physical properties. Chapters 2 to 4 explain and define gears. This is a necessary background to prepare the reader for the calculation of how large the gears need to be for a given application, which is discussed in Chapter 5.

The sizing of gears for an application involves a determination of the pitch diameter of the pinion and its working face width. The pitch diameter of a spur or helical gear automatically becomes the pitch diameter of the pinion multiplied by the ratio. (For worm gears the size of the gear member is not the pitch diameter of the pinion multiplied by the ratio due



rapporto dato che l'asse della vite senza fine si trova a 90° gradi rispetto a quello della ruota elicoidale.)

La fase successiva del dimensionamento di ingranaggi cilindrici ed elicoidali é la scelta delle dimensioni del dente. Dopo aver stabilito le dimensioni richieste (con modulo o diametro inglese), si determina il giusto numero di denti per il pignone e la ruota dentata coniugata.

Il dimensionamento appena descritto viene effettuato mediante calcoli "di stima" basati su una serie iniziale di specifiche tecniche che definiscono il rapporto di trasmissione necessario, il tipo di materiale selezionato per il pignone e l'ingranaggio e il valore di potenza da trasmettere.

Dopo aver effettuato i calcoli di stima e stabilito le dimensioni del gruppo di ingranaggi, occorre fare molte altre considerazioni: la trasmissione è una vera e propria macchina; esistono alberi conduttori e condotti, la scatola è bullonata; ingranaggi e cuscinetti all'interno della scatola devono essere adeguatamente lubrificati; la velocità della primitiva merita un'attenta considerazione; valori di velocità della primitiva troppo alti o bassi possono rappresentare un problema. Tutti questi fattori sono descritti ai capitoli 6-10 del presente manuale.

In un gruppo motore la trasmissione completa è una macchina che comprende un motore primo e un dispositivo condotto. In molte applicazioni bonfiglioli il motore primo è un motore elettrico, mentre il dispositivo condotto può variare notevolmente: può trattarsi di una pompa, un nastro trasportatore, un ventilatore, un montacarichi, un agitatore o il vecchio mulino usato per trasformare in farina grano, frumento e riso.

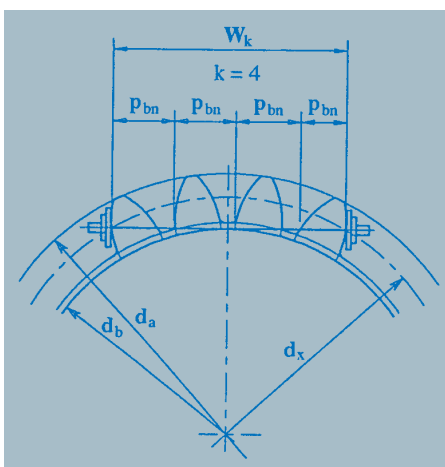
In generale la trasmissione viene commercializzata come gruppo completo avente un determinato rapporto riferito all'insieme e non solo ai singoli ingranaggi posti all'interno della scatola. Talvolta la difficoltà nel raffreddare ad aria un ingranaggio lubrificato a sbattimento dà luogo ad un rapporto "termico" inferiore al rapporto meccanico degli ingranaggi all'interno della scatola. In questo caso il rapporto di trasmissione deve coincidere con il rapporto

to the complication of the worm axis being at 90 degrees to the axis of the worm gear.)

A further step in sizing spur and helical gears is the choice of the tooth size. When the tooth size needed (by module or by diametral pitch) has been determined, the appropriate numbers of teeth for the pinion and the mating gear are established.

The sizing just described is carried out by "rating" calculations. These are based on an initial set of specifications defining the gear ratio needed, the kinds of material selected for the pinion and the gear, and the amount of power to be transmitted.

After the rating calculations have been made and the size of the gear set is determined, there are several other things to consider. A gear box is a piece of machinery. There is input and output shafting. There is a bolted together casing; gears and bearings inside the gear box must have adequate lubrication; pitch line speeds need consideration; both very slow and very fast pitch line speeds can be a complication. These just mentioned are covered in Chapters 6 to 10 of this book.



The complete gear box is a piece of machinery in a power system that involves a prime mover and a driven device. In most Bonfiglioli applications the prime mover is an electric motor. The driven device may vary considerably. It may be a pump, a conveyor, a fan, a hoist, a materials mixer, or something else like the oldtime grist mill to grind wheat, rice or corn into flour.

In general, the gear box is marketed as a complete unit. The unit has a rating for the whole unit not just the gears inside the box. Sometimes the difficulty in air cooling a splash lubricated gear unit may result in a "thermal" rating that is lower than the mechanical rating of the gears inside the gear box. In this case the rating of the gear box has to be the lower thermal rating.

Gear units may vibrate and cause trouble with con-

termico più basso.

I riduttori possono vibrare e dare problemi di collegamento (giunti di accoppiamento, guarnizioni di tenuta, cuscinetti ecc.). Gli ingranaggi provocano anche rumori e in alcune zone sensibili il rumore di un riduttore può risultare addirittura fastidioso. La tecnologia dei ruotismi si basa su un disegno e un processo di fabbricazione tali da conferire al riduttore, all'interno del proprio gruppo motore, caratteristiche di vibrazione e rumorosità accettabili per gli altri componenti del gruppo. Inoltre tutti coloro che azionano o lavorano in prossimità di parti mobili devono trovarsi in un ambiente in cui il livello di rumorosità rispetti determinati standard di sicurezza per la salute. I vari aspetti dei ruotismi di un gruppo motore sono trattati nei capitoli 11-13.

Il capitolo 14 conclude la trattazione dei ruotismi e fornisce informazioni varie sul processo di lubrificazione.

Negli ultimi 15 anni questa tecnologia ha fatto progressi molto rapidi, specialmente nel settore delle macchine per la lavorazione degli ingranaggi. Ora il taglio e la rettifica dei denti possono essere effettuati con macchine CNC notevolmente più versatili di quelle manuali utilizzate nella prima metà di questo secolo.

Le macchine CNC possono svolgere quasi ogni genere di lavoro: non solo la lavorazione di denti e alberi, ma anche operazioni quale alesatura, lavorazione di giunti di fissaggio, trapanazione di fori per bulloni e anche assemblaggio di pezzi. Queste macchine eseguono inoltre operazioni di controllo per accettare o scartare pezzi che non soddisfano precisi limiti di qualità.

Le avanzate macchine CNC consentono una produzione automatizzata. Nell'arco di circa 15 anni gli impianti della Bonfiglioli sono diventati completamente automatizzati, il che porta a bassi costi di produzione e quindi ad una migliore qualità ed uniformità del prodotto. L'abilità dell'operatore è rivolta più alla messa a punto ed alla gestione di macchine complesse che alla capacità manuale e visiva di lettura e di microregolazione per

nections like coupling, seals, bearings, etc. Gears also make noise. The noise of a gear unit may be troublesome in some sensitive locations. The technology of gearing involves a design and manufacture so that the gear unit, in its power system, has vibration and noise characteristics that are acceptable from the standpoint of other components in the power system. Also those operating or being close to the running gears need to be in an environment where the noise is within established health standards.

The various aspects of the whole gear unit in a power system are covered in Chapters 11 to 13.

Chapter 14 is the final chapter of the text on gearing. This chapter gives information on how gear units are manufactured.

There has been very rapid progress in gear technology in the last 15 years. This is particularly true of the machinery used to make gears. The cutting and grinding of gear teeth can now be done with CNC machines that are considerably more versatile than the hand-operated machines used

in the early part of this century.

The CNC machine can do almost anything. Not only are gear teeth and shafts machined, all kinds of operations such as boring, machining of casing joints, drilling of bolt holes and even assembly of parts can be done by the CNC type machine. These machines also carry out inspection operations to accept or reject parts that do not meet precise quality limits.

The CNC type of advanced machinery makes possible automated manufacturing. The Bonfiglioli plants in about 15 years' time have become essentially fully automated. This leads to low cost manufacture, thus the product quality and uniformity is improved. The worker's skill is directed towards developing and managing complex machinery rather than hand and eye skills in reading dials and



asportare una piccolissima quantità di metallo al fine di soddisfare una precisa dimensione. L'ultimo capitolo della terza parte dà alcuni esempi applicativi di trasmissioni.

La parte del manuale riguardante i motori elettrici é suddivisa in azionamenti a velocità variabile e azionamenti collegati direttamente all'alimentazione. I primi vengono usati laddove la velocità di rotazione di una qualche

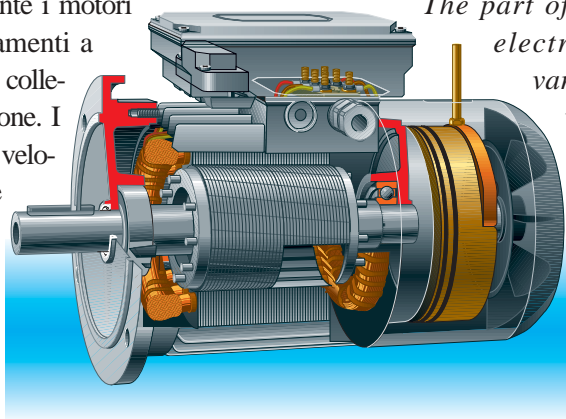
operazione sia soggetta a variazioni frequenti necessarie per ottenere il risultato desiderato. Ad esempio, il comando del timone di una nave può essere elettrico laddove i

movimenti desiderati della ruota vengono trasmessi elettricamente al motoriduttore che muove il timone. (Nelle piccole imbarcazioni gli accoppiamenti meccanici trasmettono la potenza muscolare esercitata dal timoniere direttamente al timone: non esiste nessun motore elettrico). Le macchine CNC fanno largo uso di motoriduttori computerizzati che trasformano il segnale del computer nel moto meccanico desiderato. I motoriduttori ad inserimento/disinserimento diretto si usano spesso a velocità relativamente costante. Ad esempio, una pompa di un impianto di irrigazione viene accesa per pompare acqua per un certo periodo di tempo (1 ora o 10 ore). Durante l'intervallo di irrigazione la pompa gira a velocità costante. Anche nelle macchine CNC esistono spesso motorizzazioni che girano a velocità costante. Ad esempio, l'impinto di lubrificazione di una macchina di grandi dimensioni può fornire una mandata costante di olio ad una pressione di 25 libbre per pollice quadrato a tutti i cuscinetti e i principali ingranaggi conduttori. Se prima dell'avviamento e dopo l'arresto è necessario il ricircolo dell'olio, all'impianto di lubrificazione occorrerà una pompa azionata da un motore elettrico che mandi olio in pressione.

Le informazioni tecniche basilari per le motorizzazioni a velocità variabile sono contenute in 9 capitoli, mentre quelle relative ai motori con trasmissione a velocità relativamente costante si trovano negli ultimi capitoli della parte riguardante i motori.

making delicate settings to remove a tiny amount of metal to meet a close dimension.

The last chapter in the third part gives examples of gear boxes applications.



The part of the book concerned with electric motors is divided into variable speed drives and drives switched directly to the power supply. The variable speed drives are used where the rotative speed of some operation is subject to frequent changes that are necessary to achieve the desired result. For instance, rudder control on a ship may be electrical where the

desired steering wheel movements go by electrical means to the geared motor that moves the rudder. (In small boats, mechanical connections transmit muscle power by the person at the steering wheel directly to the rudder there is no electric motor involved). CNC type machinery makes a considerable use of computer controlled geared motors to convert a computer signal into a desired mechanical motion.

The geared motors that are switched directly on and off are often used at a relatively constant speed. For instance, a pump in an irrigation system is turned on to pump water for some time period like 1 hour or 10 hours. During the watering interval the pump runs at a constant speed. Even in CNC machinery there are often drives that run at a constant speed. For instance, a lubrication system for a large machine may provide a constant supply of oil at 25 pounds per square inch pressure to all the main drive gears and bearings. If oil circulation is needed before start-up and after shut down, the oiling system needs a separate electric motor driven pump to provide oil under pressure.

The basic technical items for variable speed drives are covered in nine chapters. The technical items for motors in relatively constant speed drives are in the last chapters of the part on motors.