

**ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITA' DI BOLOGNA**

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA
IN INGEGNERIA MECCANICA
CLASSE L-9

ELABORATO FINALE DI LAUREA
IN DISEGNO ASSISTITO DAL CALCOLATORE 11361

**STUDIO E PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI
PALLETIZZAZIONE INNOVATIVO**

CANDIDATO
FAUSTO LOMBARDI

RELATORE
CHIAR.MO PROF. PIANCASTELLI LUCA

A.A. 2013-2014
III SESSIONE

INDICE

Indice delle Immagini.....	5
Introduzione	6
Storia del Pallet	7
La prima comparsa	7
Il periodo post-bellico e le prime normative	7
In Italia	8
La produzione.....	8
La trasformazione della logistica: l'unità logistica	9
Gli anni '70.....	10
Gli anni '80.....	11
L'EPAL	12
Mercato delle Macchine Avvolgipallet	14
Avvolgitori automatici da linea.....	14
Avvolgitori a tavola.....	15
Avvolgitori a braccio rotante.....	16
Robot avvolgitori semoventi	17
Scelta motoriduttore	18
Problema termico per il motore elettrico.....	18
Bilancio motoriduttore	20
Specifiche riduttore	21
Scelta del motore	22
Scelta riduttore	23
Verifica.....	23
Progettazione Preliminare	25
Definizione parti.....	27
Modalità di utilizzo	29
Funzionamento	29
Calcoli	31
Calcolo distanza di palletizzazione.....	31
Scelta motoriduttore avanzamento anteriore.....	31

Scelta motoriduttore carrello posteriore	33
Calcolo tempo di palletizzazione	37
Conclusioni.....	38
Sviluppi futuri	38
Conclusioni personali.....	38
Allegato 1	40
Allegato 2	45
Allegato 3	62
Bibliografia e Sitografia	66
Bibliografia.....	66
Sitografia	66
Ringraziamenti	67

INDICE DELLE IMMAGINI

Fig. 1. 1 Immagine macchina	6
Fig. 2. 1 Misure pallet EPAL	13
Fig. 3. 1 Schema Mercato Macchine Avvolgipallet	14
Fig. 3. 2 Avvolgitore automatico da linea	15
Fig. 3. 3 Avvolgitore a tavola chiusa	16
Fig. 3. 4 Avvolgitore a tavola aperta	16
Fig. 3. 5 Avvolgitore a braccio rotante	16
Fig. 3. 6 Robot avvolgitore semovente	17
Fig. 4. 1 Schema a blocchi motoriduttore	20
Fig. 5. 1 Schema movimento carrello	26
Fig. 5. 2 Blocco motore anteriore	27
Fig. 5. 3 Manico	27
Fig. 5. 4 Arco paraurti	27
Fig. 5. 5 Braccio telescopico	28
Fig. 5. 6 Telaio posteriore	28
Fig. 5. 7 Blocco motore posteriore	28
Fig. 5. 8 Carrello portabobina	28
Fig. 5. 9 Plancia di comando	29
Fig. 6. 1 Schema raggio palletizzazione	31
Fig. 6. 2 Schema motoriduttore anteriore	32
Fig. 6. 3 Schema stesura film estensibile 1	34
Fig. 6. 4 Schema motoriduttore posteriore	34
Fig. 6. 5 Schema barra filettata	35
Fig. 6. 6 Schema stesura film estensibile 2	36

INTRODUZIONE

Nella movimentazione di beni su grande scala ha una posizione di vitale importanza il pallet. Su di questo sono collocati i beni (tale processo è definito imballatura) destinati al trasporto od allo stoccaggio in magazzini. Spesso la merce viene impilata e successivamente avvolta lungo tutta la sua superficie laterale da film estensibile di varie forme e colori.

Di seguito tratteremo di un tipo particolare di pallet, quelli comunemente detti “stagni”. Questi sono di fondamentale importanza per lo stoccaggio all’esterno dei beni dove saranno soggetti agli agenti atmosferici e la protezione deve essere tale da garantirne l’integrità della merce per tempi relativamente lunghi.

I pallet stagni consistono in un “cappello” di materiale plastico posto nella sommità del pallet già imballato il quale successivamente viene avvolto con film estensibile lungo tutta la sua superficie laterale.

La macchina studiata ha la capacità di avvolgere con film estensibile in maniera del tutto automatica pallet stagni.

L’attenzione si concentra sul creare una macchina leggera, funzionale e nel cercare di contenere i costi di produzione.

Nel corso della trattazione verranno considerati solo pallet di misura standard EPAL (800x1200mm) di altezza massima 2200mm ed il processo di avvolgimento con film estensibile verrà chiamato palletizzazione.

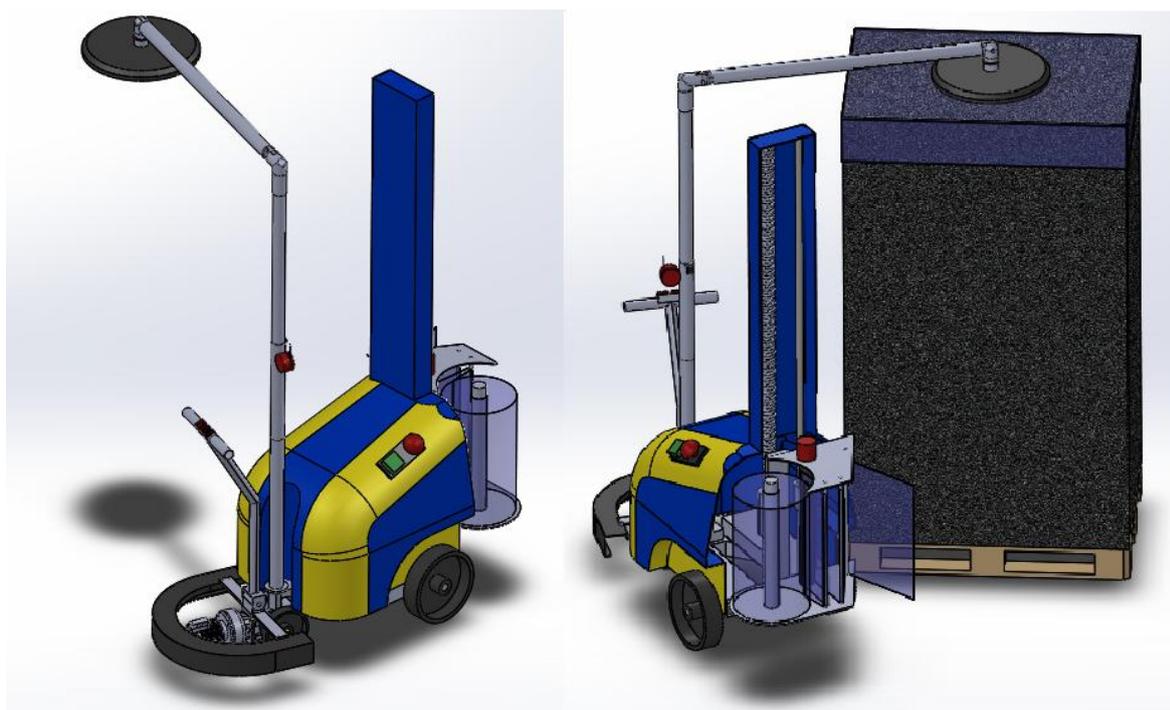


Fig. 1. 1 Immagine macchina

STORIA DEL PALLET

Il termine pallet (francese palettes, tedesco paletten,, spagnolo paletas) che tradotto letteralmente significa “piattaforma” in realtà è di uso comune. A questo vengono affiancati vari sinonimi quali: bancale, pedana e barella. In tutto il mondo è l’attrezzo più diffusamente integrato nei sistemi logistici in tante forme ed aspetti. La materia base più ricorrente è il legno ma ne esistono versioni anche in PVC e metallo per applicazioni speciali.

La prima comparsa

Durante la Seconda Guerra Mondiale la voce "pallet" risulta in evidenza nei packing-list dello sbarco in Normandia, ed era la “piattaforma” di sostegno destinata alla movimentazione e stoccaggio dei materiali bellici alleati. In vecchie foto militari dell'epoca è possibile intravedere sotto casse e vettovaglie avvolte in teloni e sotto fusti di carburanti le sagome di intelaiature in legno formate da tavole fissate su travature, questi rappresentano i primi esemplari di pallet a due vie.

Il loro sollevamento avveniva tramite Fork-Lifts installati su macchine semoventi che consistevano in una coppia di barre sporgenti usate in campo agricolo per trasportare balle di paglia. Pochi anni dopo furono adottati dalle forze militari americane i primi carrelli elevatori con strutture e sembianze già vicine agli attuali e con denominazione Clark. Questi mezzi, entrati in Europa con le truppe alleate, rivoluzionarono negli anni avvenire le modalità di spedizione e stivaggio dei prodotti inserendosi gradatamente nei cicli industriali.

Il periodo post-bellico e le prime normative

In Europa nacquero modelli diversi di pallet adattati a specifiche esigenze mentre in USA si utilizzarono ancora per decenni solo tipi a due vie con poche trasformazioni.

Le prime rudimentali classificazioni dei tipi di pallet arrivano dall'ex URSS. Da queste proviene la divisione dei pallet nelle categorie a due ed a quattro vie con relative sottoclassificazioni in reversibili e non reversibili. Nel trattato di questa prima classificazione non sono presenti commenti in riferimento ai materiali da utilizzare ed alle modalità di costruzione.

A metà degli anni '50 nascono due modelli di pallet a quattro vie non reversibile: quello da 800 X 1200, proposto dalle OBB (ferrovie austriache), e quello da 1000 X 1200, poi abbandonato perché si abbinava male alle larghezze ridotte dei carri ferroviari occidentali. Le iniziali viti a legno usate per l'assemblaggio, vennero sostituite prima da chiodi elicoidali e successivamente, a seguito del perfezionamento avvenuto in Germania, dagli attuali tronconici stampati, più conosciuti come ring.

È la Germania dopo il secondo conflitto mondiale elabora le prime normative per i pallet standard presto seguita da Francia, Inghilterra e Svezia. Le descrizioni erano ancora sommarie

ma indicative per l'assemblaggio del pallet. Nel '54 nel primo capitolato delle OBB, depositato alla UIC, si dichiara che: "I chiodi elicoidali da 90 (4 per unione) devono essere piantati con almeno sette colpi di martello ciascuno per favorire il loro regolare avvvitamento nel legno, gli elicoidali da 70 con 5 colpi, i lisci da 60 devono invece essere piantati con sottostanti piastre d'acciaio scanalate in modo da permettere una ribattitura contro fibra e, nello stesso tempo, il rientro nel legno delle punte".

In Italia

Nel '56 la crescita del mercato nazionale costrinse le Ferrovie dello Stato ad ufficializzare in Italia l'Europallet insieme a due fornitori: Marta di Lodi e Viani di Borghetto Lodigiano, grossi laboratori di falegnameria con annessa segheria.

Il materiale più utilizzato era il tavolame stagionato di Abete austriaco, disponibile in quantità tali da sopperire ai primi fabbisogni delle FS italiane impegnate a restituire i pallet agli stati del Nord Europa già soliti all'uso del pallet.

Presto anche le FS riconosceranno il pallet come valido prodotto a supporto del commercio e amplieranno il numero di fornitori italiani appaltando ad altre due segherie il lavoro di assemblaggio e la produzione di chiodi a Flamma dei F.lli Piloni ed a Redaelli e Beretta.

La produzione

In Italia il montaggio era manuale secondo genuini criteri artigianali, due operai esperti erano in grado di montare quindici pallet all'ora.

La produzione partiva da una prima trasformazione del legname in assi da due seghe circolari abbinata. Le assi erano tagliate a misura da una terza sega pendolare quindi gli elementi passavano al reparto semilavorati dove venivano finiti con toupies (un particolare tipo di fresa) sui 4 lati e completati di smussi d'invito.

La travatura dei pallet è sempre in Abete lavorato con sezioni nominali da 150x80 e 100x80. Anche questa era passata a piallatura sui 4 lati e dopo la sezionatura seguiva spesso la carteggiatura di testa.

I blocchi erano marcati a fuoco con stampi riscaldati a gas con risultati vicini ai processi di serigrafia.

I primi pallet erano considerati attrezzi industriali su cui investire per la più duratura funzionalità.

L'aumento dei consumi ed una richiesta sempre più elevata porta inevitabilmente ad una sua produzione su scala industriale. Si affermano le grandi società statali, le private si trasformano in società per azioni di grandi dimensioni, mentre potenti marche d'oltre oceano si presentano sullo scenario italiano.

in questi anni nascono nuovi tipi di commercializzazione dei prodotti denominati

supermarket. In questi si concentrano i più disparati oggetti di consumo indispensabili alla vita di ogni giorno. I supermarket presto diventeranno grandi utilizzatori di pallet.

Attività di falegnameria già lanciate raggiungeranno in pochi anni grazie al pallet dimensioni enormi.

Dalle officine di Piero della Valentina, dinamicamente aperte alle più disparate iniziative, escono agli inizi degli anni '60 le prime chiodatrici meccaniche a un chiodo presto seguite da quelle a quattro e a otto. Modelli ripresi e perfezionati, su concessione, dalla Erba Chiodatrici che diventerà la prima fabbrica italiana a produrre macchine chiodatrici automatiche in grado di portare chiodi diversi (elicoidali e meccanici lisci). Da qui s'avvieranno i nuovi sistemi di montaggio che cambieranno la produzione del pallet, da artigianale ad industriale preparando le basi per le linee intensive.

È dunque l'Italia che fa da guida nel processo di meccanizzazione della produzione di pallet ed inizia l'esportazione delle sue macchine utensili in tutto il mondo.

La trasformazione della logistica: l'unità logistica

Gli ultimi anni '60 sono gli anni delle trasformazioni logistiche sia in produzione che in magazzino.

In questi anni si aprono nuove strade per il pallet. Le movimentazioni per esso diventano più veloci, più silenziose e mono inquinanti con l'avvento dei carrelli elettrici. Il pallet viene stoccato sempre più in alto, rulli, tappeti gommati, piani a sfera lo accompagnano in ogni situazione dove la sua presenza, sia da vuoto che da carico, è indispensabile. Di fronte a tante finalità d'uso viene rinforzato con bulloni passanti, con staffature e scheletrati in acciaio, sagomato per i fusti, forato per abbinamenti metallici, adattandosi a mille situazioni.

Il pallet viene considerato un bene da destinare a vita anche decennale e seguito nei tragitti per un recupero integro.

Nell'impossibilità di concretizzare in pieno tali strategie appaiono i pallet con denominazione a perdere, chiamati one-way o sans-retour, impiegati nei lunghi viaggi con recuperi proibitivi o per destinazioni limite. Ricalcano gli schemi dei pallet a rendere solo per le necessità immediate ma sono più leggeri e molto meno costosi dei fratelli a rendere. Questi ultimi s'affermarono talmente tanto da superare la quantità di quelli a rendere e faranno le fortune dei più bravi produttori.

A causa di una tale varietà di proposte nascono i primi studi logistici volti a risolvere i problemi d'impiantistica e distribuzione. A volte, però, essi aumenteranno il caos invece di risolvere il problema.

Nasce così il concetto di unità logistica, ossia il pallet cioè il contenitore con sopra il lotto di prodotti da movimentare o stoccare. Con questo hanno vita le prime norme UNI, costituite per uniformare il pallet italico, che lo inquadrano in quattro formati:

800 X 1000

800 X 1200

1000 X 1200

1200 X 1200

Tali pallet verranno marchiati con marchio UNI ed avranno una struttura atta a durare nel tempo di circa cinque/sette anni.

Ogni formato è diviso in due categorie: a quattro e a due vie; ogni categoria comprende due versioni non reversibili e reversibili.

Le scheletrature, ossia le parti più sollecitate in fase d'uso, sono spesso in legno duro: Faggio-Rovere e gli elementi interni in resinoso: Abete-Pino.

Gli anni '70

Gli anni '70 rappresentano il periodo di maggior splendore per il pallet sia in Italia che in Europa.

I costruttori sono ancora pochi e il mercato in forte espansione consente loro un'equa divisione delle forniture. I supermercati si espandono capillarmente sul territorio e prodotti nazionali e stranieri si alternano sulle scaffalature. Tutto viaggia ormai sul pallet, molto spesso a perdere. Sono anni grassi per i fabbricanti, in condizioni di scegliere sul mercato il pallet più indicato ai loro mezzi di produzione. Vedranno la luce i primi magazzini automatici con i trasloelevatori.

L'impiantistica sempre più sofisticata richiede pallet robusti realizzati con riferimento UNI e oltre. Si moltiplicano gli scambi di pallet extraferroviari. In produzione le vecchie chiodatrici si trasformano in linee dove il pallet, nelle versioni più standardizzate di 1000x1200 e 800x1200 esce con ritmi da 200 esemplari all'ora.

Attratti dall'aumento dei consumi e dalle dimensioni raggiunte dai grandi produttori, molti piccoli fabbricanti abbandonano il martello, trasformato nel frattempo in spara chiodi, per investire in chiodatrici meccaniche e in linee di montaggio. Un passo dietro l'altro nomi nuovi s'inseriscono sulla scena facendo traballare verso fine decennio, e in qualche caso cadere, produttori storici.

Nuove strutture snelle e spesso familiari si diffondono sul territorio abbassando i prezzi, favorite molto spesso da un'incidenza di trasporto contenuta dovuta alla vicinanza del cliente. I pallet fisiologicamente più elementari diventano facile appannaggio di queste categorie.

Il decennio successivo diventerà ancor più triste per i produttori di fama costretti a dismettere gran parte delle segherie ora divenute obsolete.

Gli anni '80

Il 1982 la Grande Distribuzione Italiana sotto l'egida dell'organo ufficiale di rappresentanza e tutela, Centromarca, vara i capitolati per i pallet più usati sul mercato: 800 X 1200 e 1000 X 1200 a quattro vie non reversibili. Rappresenta il primo compromesso consorziale in Italia per regolare il flusso di scambio. Prima di questo accadeva che un settore, come ad esempio quello delle bibite e acque minerali, recapitasse il prodotto palettizzato indifferentemente su formati da 800 X 1200 e 1000 X 1200, ma anche da 920 X 920, con le più svariate caratteristiche e che altre categorie con merci più leggere ricorressero a parvenze palettizzate creando problemi di ogni genere negli stoccaggi a magazzino e nelle restituzioni.

Il pallet Centromarca, rimasto poco dopo solo da 800 X 1200, presenta sezioni ridotte rispetto a quello UNI e rappresenterà il modello di riferimento per i produttori e gli utilizzatori della grande distribuzione.

Con gli sconvolgimenti storici degli anni '80, che causarono instabilità anche nel mercato del legno, la sopravvivenza del pallet italiano viene pregiudicata.

I mercati austriaci, tedeschi, francesi e svedesi per quanto dotati di risorse forestali nazionali non riescono a sopperire al nostro fabbisogno, via via incrementato dal progresso industriale. Con la difficile reperibilità della materia prima in Italia e l'unificazione delle misure degli elementi non conviene più segare qui in Italia, ma fuori dove c'è più legno e dove la manodopera costa meno.

Si cercano spazi nel Nord e Sud America dando il via ad una ricerca di tavole di ogni specie legnosa che abbia come caratteristica principale l'essere economica per scalzare la concorrenza presente in un mercato saturo.

Importanti produttori, per anticipare i tempi, smontano gli impianti di segheria e li trasferiscono nei nuovi paesi dell'Est o in Sud America dove ci sono grandi risorse forestali e umane a costi irrisori. I prezzi del legno s'impennano e, nell'assenza di controlli sul manufatto, si utilizzano nuovi legni ibridi a rapida crescita nati per sopperire alla sempre più elevata richiesta di cellulosa da carta e pressati con conseguente degrado della qualità del pallet italiano.

L'avvento dell'elettronica negli anni '80 modifica ogni processo industriale compreso quello di costruzione dei pallet. Le nuove attrezzature per il montaggio vengono adeguate essere sempre più veloci e precise grazie ai sistemi elettronici integrati.

L'incidenza della manodopera in ogni fase produttiva è ridotta all'essenziale. Sopperire ai costi umani, sempre più proibitivi per un articolo sempre più povero, è divenuta la prima necessità ricorrente fra i produttori.

In questo periodo di crisi per il pallet viene unificato, negli USA in due modelli da 1016 X 1219 inch e da 1219 X 1016 inch. In Europa Imballi e confezioni acquisiscono dimensioni uniformi improntate sulla unità logistica da 800 X 1200, diventata di riferimento per ogni prodotto.

L'EPAL

Si è accennato all'Europallet creato nel '56 dalle Ferrovie dello Stato e lasciato in balia del mercato senza regole degli anni '70 ed '80. Per far fronte alla enorme domanda da parte dei privati di pallet FS autorizzò senza troppi controlli un numero enorme di aziende italiane le quali, per essere competitive, cercarono modi per abbassare il costo del prodotto, violando normative ed impoverendo la qualità del pallet italiano. Viene quindi accantonato l'Europallet regolare perché più robusto e caro e preferito quello più conveniente ma anche meno affidabile. Così il mercato nazionale è invaso degli EUR più disparati.

In questo clima si giunge all'EPAL che mette d'accordo produttori, commercianti, riparatori, utilizzatori di ogni settore.

L'EPAL (European Pallet Association) dal '95 si estenderà in gran parte d'Europa con Comitati Nazionali che in ogni paese che affideranno il controllo e la graffatura di collaudo a società fiduciarie prescelte.

L'Italia entra nel circuito EPAL solo dal 1° Marzo 1999 togliendo tutto il potere politico al Centromarca i cui pallet non erano più conformi alle già attivate normative sulla sicurezza del lavoro (626).

Anche se si è ancora in fase d'avvio di EPAL, i costruttori italiani stanno accorgendosi che con il controllo da parte di EPAL non lascia spazio a prodotti di bassa qualità.

L'EPAL sta ottenendo consensi negli Stati Uniti, in Canada, in Sud Africa e in Giappone, ossia nelle sedi internazionali più accreditate, grazie alle sue prerogative universalmente riconosciute. Infatti deriva da normative maturate in quarant'anni di storia, è collaudato fuori produzione, è soggetto a riparazioni controllate e dismesso dopo sette anni.

È l'unico modello conforme alle nuove regole sulla sicurezza del lavoro e dell'ambiente cui fanno riferimento anche le compagnie di assicurazione per risarcire eventuali danni a persone e cose provocati nell'uso.

È il pallet più completo di requisiti per un'accettazione di scambio internazionale e un decisivo passo avanti per ridurre l'impiego di pallet a perdere con conseguenti sprechi di risorse forestali.

Con l'incalzare inesorabile dell'industrializzazione i boschi, fonti di vita non solo per i pallet, sono risorse preziose da gestire e curare per il bene di tutti e non oggetto di speculazione da parte di pochi.

Rispettare oggi la natura vuol dire consentire domani per il pallet una costruzione sempre in legno, magari più accurata, come una volta, tale da favorirne il più lungo impiego.

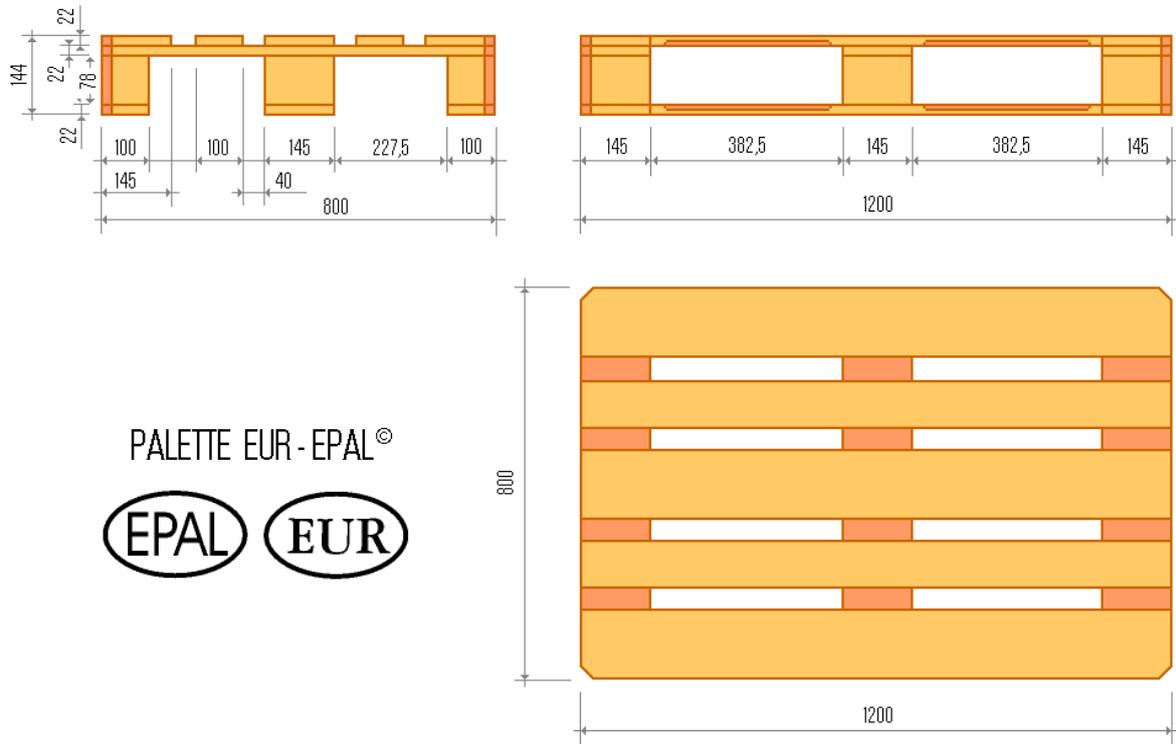


Fig. 2. 1 Misure pallet EPAL

MERCATO DELLE MACCHINE AVVOLGIPALLET

Nei piccoli magazzini l'avvolgimento con film estensibile di pallet imbancaati viene compiuto manualmente. Questo processo richiede molto tempo, fatica fisica ed il risultato non è sempre ottimale. Per questi motivi vengono usate macchine avvolgitrici che garantiscono un maggior risparmio di film estensibile, tempo ed un più corretto posizionamento dello stesso.

Il mercato delle macchine avvolgi pallet è diviso in 4 macrocategorie.

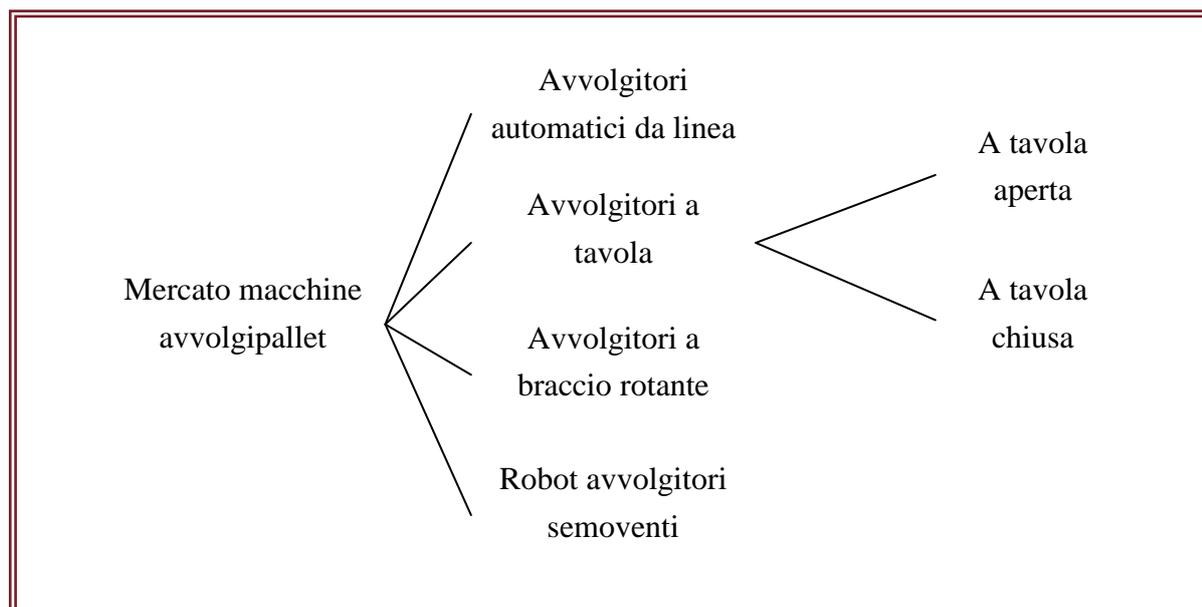


Fig. 3. 1 Schema Mercato Macchine Avvolgipallet

Di seguito spiegheremo brevemente le caratteristiche salienti di ogni macchina in particolare riguardo ad alcuni caratteri:

- Tipo di applicazione
- Costo
- Velocità di palletizzazione
- Sicurezza dell'operatore
- Capacità di avvolgere pallet stagni
- Altre caratteristiche

Avvolgitori automatici da linea

Gli avvolgitori automatici da linea sono macchine completamente automatiche poste alla fine di una catena di palletizzazione automatica preesistente garantendo un grande valore aggiunto alla catena.

La macchina sposta ed avvolge il pallet, collega e taglia il film in maniera del tutto automatica garantendo un elevato livello di robotizzazione della linea.

La macchina

- trova applicazione in magazzini completamente automatizzati od in industrie ad alto livello di automatizzazione
- ha un costo molto elevato da ammortizzare con un numero molto alto di cicli al giorno
- ha una altissima velocità di palletizzazione
- presenta una sicurezza altissima in quanto non necessita di alcun intervento umano in fase di opera
- è in grado di avvolgere pallet stagni

Avvolgitori a tavola

Sono macchine semiautomatiche composte da una tavola rotante su cui è posto il pallet. La tavola viene posta in rotazione mentre il movimento ascendente del carrello portabobina garantisce una corretta palletizzazione.

La macchina non è trasportabile da un punto ad un altro del magazzino e l'alimentazione dei pallet viene compiuta dall'operatore con l'ausilio di carrelli elevatori.

L'aggancio iniziale del film è compiuto manualmente dall'operatore mentre il ciclo di palletizzazione e taglio finale sono automatici.

Gli avvolgitori a tavola rotante aperta differiscono nella forma della tavola. Essa infatti si può comportare anche da "morsa" rendendo possibile processare anche oggetti instabili di diversa forma e dimensione come ad esempio vetri e tavole di legno.

La macchina

- trova applicazione in magazzini medio grandi a medio livello di automatizzazione
- ha un costo molto elevato da ammortizzare con un alto numero di cicli al giorno
- ha una alta velocità di palletizzazione
- presenta una sicurezza medio-alta in quanto necessita di un operatore che dopo l'aggancio iniziale del film resta nei pressi della macchina fino a fine ciclo
- è in grado di avvolgere pallet stagni
- è in grado di avvolgere anche prodotti molto instabili diversi da pallet



Fig. 3. 2 Avvolgitore automatico da linea



Fig. 3.3 Avvolgitore a tavola chiusa



Fig. 3.4 Avvolgitore a tavola aperta

Avvolgitori a braccio rotante

Sono composti da una morsa fissa e tutti i movimenti sono dati dal carrello portabobina montato su un braccio che compie un' traiettoria circolare attorno all'oggetto da pallettizzare.

La macchina non è indicata per l'avvolgimento di pallet ma per l'avvolgimento di oggetti molto instabili e delicati come vetri e tavole di legno.

La macchina

- trova applicazione in magazzini medio grandi a medio livello di automatizzazione
- ha un costo molto elevato da ammortizzare con un numero alto di cicli al giorno
- ha una alta velocità di pallettizzazione
- presenta una sicurezza medio-alta in quanto necessita di un operatore che dopo l'aggancio iniziale del film resta nei pressi della macchina fino a fine ciclo
- non è in grado di avvolgere pallet stagni
- è maggiormente indicata per prodotti instabili e non per avvolgere pallet



Fig. 3.5 Avvolgitore a braccio rotante

Robot avvolgitori semoventi



Fig. 3. 6 Robot avvolgitore semovente

manualmente od automaticamente.

L'operatore deve condurre la macchina vicino al pallet e quando questa rileva la sua presenza può iniziare il ciclo. In ogni momento durante la palletizzazione la macchina deve essere in grado di conoscere la posizione del pallet, pertanto è dotata di ruota tastatrice che segue il perimetro del pallet e la mantiene a debita distanza.

La macchina

- trova applicazione in magazzini medio piccoli a medio-basso livello di automatizzazione
- ha un costo basso ed è facilmente ammortizzabile
- ha una bassa velocità di palletizzazione
- presenta una sicurezza medio-alta in quanto necessita di un operatore che si troverà vicino alla macchina in fase di palletizzazione
- non è in grado di avvolgere pallet stagni in quanto non ha modo di mantenere saldo il cappello durante l'avvolgimento.

La macchina studiata nel corso della trattazione andrà a riempire il vuoto presente sul mercato delle macchine avvolgipallet studiando un robot avvolgitore semovente in grado di palletizzare pallet stagni.

SCelta MOTORIDUTTORE

Durante il dimensionamento della macchina sarà necessario utilizzare dei motori accoppiati con dei riduttori per la messa in moto delle varie parti. Di seguito riporto i passi principali da compiere durante un dimensionamento di un motoriduttore.

La scelta dell'accoppiamento motore-riduttore (comunemente detto motoriduttore) è strettamente legato all'utilizzo di carichi che necessitano di una velocità angolare costante (ω_c) detti carichi statici.

In questa trattazione non si considereranno quindi motori a velocità variabile o dispositivi in grado di variare la velocità come cambi, frizioni o variatori.

Prescindendo dai transitori di avviamento ed arresto si considera il funzionamento del motore in condizioni di regime assoluto molto vicine a quelle nominali.

Durante il dimensionamento sarà molto improbabile riuscire a dimensionare un motore ed un riduttore in grado di soddisfare esattamente le specifiche richieste. Bisogna quindi avere una certa flessibilità nella scelta della velocità del carico che chiamiamo ($\Delta\omega_c$). In fase di verifica controlleremo se il valore di ω_c rientra nell'intervallo da noi imposto $\Delta\omega_c$.

Poiché la velocità del carico è ritenuta costante il calcolo del motoriduttore non è univoco ma possono essere presenti diversi tipi di combinazione.

Problema termico per il motore elettrico

Ogni motore elettrico durante il funzionamento sprigiona calore per effetto Joule dai suoi avvolgimenti, questo calore innalza la temperatura di funzionamento del motore (T_f) variabile in base a molti fattori (tipo di funzionamento, tipo di raffreddamento posizione di montaggio...).

La temperatura di funzionamento non deve mai superare la temperatura limite (T_{lim}) ammissibile dipendente dalla classe di isolamento del motore. Un eventuale superamento di tale temperatura si chiama sovraccarico termico e causa un rapido degrado del motore fino a fusione dell'isolante degli avvolgimenti in pochi minuti. Molti motori commerciali sono dotati di dispositivi interni di spegnimento automatico nel caso in cui si verificasse un caso di sovraccarico termico.

Il problema termico è legato al concetto di tipo di servizio, cioè a seconda del tipo di lavoro che il motore deve compiere se procede con la scelta.

I tipi di servizio analizzati sono 3. La coppia resistente è indicata con C_r e la coppia nominale del motore con $C_{m_{nom}}$.

Il servizio continuo (S_1) si ha quando il motore funziona a carico costante per un tempo sufficientemente lungo per raggiungere esponenzialmente la temperatura T_f . Il transitorio si considera relativamente breve, cioè di importanza non rilevante per l'andamento di T_f .

In questo caso per il dimensionamento della coppia del motore non ci saranno coefficienti da interporre nel calcolo della coppia nominale del motore. Quindi la coppia nominale del motore da scegliere dovrà essere

$$C_r \leq C_{m_{nom}}$$

Il servizio di durata limitata (S_2) si ha quando si utilizza il motore per un tempo non sufficiente al raggiungimento dell'equilibrio termico (il tempo di accensione si indicherà con t_p) e seguirà un periodo di inattività che riporterà il motore alla temperatura ambiente. In questo caso, visto il fatto che il motore non raggiungerà mai la temperatura di equilibrio termico, non verrà "utilizzato a pieno" quindi si potrà sottodimensionare il motore, con $C_r > C_{mn}$ senza incorrere in problemi di sovraccarico termico.

A questo servizio è associato un valore K_{S2} dipendente dal tempo di accensione, con $K_{S2} > 1$. La coppia nominale del motore da scegliere deve essere

$$C_r \leq K_{S2} C_{m_{nom}}$$

Il servizio intermittente periodico (S_3) si ha quando il motore segue un ciclo di accensione e riposo dove i transitori non sono rilevanti ai fini dell'equilibrio termico ma il tempo di riposo (t_{rip}) non è sufficiente per raffreddare completamente il motore. Importante in S_3 è il calcolo del rapporto di intermittenza come

$$RI = \frac{t_p}{t_p + t_{rip}}$$

Si determina pertanto il valore K_{S3} dalle tabelle dei cataloghi dati dal produttore dove K_{S3} è tanto maggiore di 1 quanto è più piccolo è RI . La formula per il calcolo di $C_{m_{nom}}$ sarà quindi

$$C_r \leq K_{S3} C_{m_{nom}}$$

Il dimensionamento del motore necessita di molta attenzione. Prendiamo ad esempio S_1 . È di fondamentale importanza per la vita del motore che $C_r < C_{m_{nom}}$ ma un dimensionamento troppo generoso dove $C_r \ll C_{m_{nom}}$ causerebbe comunque dei problemi di seguito descritti:

- Eccessivo costo iniziale di acquisto di un motore sovradimensionato
- Aggravio di costi di esercizio perché un motore sovradimensionato che lavora con coppia molto minore della sua coppia nominale ha una richiesta di corrente maggiore

- Diminuzione dell'affidabilità dell'impianto perché la trasmissione a valle del motore è dimensionata per una coppia minore causando rotture in riduttori
- ...

Di fondamentale importanza per il calcolo del motoriduttore è la definizione dell'ambiente in cui deve essere montato il motore.

La temperatura dell'ambiente esterno (T_a) inciderà molto sulla capacità di dissipare energia termica dalla superficie esterna del motore.

L'altitudine dal livello del mare (A_a) diventa rilevante per $A_a > 1000$ m slm, infatti la rarefazione dell'aria abbasserà la capacità della stessa di raffreddare il motore con conseguente diminuzione del coefficiente di scambio termico.

Le condizioni nominali che si trovano nei cataloghi sono per motori in condizioni standard di

$$T_{a\text{standard}} \leq 40^\circ$$

E

$$0 \text{ m} < A_{a\text{standard}} < 1000 \text{ m}$$

Se T_a od A_a del caso in esame non rispettano le condizioni sopra indicate saranno presenti delle tabelle in cui si potranno calcolare dei coefficienti K_{T_a} ed K_{A_a} rispettivamente per la temperatura e l'altitudine utilizzabili per meglio dimensionare la taglia del motore.

Bilancio motoriduttore

Spesso le velocità richieste dagli utilizzatori sono molto minori di quelle offerte dai motori elettrici e le coppie richieste sono maggiori di quelle disponibili a catalogo. Per questo motivo a valle degli attuatori spesso sono presenti dei riduttori che adattano meglio la potenza meccanica dei motori a quella degli utilizzatori.

Prendiamo un classico esempio di motoriduttore dove il carico è assimilato ad una coppia M_c ed una inerzia J_c . Nel riduttore abbiamo un rapporto di trasmissione i_{rid} , il suo rendimento η_{rid} e le due coppie motrici rispettivamente all'albero veloce e lento M_{rid1} ed M_{rid2} . Per quanto riguarda il motore abbiamo la coppia motrice C_m e la sua inerzia J_m .

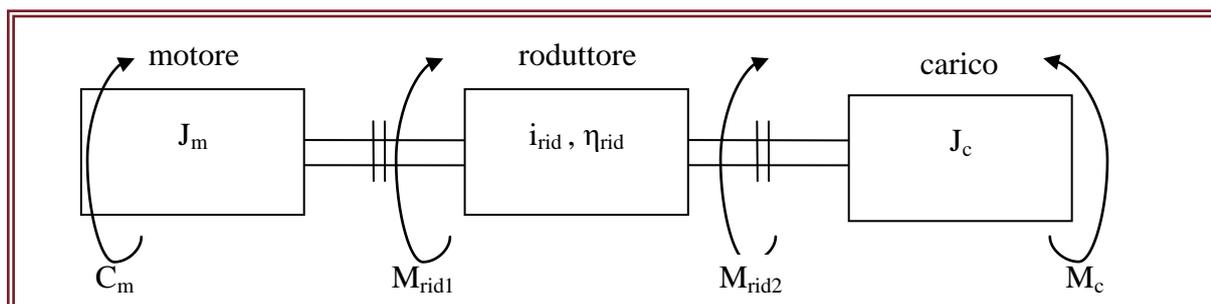


Fig. 4. 1 Schema a blocchi motoriduttore

Gli equilibri dinamici del motore impongono

$$C_m - M_{rid1} = J_m a_m$$

Dove a_m rappresenta l'accelerazione angolare del motore. Analogamente definiamo l'equilibrio dinamico del carico

$$M_{rid2} - M_c = J_c a_c$$

Dove a_c rappresenta la accelerazione angolare del carico.

L'equilibrio del riduttore, prescindendo dalle inerzie interne di quest'ultimo che consideriamo trascurabili rispetto a quelle del carico e del motore, porge

$$M_{r1} = \frac{M_{rid2}}{\eta_{rid} i_{rid}}$$

Impongo

$$a_c = \frac{a_m}{i_{rid}}$$

Riduco M_c e J_c all'albero veloce chiamandoli

$$C_r = \frac{M_c}{\eta_{rid} i_{rid}}$$

e

$$J_{est} = \frac{J_c}{\eta_{rid} i_{rid}^2}$$

Poi vado a sostituire il bilancio del motore e del carico in quello del motore ed ottengo

$$C_m - C_r = (J_m - J_{est}) a_m = J_{tot} a_m$$

Specifiche riduttore

Ogni riduttore è progettato per funzionare in condizioni nominali ci sono dei parametri quindi che ci permettono di dimensionare al meglio il riduttore adattandolo ad ogni situazione.

La prima specifica di un riduttore che vediamo è il **fattore di servizio** (f_s) che indica di quanto dobbiamo sovradimensionare o sottodimensionare il riduttore in base al tipo di compito che deve svolgere. Quindi il fattore di servizio potrà essere $> 0 < 1$ a seconda del tipo di utilizzo.

I parametri che determinano f_s sono

- Durata totale di funzionamento (espressa in ore di lavoro giornaliere)
- Tipo di motore e tipo di servizio del motore (descritti il paragrafo precedente)

- Esigenza di una maggiore affidabilità
- Difficoltà di manutenzione
- Sicurezza
- ...

Il fattore di servizio influisce solo sulla taglia del riduttore e non anche su quella del motore.

Dunque se M_c è la coppia richiesta dal carico la coppia nominale minima del riduttore sarà

$$f_s M_c \leq M_{rid2nom}$$

Durante i transitori di avviamento la coppia istantanea richiesta dal carico può raggiungere valori molto maggiori di $M_{rid2nom}$. È importante che in ogni transitorio la coppia richiesta non superi mai la coppia di picco che per tempi molto brevi il riduttore può sopportare.

Un'altra specifica di progetto che si deve soddisfare considerando l'utilizzo del riduttore è la presenza o meno di carichi radiali ed assiali.

Questa specifica è importante per il calcolo della vita programmata dei cuscinetti. I fattori che implicano questa scelta sono

- Punto di applicazione della forza
- Inclinazione della forza
- Senso di rotazione dell'albero
- Momento torcente trasmesso
- f_s del riduttore

La verifica è necessaria sempre nell'albero lento del riduttore mentre nell'albero veloce solo quando tra il motore ed il riduttore è interposto qualche altra trasmissione (cinghia, giunto universale, ingranaggi...)

Scelta del motore

Il motore va considerato un generatore di velocità cioè deve essere utilizzato in una zona più possibile vicino a quella nominale in modo da poter rispondere alle variazioni di coppia richiesta senza subire sensibili variazioni di velocità.

Per un giusto dimensionamento si cerca una zona di funzionamento dove in un range da 0 a $2c_{mnom}$ il motore abbia una variazione di velocità inferiore al 6%.

Dopo un'analisi preliminare delle potenze in gioco si individua una serie di motori che soddisfa tali condizioni, dunque si ragiona sul tipo di servizio e sul luogo dove verrà ubicato il motore (ricordando il primo capitolo si cerca T_a ed A_a) ricavando dalle opportune tabelle i fattori K_S , K_{T_a} ed K_{A_a} e si procede al calcolo della coppia nominale.

$$C_{mn} \geq \frac{i_{rid} M_{cn}}{\eta_{rid} K_S K_{T_a} K_{A_a}}$$

Per selezionare la taglia del motore si può far riferimento anche alla potenza P_m da esso richiesta. La potenza si calcola

$$P_m = C_m \omega_m$$

Si verte la ricerca dunque su motori di potenza nominale

$$P_{m_{nom}} \geq \frac{P_{c_{nom}}}{\eta_{rid} K_{T_a} K_{A_a} K_{S_j}} = \frac{M_{c_{nom}} \omega_{c_{nom}}}{\eta_{rid} K_{T_a} K_{A_a} K_{S_j}}$$

Con $M_{c_{nom}}$, $\omega_{c_{nom}}$ e $P_{c_{nom}}$ rispettivamente coppia, velocità angolare e potenza nominale del carico.

Scelta riduttore

Noti i giri del carico e quelli del motore nominali si può calcolare un valore di riferimento del rapporto di trasmissione del riduttore

$$i_{rid} = \frac{n_{m_{nom}}}{n_{c_{nom}}} = \frac{\omega_{m_{nom}}}{\omega_{c_{nom}}}$$

Se non si vuole procedere alla realizzazione di riduttori “su misura” (scelta molto onerosa utilizzata solo per applicazioni particolari) si utilizzano cataloghi commerciali. Essendo noti il tipo di servizio richiesto e le caratteristiche del carico si stima una taglia del riduttore

$$M_{rid2_{nom}} \geq f_s M_{c_{nom}}$$

È opportuno scegliere un carico nominale maggiore di quello calcolato per mantenere inalterato il grado di affidabilità del sistema.

Verifica

Una volta selezionato il gruppo motore-riduttore occorre calcolare tutti i valori reali del caso:

- Coppia, velocità potenza di regime del carico
- Tempo di avviamento
- Frequenza di inserzione
- Coppia massima sull'albero lento del riduttore
- Carichi radiali ed assiali su gli alberi di ingresso ed uscita del riduttore

Si controlla poi che la $\omega_{c_{reale}}$ sia nel range $\Delta\omega_c$ definito all'inizio del capitolo. Se questa condizione non è soddisfatta si parte nuovamente dalla scelta del motore per seguire poi con

quella del riduttore e si ripete la verifica controllando che la condizione $\omega_{c_{reale}} \in \Delta\omega_c$ sia soddisfatta.

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

La richiesta iniziale era di creare una macchina leggera, funzionale e di contenere i costi di produzione.

Il pallet da palletizzare è un EPAL di dimensione 800x1200mm di altezza massima 2200mm

Le macchine commerciali di palletizzazione lente non sono in grado di palletizzare pallet stagni in quanto il carrello portabobina si muove dal basso verso l'alto e poichè non è previsto nessun dispositivo che tenga saldo cappello questo è spinto verso l'alto uscendo e facendo fallire la palletizzazione stagna. La macchina studiata è in grado di mantenere in posizione il cappello durante la salita del carrello portando ad esito positivo la palletizzazione stagna.

La macchina deve essere in grado di muoversi in maniera del tutto autonoma, quindi sarà alimentata da una batteria e movimentata da motori a corrente continua. Si è pensato ad una alimentazione a 24V. le basse potenze dei motori descritte più avanti nel capitolo Calcoli permettono un'elevata durata di funzionamento utilizzando batterie di amperaggio abbastanza ridotto.

Per il controllo dell'intera macchina sarà usato un PLC Arduino il quale, dato il semplice funzionamento della macchina ed il basso numero di input/output, rappresenta la soluzione più economica e funzionale.

Per l'avanzamento della macchina si è pensato di motorizzare una coppia di ruote vicine fra loro. In primo luogo si sono volute utilizzare due ruote perché una sola avrebbe ridotto notevolmente la stabilità durante la palletizzazione e le due ruote dovranno avere un piccolo interasse per evitare il montaggio di differenziali che avrebbero appesantito ed abbassato i rendimenti della macchina.

Successivamente si è deciso di movimentare le ruote anteriori e non quelle posteriori principalmente per due motivi. Il primo di aumentare il carico sulle ruote anteriori tali da "zavorrare" maggiormente la macchina ed evitare l'impennamento della stessa, il secondo perché in caso di inceppamento del film estensibile la macchina si sarebbe impennata sulle ruote posteriori, le quali essendo motorizzate avrebbero continuato a girare causando il ribaltamento della stessa con possibili danni a persone o cose.

La macchina deve essere in grado di sterzare, quindi le ruote anteriori dovranno essere collegate mediante coppia cilindrica a quelle posteriori. Inoltre deve essere in grado di essere trasportata da un punto ad un altro del magazzino con facilità.

Si è pensato di creare delle cave solidali al telaio della macchina di modo da poter essere "inforcata" da un carrello elevatore per agevolare lo spostamento della stessa da piani diversi del magazzino o il carico/scarico da mezzi di trasporto.

Il film elastico necessita di un corretto srotolamento e per fare in modo che due strati di film aderiscano correttamente è necessario che sia prestirato, ossia di essere tirato prima di essere appoggiato sulla superficie del pallet. Deve quindi essere presente sulla macchina un dispositivo adibito allo srotolamento ed al prestiro del film estensibile.

Per poter avvolgere completamente la superficie laterale del pallet è necessario che il carrello portabobina si muova verso l'alto fino all'altezza massima del pallet di 2200mm. Per fare ciò sono state valutate due possibilità esemplificate nell'immagine a lato, una con catena e l'altra vite-madrevite

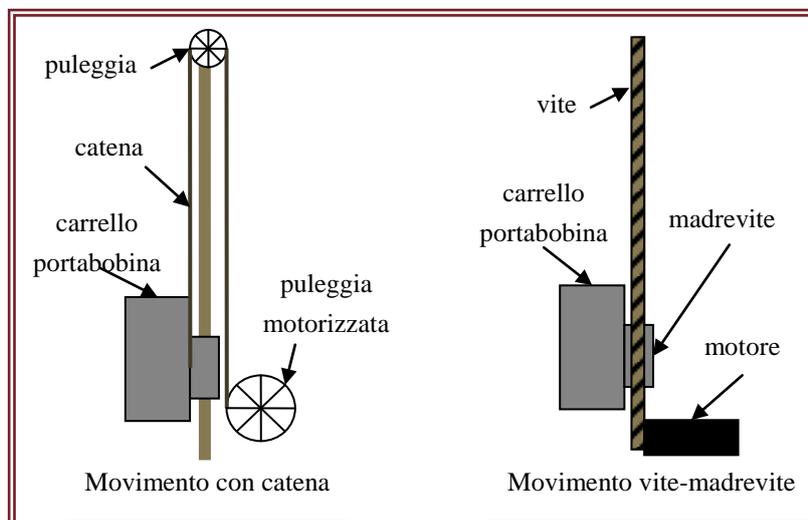


Fig. 5. 1 Schema movimento carrello

La prima consiste nel collegare il carrello portabobina ad una catena la quale passando per un pignone sito ad un'altezza di 2200mm viene rinviata verso terra dove un altro pignone motorizzato garantirà la salita del carrello.

La seconda utilizza un meccanismo vite-madrevite dove la barra filettata avrà un profilo quadrato tipico delle viti di manovra per aumentare il rendimento del meccanismo

In entrambi i casi il carrello avrà bisogno di guide per scaricare le forze generate dalla tensione del film estensibile.

La soluzione a catena ha sicuramente rendimento maggiore della seconda ma a parità di ingombro il meccanismo vite-madrevite garantisce un rapporto di riduzione maggiore tra la velocità di rotazione del motore e la velocità del carrello portabobina. Ciò è di fondamentale importanza per poter adottare un riduttore angolare ad un singolo stadio di riduzione ($i < 8$) molto economico e leggero, quindi evitare inutili aggravii di costi e pesi.

Risulterebbe impossibile trainare la macchina per spostarla da un punto ad un altro del magazzino senza l'ausilio del motore di movimento, quindi si deve prevedere un manico, tramite il quale sia facile guidare la macchina ed azionare il motore di movimento avanti o indietro.

Una volta posizionata correttamente la macchina (come sarà meglio descritto nel capitolo Modalità di utilizzo) questa dovrà essere in grado di rilevare automaticamente l'altezza del pallet.

Sulla macchina devono essere presenti anche dei dispositivi di sicurezza che interromperanno il ciclo di palletizzazione ogni volta che sarà rilevata una situazione di possibile pericolosità.

Sarà posto un pulsante di arresto rapido “fungo rosso” in una posizione facilmente raggiungibile ma deve anche essere presente qualche dispositivo che interrompa il ciclo ogni volta che si presenta un ostacolo nel raggio d’azione della macchina. A tal proposito è stato pensato un arco paraurti solidale con le ruote anteriori che non ha unicamente il compito di proteggere la macchina durante il movimento ma sarà dotato di sensori di pressione che interromperanno il ciclo di palletizzazione ogni volta che saranno premuti.

Per la progettazione è stato utilizzato SolidWorks 2014, con il quale si è iniziato a disegnare una macchina sommaria per capire la massa e l’ingombro che questa comporterebbe.

Definizione parti

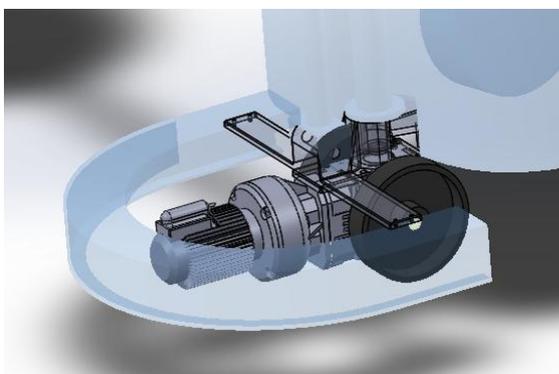


Fig. 5. 2 Blocco motore anteriore

Blocco motore anteriore: composto da un motore Bonfiglioli BC 140 24 2000 300 accoppiato con un riduttore Bonfiglioli A052 7.2 S05 M05C2 ad assi ortogonali con doppio albero di uscita al quale sono fissate due ruote gommate di diametro 200mm. Solidale al blocco è presente un arco paraurti in gomma nera.

Sul blocco motore anteriore sono presenti due elementi: il manico dove alla sua estremità sono

presenti i pulsanti di avanti ed indietro per trasportare la macchina da un punto ad un altro del magazzino ed il braccio telescopico.

Quest’ultimo è composto da un primo stadio verticale telescopico, da un secondo orizzontale e da un terzo contenente un peso di forma cilindrica. Tutte e tre le parti sono collegate tra loro tramite cerniere che permettono di ridurre l’ingombro durante i periodi di inattività della



Fig. 5. 3 Manico

macchina.

Fondamentale per il funzionamento della macchina è che l’asse della parte orizzontale del braccio telescopico deve essere parallela a quello delle ruote del blocco motore anteriore.

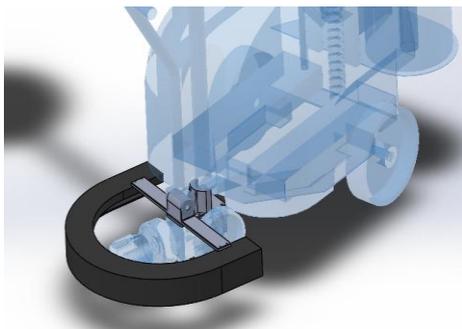


Fig. 5. 4 Arco paraurti

Il peso al termine del braccio è quello che consente di tenere saldo il cappello del pallet durante il ciclo e quindi di poter palletizzare pallet stagni. Su di questo è presente un encoder relativo in grado di rendere folle il peso rispetto al resto del braccio di comunicare al PLC quando viene compiuto un giro completo attorno al pallet.

Il primo tratto verticale del braccio è telescopico e l'operatore dovrà registrare l'altezza in funzione a quella del pallet. Su di questo è montato un encoder a filo che sarà in grado di comunicare al PLC lo sfilo del braccio e quindi l'altezza del pallet.

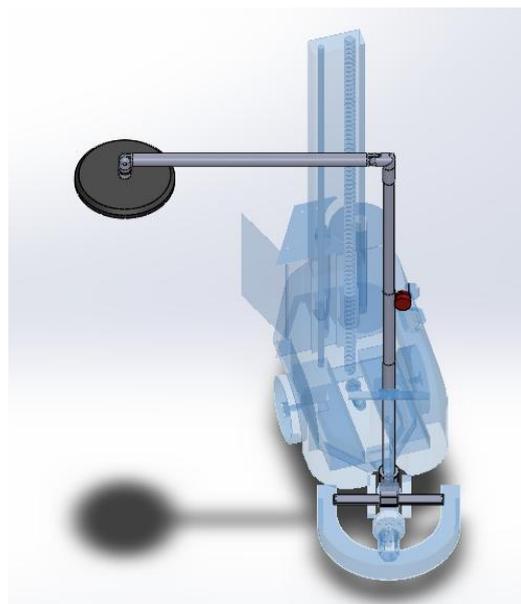


Fig. 5. 5 Braccio telescopico

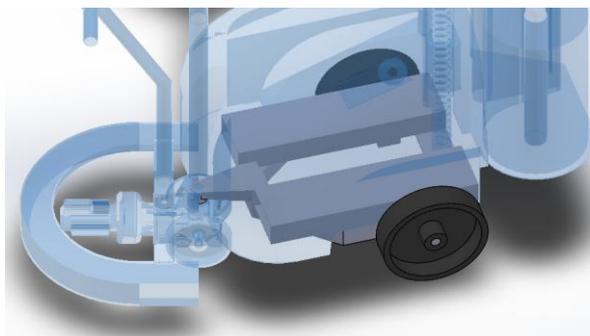


Fig. 5. 6 Telaio posteriore

Il blocco motore anteriore è collegato mediante coppia cilindrica al telaio posteriore sul quale girano folli due ruote gommate di diametro 330mm. Il telaio è stato studiato in modo da poter ospitare le forche di un carrello elevatore per l'eventuale trasporto dell'oggetto.

Sul telaio troverà alloggio la batteria, la plancia di comando, il PLC per il funzionamento dell'intera macchina e il carrello portabobina.

Il carrello portabobina ha come scopo di permettere il corretto srotolamento e prestiro del film elastico. Il film elastico commercialmente si trova in bobine da 16 kg di

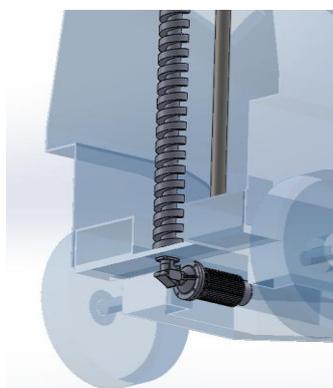


Fig. 5. 7 Blocco motore posteriore

altezza 500mm e diametro interno dell'anima da 27mm. Per una corretta adesione del film elastico è necessario un prestiro che può essere regolato

dall'opportuno regolatore (pomello rosso in

immagine). il regolatore è collegato ad un rullo frizionato che permette di mettere in tensione il film.

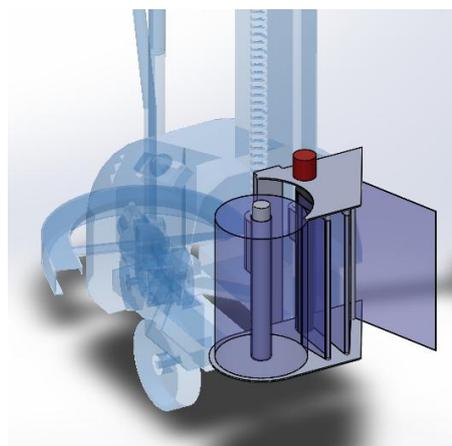


Fig. 5. 8 Carrello portabobina

Per la movimentazione del carrello portabobina è stato studiato un sistema a barra filettata a profilo quadrato di diametro nominale 60mm e passo 30mm. La barra è messa in moto dal blocco motore posteriore composto da un motore Bonfiglioli BC 110 24 2800 90 accoppiato con un riduttore Bonfiglioli RAN 28. Per mantenere in guida il carrello portabobina è presente anche una guida parallela alla barra filettata di diametro 30mm.

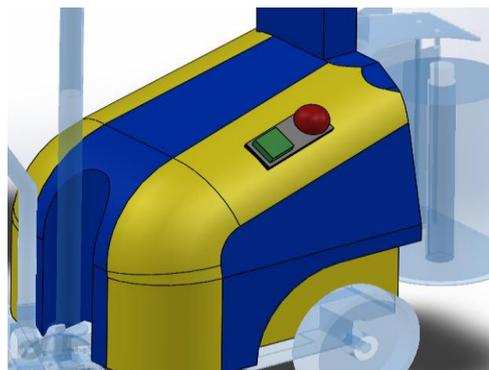


Fig. 5. 9 Plancia di comando

La plancia di comando è situata sul carter della macchina in posizione esterna e di comodo accesso. Essa è semplicemente composta da un pulsante verde di avvio e dal pulsante “fungo rosso” di arresto rapido.

Modalità di utilizzo

I pallet stagni consistono in un “cappello” di materiale plastico che insieme all’avvolgimento del film estensibile rende possibile stoccare il prodotto all’esterno dei magazzini soggetto agli agenti atmosferici senza danneggiarne il contenuto.

Il pallet già imballato e dotato di cappello dovrà essere posto in un’area del magazzino lontana da pareti o altri oggetti che possano ostacolare il processo di palletizzazione.

L’operatore dovrà avvicinare la macchina al pallet, allungare il braccio della quantità necessaria, legata all’altezza del pallet, minimo 1470mm massimo 2200mm e posizionare il peso al termine del braccio telescopico al centro del pallet.

Il braccio permette di far descrivere alla macchina una circonferenza di raggio 1120mm attorno al pallet.

Una volta posizionato correttamente il peso l’operatore dovrà srotolare una quantità necessaria di film estensibile dal carrello portabobina e legare l’estremo srotolato ad un angolo del pallet.

Per procedere sarà solamente necessario premere il pulsante di avvio sulla plancia di comando.

Al termine del processo di palletizzazione l’operatore dovrà tagliare manualmente il film estensibile e si potrà procedere ad un’altra palletizzazione.

Funzionamento

I pulsanti presenti sul manico della macchina rendono possibile il suo movimento. Questi sono 2, uno con la freccia avanti che azionerà il motore di avanzamento facendola muovere in

avanti, l'altro con una freccia indietro che azionerà il motore di avanzamento in senso opposto.

Come già citato la macchina compie attorno al pallet una circonferenza di raggio 1120mm. Il centro di rotazione è proprio il peso posto sul pallet.

Ricordo che il braccio deve avere l'asse della parte orizzontale parallelo all'asse delle ruote anteriori, quindi il braccio ha lo scopo di tenere sempre le ruote anteriori tangenti a tale circonferenza.

Il PLC riuscirà a contare i giri della macchina attorno al bancale grazie all'encoder relativo posto nella terza parte del braccio telescopico in quanto il peso sarà solidale con il pallet mentre il braccio ruoterà insieme alla macchina.

L'altezza del bancale sarà data al PLC dall'encoder a filo presente nella parte telescopica del braccio.

Per una corretta palletizzazione è necessario coprire con il film estensibile tutta la superficie verticale del bancale.

Dopo che l'operatore avrà eseguito tutte le procedure sopra descritte nelle Modalità di Utilizzo e premuto il pulsante verde di inizio processo verrà azionato il motore di avanzamento.

- Durante primo giro attorno al pallet il carrello portabobina resta al livello più basso per permettere l'adesione del film non solo alla merce ma anche al pallet.
- Dal secondo giro verrà azionato anche il motore posteriore facendo salire regolarmente il carrello portabobina con velocità calcolata nel capitolo Calcoli.
- Giunto alla sommità del pallet la macchina compierà un altro giro mantenendo costante l'altezza del carrello portabobina
- Allora inizierà la discesa del carrello sempre con velocità costante fino al raggiungimento della quota più bassa.

Al termine dell'ultimo giro si arresterà il motore di avanzamento.

CALCOLI

Calcolo distanza di palletizzazione.

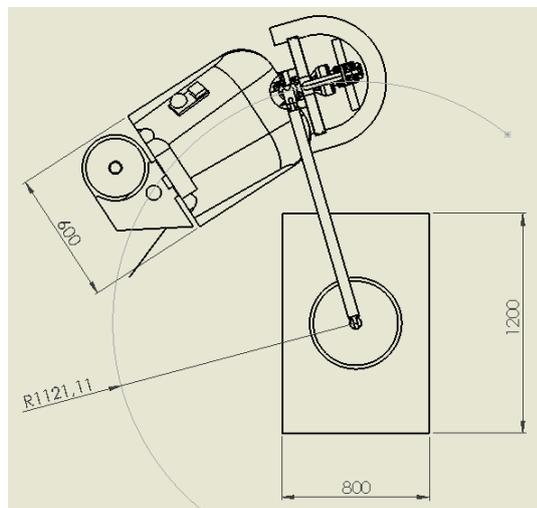


Fig. 6.1 Schema raggio palletizzazione

Il raggio della circonferenza che la macchina deve descrivere attorno al pallet deve essere l'incontro di due volontà. Ovviamente la macchina non deve in alcun modo urtare il pallet ma allo stesso tempo un raggio troppo grande comporterebbe una circonferenza maggiore da percorrere quindi tempi maggiori di palletizzazione.

Il raggio minimo è dato dalla somma della semidiagonale del pallet e del semiasse posteriore della macchina, a ciò è stato aggiunto un valore di sicurezza di 150mm.

$$r_{palletizzazione} = \sqrt{\left(\frac{1200}{2}\right)^2 + \left(\frac{800}{2}\right)^2} + \frac{600}{2} + 150 = 1121.11mm \cong 1120mm$$

Scelta motoriduttore avanzamento anteriore

In fase di progetto preliminare si è scelta una velocità di avanzamento consona con la massa della macchina e che non mettesse a rischio persone o cose durante il processo di palletizzazione. Si è dunque scelta una velocità circa di 3m/s.

Per calcolare il motore e riduttore di avanzamento ho ipotizzato, con l'ausilio della funzione proprietà di massa di SolidWorks, una massa totale della macchina (compresa di batteria) di 120kg ed ho stabilito un tempo massimo di transitorio di avvio da macchina ferma a $v=3m/s$ di 3 secondi.

Ho calcolato l'energia necessaria a tale avviamento come

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} * 120 * 3^2 = 4505 J$$

Poi ho diviso l'energia per il tempo di avviamento per determinare la potenza

$$P = \frac{E}{t} = \frac{4505}{3} = 150 W$$

Il diametro della ruota è stato scelto di 200mm, conoscendo il diametro e la velocità desiderata della macchina ricavo la velocità angolare ω della ruota.

$$\omega_{ruota} = \frac{v}{r} = \frac{2v}{d} = 2 * \frac{3}{.2} = 30 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$n_{ruota} = \omega_{ruota} * \frac{60}{2\pi} = 286 \text{ RPM}$$

La scelta del motore si quindi incentrata su una potenza nominale di 300 W, il doppio rispetto a quella calcolata per garantire alla macchina di vincere la forza generata dal prestiro del film e dall'attrito con il pavimento del magazzino.

Il fattore di servizio del motore è da considerarsi S_1 in quanto l'utilizzo della macchina sarà saltuario, quindi si procede con la scelta di un motore senza ventilazione forzata.

Lo schema a blocchi del motoriduttore da scegliere è il seguente:

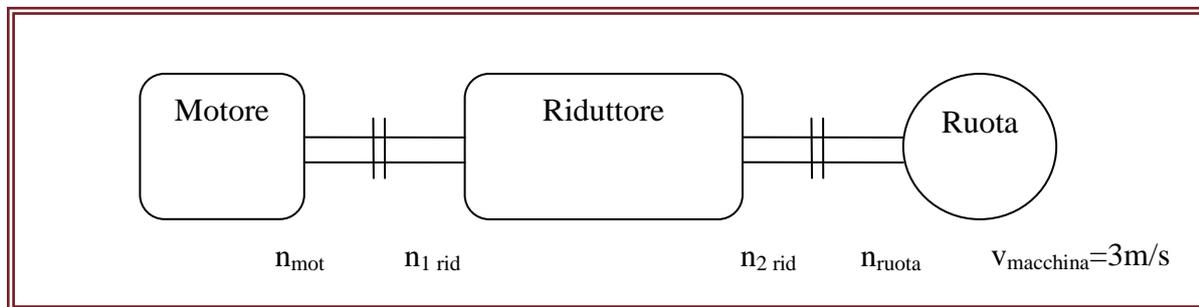


Fig. 6. 2 Schema motoriduttore anteriore

Dal catalogo Bonfiglioli della serie BC dei motori in continua (Allegato 1) ho trovato il motore BC 140 24 2000 300 con le seguenti caratteristiche:

- Voltaggio: 24V
- Giri nominali $n_{mot}=2000 \text{ RPM}$
- Coppia nominale $M_{mot}=1.4 \text{ Nm}$
- Potenza nominale $P=300 \text{ W}$
- Massa $m_{mot}=7.8 \text{ kg}$

Da questi dati ricavo il rapporto di riduzione minimo del riduttore:

$$i \geq \frac{n_{mot}}{n_{ruota}} = \frac{2000}{286} = 7$$

Il tipo di riduttore da usare è stato scelto per essere in grado di sopportare lo sforzo radiale delle ruote montate direttamente sui suoi alberi di uscita senza bisogno di appesantire ulteriormente il telaio. Tra i vari tipi di riduttori presenti nei cataloghi Bonfiglioli si è scelta la serie A: riduttori ad assi ortogonali (Allegato 2).

Tra questi si è cercato nella serie di potenza superiore ai 0.3 kW e si è scelto il riduttore A 052_7.2 P71 BN71A2, di specifiche:

- Rapporto di riduzione $i=7.2$
- Coppia nominale albero lento $M_2=8.6 \text{ Nm}$
- Carico radiale massimo albero lento $Rn_2=1640 \text{ N}$
- Massa $m= 9\text{kg}$

Di questo riduttore sono disponibili diverse varianti, in particolare è stata scelta la forma costruttiva UD, che permette di avere doppio albero lento sporgente e la posizione di montaggio B3 che permette l'interfacciamento con la serie di motori BS.

Il riduttore trovato ha rapporto di riduzione maggiore di quello calcolato prima della scelta, quindi la velocità finale della macchina sarà minore rispetto a quella decisa in partenza.

Conosco i giri del motore

$$n_{mot} = 2000 \text{ RPM}$$

Calcolo i giri reali all'uscita del riduttore

$$n_{2 \text{ rid}} = n_{ruota} = \frac{n_{mot}}{i} = \frac{2000}{7.2} = 277.8 \text{ RPM}$$

Quindi

$$\omega_{ruota} = n_{ruota} \frac{2\pi}{60} = 29 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Ed infine

$$v_{macchina} = \omega_{ruota} * \frac{d}{2} = 2.9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocità reale della macchina è 2.9 m/s. Questo valore è accettabile in quanto è minore del valore teorico iniziale e non si discosta troppo da questo.

Scelta motoriduttore carrello posteriore

La velocità di ascesa del carrello posteriore è vincolata dall'altezza del film estensibile. Il film estensibile ad uso automatico commercialmente si trova in bobine alte 500mm da 18 kg.

Per il calcolo della velocità di ascesa del carrello si parte dal tempo che impiega la macchina a compiere un giro attorno al pallet, sapendo poi che in tale tempo il carrello deve compiere una distanza massima di 500mm si calcola la velocità massima di ascesa del carrello.

Nell'immagine sottostante si è schematizzata la rotazione della macchina attorno al pallet sviluppandola su di un piano. Lungo l'asse x troviamo la lunghezza della circonferenza compiuta dalla macchina mentre i rettangoli ed i parallelogrammi azzurri indicano gli strati di film estensibile applicati.

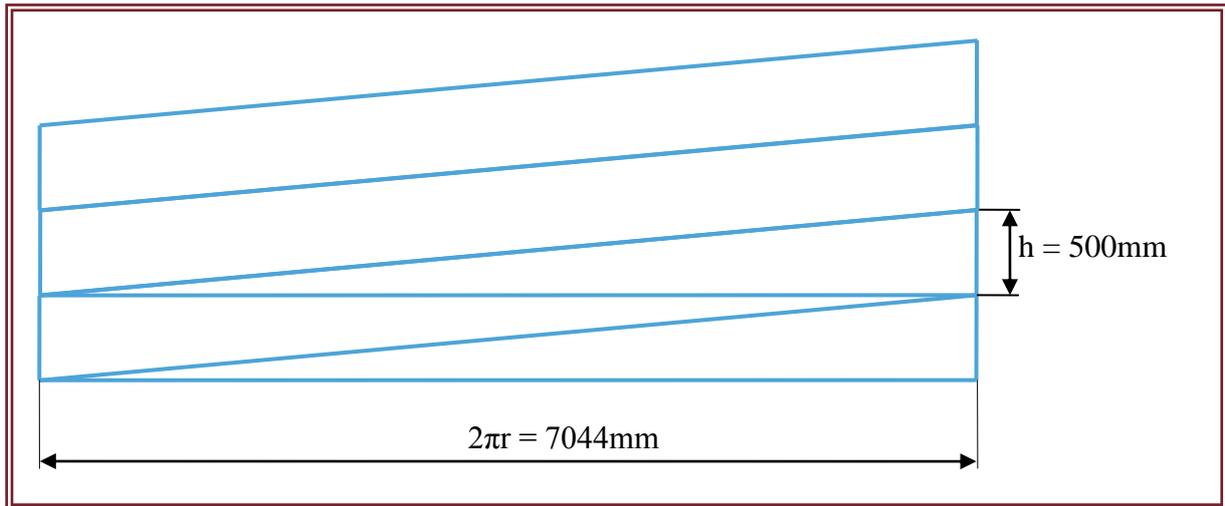


Fig. 6.3 Schema stesura film estensibile 1

$$t_{giro} = \frac{2\pi r}{v_{macchina}} = 2.42 \text{ s}$$

quindi

$$v_{carrello \text{ max}} = \frac{h}{t_{giro}} = 0.206 \frac{m}{s}$$

Ricordiamo che il movimento del carrello è dato da un meccanismo vite-madrevite dove la barra filettata è mossa da motoriduttore che ora andiamo a dimensionare.

Lo schema del motoriduttore in esame è

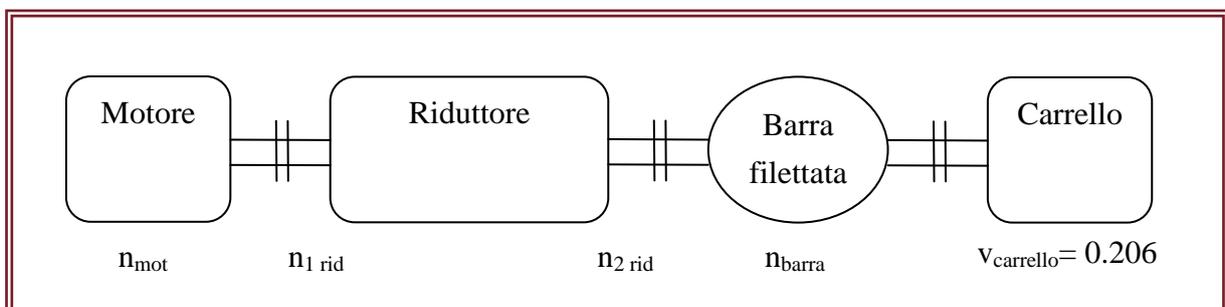


Fig. 6.4 Schema motoriduttore posteriore

Per stimare la taglia del motore grazie alla funzione proprietà di massa di SolidWorks ho calcolato la massa approssimativa del carrello portabobina di 9.6 kg mentre la massa delle bobine commerciali sono di 18 kg. Il tempo che deve impiegare il carrello ad arrivare alla velocità deve essere molto bassa circa 0.1s.

$$m_{tot} = m_{carrello} + m_{bobina} \cong 28 \text{ kg}$$

$$E = \frac{1}{2} m_{tot} v_{carrello}^2 = \frac{1}{2} * 28 * .206^2 = 0.59 \text{ J}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{.59}{.1} = 5.9 \text{ W}$$

Tra i motori della serie BS presenti nel catalogo Bonfiglioli (Allegato 1) ci si concentra su quelli senza ventilazione di piccola taglia. Il motore che più si avvicina alle nostre esigenze è il BS 110 24 2800 90 di caratteristiche:

- Giri nominali $n_{\text{mot}}=2800 \text{ RPM}$
- Coppia nominale $M_{\text{mot}}= 0.3 \text{ Nm}$
- Potenza nominale $P=90 \text{ W}$
- Massa $m_{\text{mot}}=3.2 \text{ kg}$

Ora si determinano i caratteri salienti della barra filettata:

- Diametro nominale $d_n=60 \text{ mm}$
- Passo $p=30 \text{ mm}$
- Altezza dente $h_d=30 \text{ mm}$

Avendo una velocità massima del carrello di 0.206 m/s si può ricavare la ω_{barra}

$$\omega_{\text{barra}} = \frac{v_{\text{carrello}}}{p} 2\pi = 43.1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Quindi

$$n_{\text{barra}} = \omega_{\text{barra}} * \frac{60}{2\pi} = 412 \text{ RPM}$$

Ora ho i giri nominali del motore e i giri della barra posso calcolare il rapporto di riduzione massimo del riduttore.

$$i \geq \frac{n_{\text{mot}}}{n_{\text{barra}}} = \frac{2800}{412} = 6.8$$

Per motivi di ingombro il progetto impone la necessità di montare un riduttore angolare, a tal proposito, data la piccola potenza in gioco Bonfiglioli propone una serie di riduttori angolari monostadio (serie RAN, Allegato 3) adatti per basse potenze.

Il limite imposto sul rapporto di riduzione è soddisfatto dal riduttore RAN 28 di cui a seguito le caratteristiche

- Rapporto di riduzione $i=7.7$
- Coppia nominale albero lento $M_2=12.0 \text{ Nm}$
- Massa $m= 5\text{kg}$

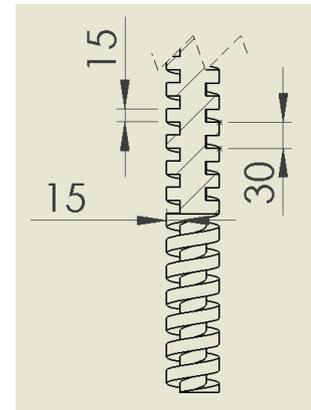


Fig. 6. 5 Schema barra filettata

Anche di questo riduttore è stata scelta la forma costruttiva UH, che permette di avere l'albero lento sporgente e la posizione di montaggio VA che permette l'interfacciamento con la serie di motori BS.

Di seguito calcoliamo la velocità angolare della barra dato il rapporto di riduzione reale e di conseguenza la velocità di ascesa del carrello.

Conosciamo i giri nominali del motore

$$n_{mot} = 2800 \text{ RPM}$$

Calcolo i giri della barra filettata

$$n_{barra} = \frac{n_{mot}}{i} = \frac{2800}{7.7} = 363.6 \text{ RPM}$$

Quindi

$$\omega_{barra} = n_{barra} \frac{2\pi}{60} = 38 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Il meccanismo vite-madrevite genera una velocità di ascesa del carrello

$$v_{carrello} = \omega_{barra} * \frac{p}{2\pi} = 0.182 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocità reale del carrello è minore di quella ipotizzata ad inizio trattazione ($v_{carrello \max}$) quindi i vari passaggi di film estensibile si sovrapporranno di un certo valore chiamato incrocio.

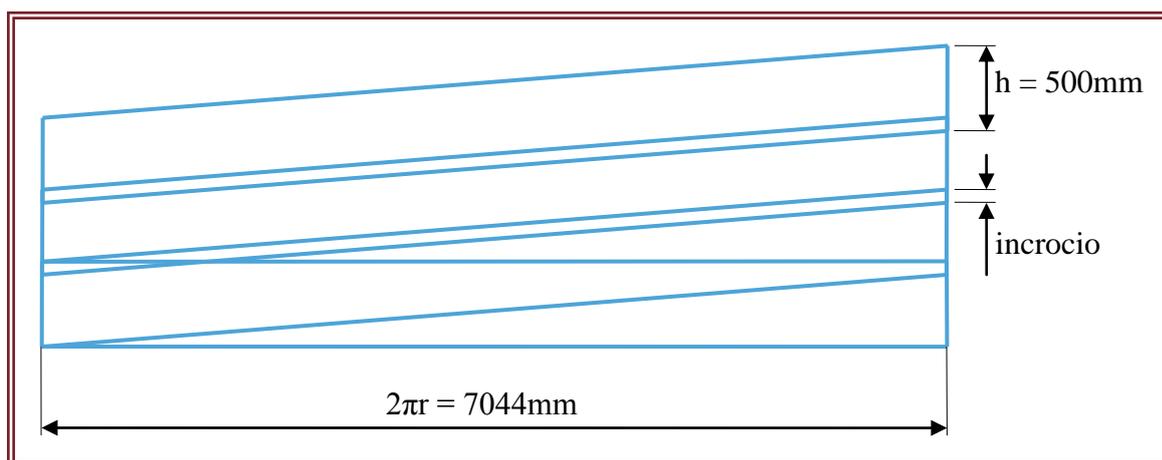


Fig. 6. 6 Schema stesura film estensibile 2

Calcoliamo tale quantità come la differenza dell'altezza della bobina (500mm) e lo spazio percorso realmente dal carrello portabobina.

$$incrocio = h_{bobina} - \frac{v_{carrello}}{t_{giro}} = 0.500 - \frac{0.182}{2.42} = 0.6 \text{ m} = 60\text{mm}$$

Nel corso della palletizzazione dunque due strati di film estensibile si intersecheranno per 6 cm, risultato molto positivo per garantire una corretta copertura della superficie laterale del pallet.

Calcolo tempo di palletizzazione

La procedura di palletizzazione è spiegata nel capitolo Funzionamento e prendiamo in esempio il pallet di misura massima palletizzabile dalla macchina (h=2200mm).

Il tempo che impiega la macchina a coprire la superficie laterale del pallet sarà:

$$t_{salita} = \frac{h}{v_{carrello}} = \frac{2.200}{0.182} = 12.1 \text{ s}$$

Di seguito riportiamo gli stadi di palletizzazione:

- Durante primo giro attorno al pallet il carrello portabobina resta al livello più basso per permettere l'adesione del film non solo alla merce ma anche al pallet.
- Dal secondo giro verrà azionato anche il motore posteriore facendo salire regolarmente il carrello portabobina con velocità calcolata nel capitolo Calcoli.
- Giunto alla sommità del pallet la macchina compierà un altro giro mantenendo costante l'altezza del carrello portabobina
- Allora inizierà la discesa del carrello sempre con velocità costante fino al raggiungimento della quota più bassa.

Ora scriviamo i tempi parziali di ogni stadio di palletizzazione

- 2.47s
- 12.1s
- 2.47s
- 12.1s

La cui somma è:

$$t_{tot} = 2.47 + 12.1 + 2.47 + 12.1 \cong 29\text{s}$$

Ricordo che la macchina compie attorno al pallet una circonferenza di raggio r_p quindi è ora possibile calcolare il numero di giri che la macchina compie attorno al pallet per una completa palletizzazione.

$$n_{tot} = \frac{v_{macchina}}{r_p} * t_{tot} = \frac{2.9}{7.044} * 29 = 11.3$$

CONCLUSIONI

Sviluppi futuri

Il progetto fin ora descritto può essere soggetto ad ulteriori ampliamenti e perfezionamenti.

Le possibilità di sviluppi futuri sono:

- Programmazione ed implementazione del software utilizzabile per il funzionamento automatico della macchina.
- Studio dell'autonomia della macchina e dimensionamento del pacco batterie di alimentazione
- Studio di un design esterno concorrente con le macchine già presenti in commercio
- Calcolo e progettazione di finiture per il funzionamento della macchina come cuscinetti per il movimento della barra filettata, studio del cinematismo della coppia cilindrica tra telaio e blocco motore anteriore, possibilità di ridurre gli ingombri della macchina quando non usata (ripiegare il braccio telescopico, inclinare il sistema di movimentazione del carrello portabobina per garantire una maggiore trasportabilità...)

Conclusioni personali

Le richieste iniziali di progetto erano di sviluppare un prodotto assente sul mercato in grado di palletizzare pallet stagni cercando di contenere il più possibile costi e pesi.

I pesi della macchina sono stati contenuti scegliendo un riduttore del blocco motore anteriore in grado di supportare il carico radiale delle ruote anteriori senza dover aggiungere un ulteriore telaio e scegliendo un cinematismo di salita del carrello in grado di ridurre la massa del riduttore che lo mette in moto.

Oltre che alle specifiche iniziali ho cercato di volgere l'attenzione anche sulla sicurezza ed affidabilità della macchina, caratteristiche fondamentali per essere concorrenti nel mondo odierno.

Ho cercato di usare un'elettronica minimale ed affidabile sovradimensionando i motori rispetto ai calcoli eseguiti, usando un numero minimo di sensori e programmando sul PLC Arduino© molto economico e di facile programmazione.

Per quanto riguarda la sicurezza della macchina la progettazione si è incentrata sulla stabilità della stessa per evitarne in ogni situazione il ribaltamento, inoltre sono stati inseriti dispositivi che arrestano il ciclo ogni qualvolta che si prospetti una situazione di possibile pericolosità. Questi sono automatici come l'arco paraurti anteriore il quale arresterà il processo se verrà rilevato un ostacolo nel raggio di azione della macchina o manuali come il pulsante "fungo rosso".

Si è dunque realizzata una macchina innovativa, di facile utilizzo, sicura ed affidabile in grado di compiere un ciclo di palletizzazione in poco meno di 30s.

ALLEGATO 1

Estratto dal catalogo serie BC (motori in continua) Bonfiglioli.



Bonfiglioli
Riduttori

BC series
Motori in C.C.
DC electric motors

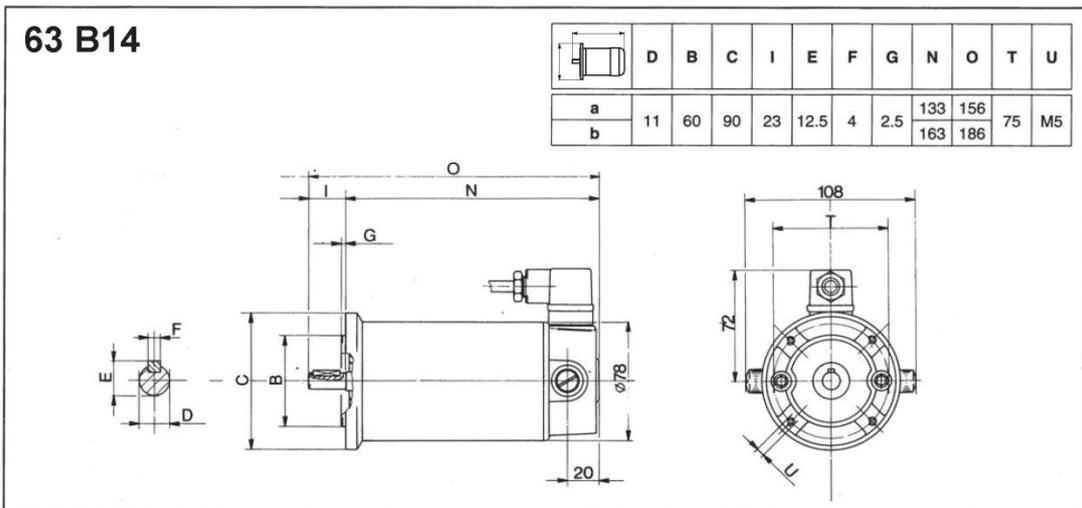
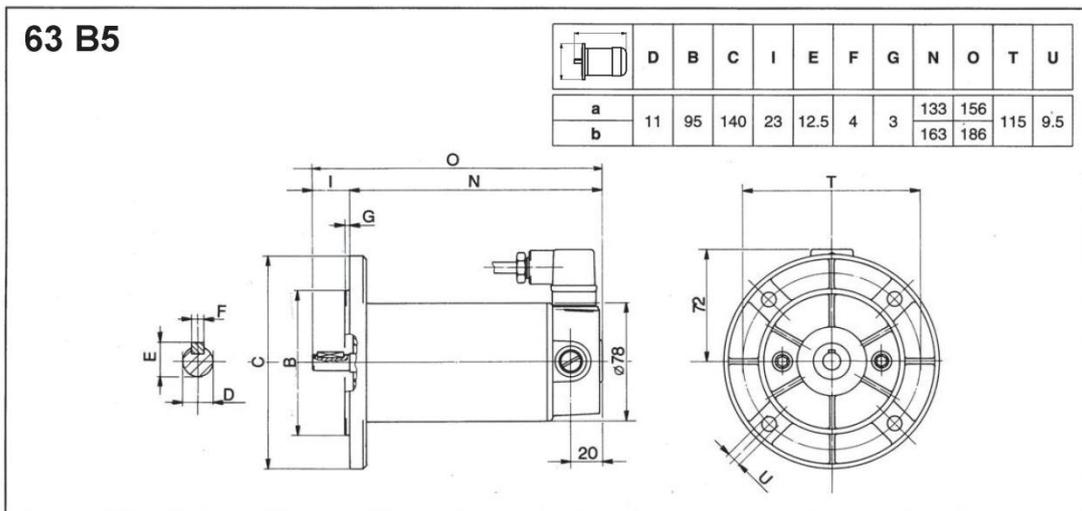
Bonfiglioli
power, control and green solutions

The image shows a Bonfiglioli BC series DC electric motor. It is a cylindrical motor with a silver-colored metal housing and a black end cap. The motor is shown from a three-quarter perspective, highlighting its compact design and industrial appearance. The background is a solid blue color.

MOTORI A CORRENTE CONTINUA
SENZA VENTILAZIONE

NON VENTILATED DC MOTORS

BC110										
	U	n_2	P_2	M_2	I_n	Ω	L	J	Kg	
	[V]	[rpm]	[W]	[Nm]	[A]	ohm	mH	$\text{Kg}\cdot\text{m}^2\cdot 10^{-3}$		
BC110-180-3000-50	180	3000	50	0.16	0.4	31.5	70	0.3	2	a
BC110- 24-2800-90	24	2800	90	0.3	5	0.38	1.5	0.4	3.2	b
BC110-180-3000-90	180	3000	90	0.3	0.6	14.7	40	0.4	3.2	b



BC120

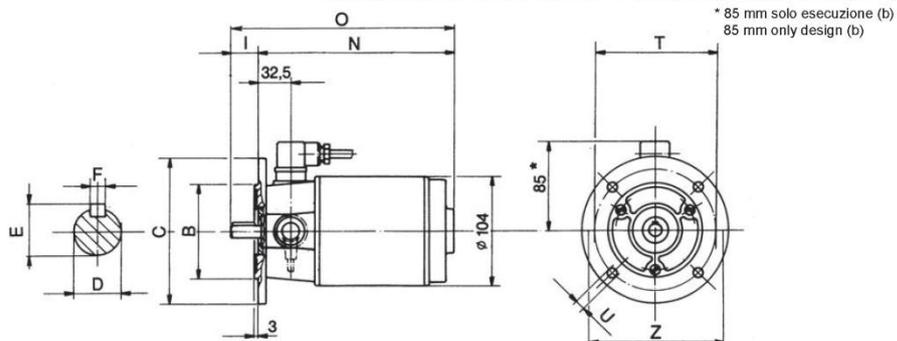
	U [V]	n_2 [rpm]	P_2 [W]	M_2 [Nm]	I_n [A]	Ω ohm	L mH	J $Kg\cdot m^2 \cdot 10^{-3}$		
BC120- 12-1300-110	12	1300	110	0.8	14	0.18	1.26	0.5	4.5	a
BC120- 24-1500-110	24	1500	110		7					b
BC120- 48-1500-120	48	1500	120		3.4					b
BC120- 90-1300-110	90	1300	110		1.6	9.57	64.37			b
BC120- 24-2700-240	24	2700	240		14	0.18	1.26			a
BC120- 48-3000-240	48	3000			7					b
BC120- 90-3000-240	90	3000			3.4					b
BC120-180-2900-240	180	2900			1.6	9.57	64.37			b

Questi motori possono essere forniti con attacco posteriore per volantino di posizionamento.

These motors are available with adaptor for positioning hand wheel on the back side.

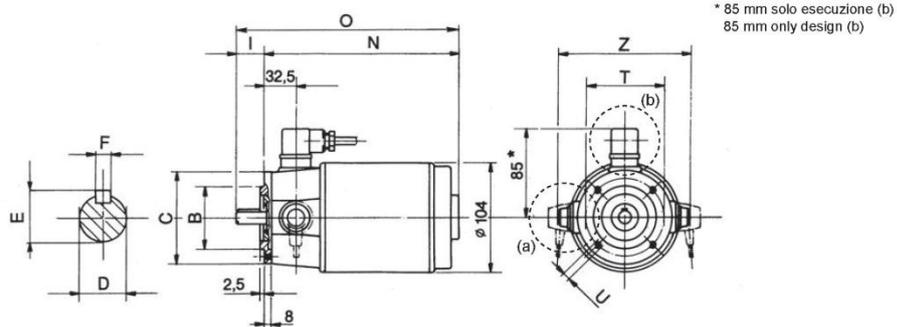
63 B5

	D	B	C	I	E	F	N	O	T	U	Z
a	11	95	140	23	12.5	4	185	208	115	9.5	140
b											130



63 B14

	D	B	C	I	E	F	N	O	T	U	Z
a	11	60	90	23	12.5	4	185	208	75	M5	140
b											130

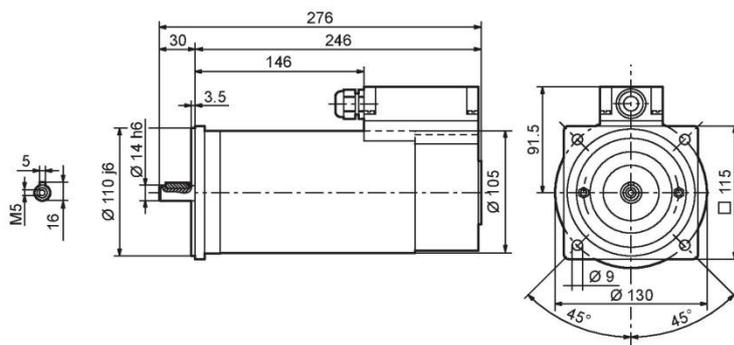


(a) esecuzione con Faston
(b) esecuzione con connettore

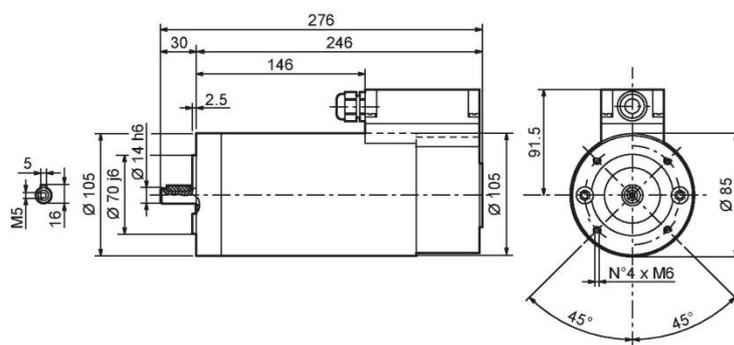
(a) design with Faston connectors
(b) design with terminal box

BC140										
	U	n_2	P_2	M_2	I_n	Ω	L	J	Kg	
	[V]	[rpm]	[W]	[Nm]	[A]	ohm	mH	$\text{Kgm}^2 \cdot 10^{-3}$		
BC140- 24-1500-220	24	1500	220	1.4	13	0.32	1.6	1.2	7.8	a
BC140- 36-1500-220	36				8.7	0.54	3.2			
BC140- 48-1500-220	48				6.5	0.95	5.2			
BC140- 65-1500-220	65				4.5	1.5	9			
BC140-110-1500-220	110				2.9	3.4	24			
BC140-180-1500-220	180				1.8	7.4	56			
BC140- 24-2000-300	24	2000	300	1.4	16.4	0.22	0.5	1.2	7.8	a
BC140- 36-2000-300	36				11	0.4	1.1			
BC140- 48-2000-300	48				8.2	0.5	1.9			
BC140- 65-2000-300	65				6.1	0.8	3.4			
BC140-110-2000-300	110				3.6	1.8	9.4			
BC140-180-2000-300	180				2.2	4.5	24			
BC140- 24-3000-450	24	3000	450	1.4	24.6	0.1	0.4	1.2	7.8	a
BC140- 36-3000-450	36				16.5	0.18	0.86			
BC140- 48-3000-450	48				12.3	0.25	1.4			
BC140- 65-3000-450	65				9.1	0.35	2.6			
BC140-110-3000-450	110				5.4	0.9	7			
BC140-180-3000-450	180				3.3	2	18			

71 B5



71 B14



MOTORI A CORRENTE CONTINUA CON VENTILAZIONE

FAN COOLED DC MOTORS

BC220															
	U	n ₂	P ₂	M ₂	I _n	Ω	L	J							
	[V]	[rpm]	[W]	[Nm]	[A]	ohm	mH	Kgm ² •10 ⁻³	Kg						
BC220-12-1500-45	12	1500	45*	0.29	5.5	1	3	0.33	2.6	a					
BC220-24-1500-45	24				2.7	2.3	12								
BC220-36-1500-45	36				1.8	3.2	27								
BC220-48-1500-45	48				1.3	6	48								
BC220-65-1500-45	65				1	11	88								
BC220-110-1500-45	110				0.6	18.8	252								
BC220-180-1500-45	180				0.3	31	640								
BC220-12-1500-95	12				95	0.60	11				0.3	0.65	0.45	3.9	b
BC220-24-1500-95	24						5.5				0.75	2.6			
BC220-36-1500-95	36		3.7	1.25			6								
BC220-48-1500-95	48		2.8	1.74			10.6								
BC220-65-1500-95	65		2	2.6			19.4								
BC220-110-1500-95	110		1.2	4.7			55								
BC220-180-1500-95	180		0.7	7.8			145								
BC220-12-1500-140	12		140	0.90			16	0.25	0.25	0.68	4.7	c			
BC220-24-1500-140	24						8	0.55	1						
BC220-36-1500-140	36				5.5	0.85	2.25								
BC220-48-1500-140	48				4	1.15	4								
BC220-65-1500-140	65	3			1.6	7.4									
BC220-110-1500-140	110	1.7			2.7	21									
BC220-180-1500-140	180	1			4.3	57									
BC220-12-2000-60	12	2000			60*	0.29	7	0.6	1.7				0.33	2.6	a
BC220-24-2000-60	24						3.5	1.3	6.8						
BC220-36-2000-60	36		2.3	2.3			12								
BC220-48-2000-60	48		1.7	3.2			22								
BC220-65-2000-60	65		1.3	5.8			62								
BC220-110-2000-60	110		0.7	10			170								
BC220-180-2000-60	180		0.4	17			450								
BC220-12-2000-125	12		125	0.60			14	0.16	0.24	0.45	3.9	b			
BC220-24-2000-125	24						7	0.4	1						
BC220-36-2000-125	36				4.7	0.68	2.2								
BC220-48-2000-125	48				3.5	0.94	3.9								
BC220-65-2000-125	65				2.6	1.34	7								
BC220-110-2000-125	110				1.5	2.42	20								
BC220-180-2000-125	180				0.9	4.1	54								
BC220-12-2000-190	12				190	0.90	21	0.13	0.15				0.68	4.7	c
BC220-24-2000-190	24						11	0.33	0.6						
BC220-36-2000-190	36		7	0.53			1.3								
BC220-48-2000-190	48		5.5	0.7			2.2								
BC220-65-2000-190	65	4	0.93	3.9											
BC220-110-2000-190	110	2.3	1.65	11.2											
BC220-180-2000-190	180	1.4	2.6	30											
BC220-12-3000-90	12	3000	90*	0.29			10	0.3	0.75	0.33	2.6	a			
BC220-24-3000-90	24						5	0.66	3						
BC220-36-3000-90	36				3.3	1.3	6.8								
BC220-48-3000-90	48				2.5	2.3	12								
BC220-65-3000-90	65				1.8	3.2	22								
BC220-110-3000-90	110				1.1	5.7	60								
BC220-180-3000-90	180				0.6	10	170								
BC220-12-3000-190	12				190	0.60	21	0.11	0.10				0.45	3.9	b
BC220-24-3000-190	24						10	0.23	0.44						
BC220-36-3000-190	36		7	0.4			0.95								
BC220-48-3000-190	48		5	0.7			1.6								
BC220-65-3000-190	65		3.8	1			2.9								
BC220-110-3000-190	110		2.2	1.8			8								
BC220-180-3000-190	180		1.4	3.1			21								
BC220-12-3000-280	12		280	0.90			29	0.06	0.06	0.68	4.7	c			
BC220-24-3000-280	24						15	0.16	0.24						
BC220-36-3000-280	36				10	0.28	0.56								
BC220-48-3000-280	48				7	0.42	1								
BC220-65-3000-280	65	5.5			0.64	1.9									
BC220-110-3000-280	110	3.2			1.18	5.5									
BC220-180-3000-280	180	1.9			2.1	14.8									

* Questi motori possono venire forniti con albero cavo ø7 e flangia standard per attacco al riduttore VF 27 (BC...VF27)

* These motors are also available with hollow shaft dia. 7mm and standard flange for gear box type VF 27 (BC...VF27)

ALLEGATO 2

Estratto dal catalogo A (riduttori ad assi ortogonali) Bonfiglioli.

 **Bonfiglioli**
Riduttori

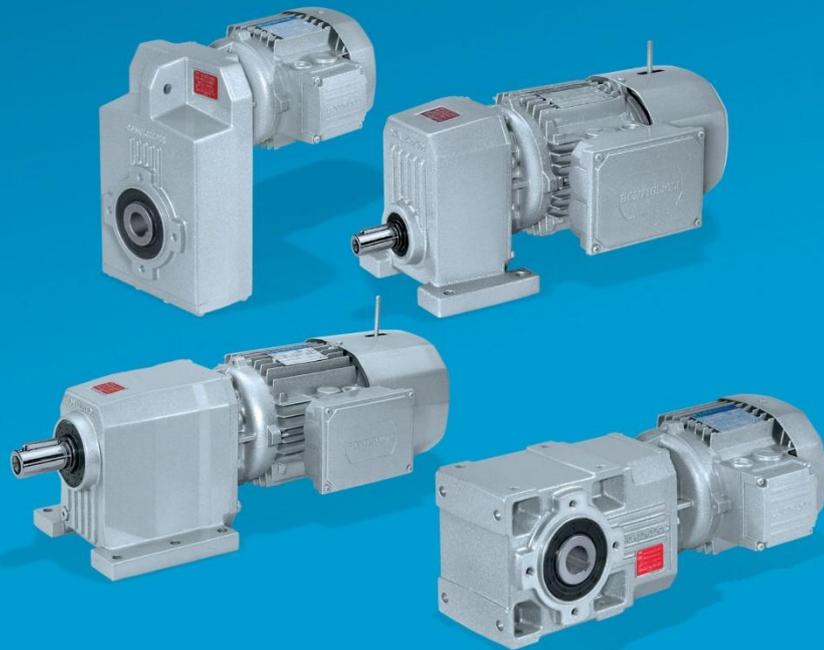
serie C-A-F-S

Riduttori coassiali serie C

Riduttori ad assi ortogonali serie A

Riduttori pendolari serie F

Riduttori monostadio serie S



 **Bonfiglioli**
power, control and green solutions



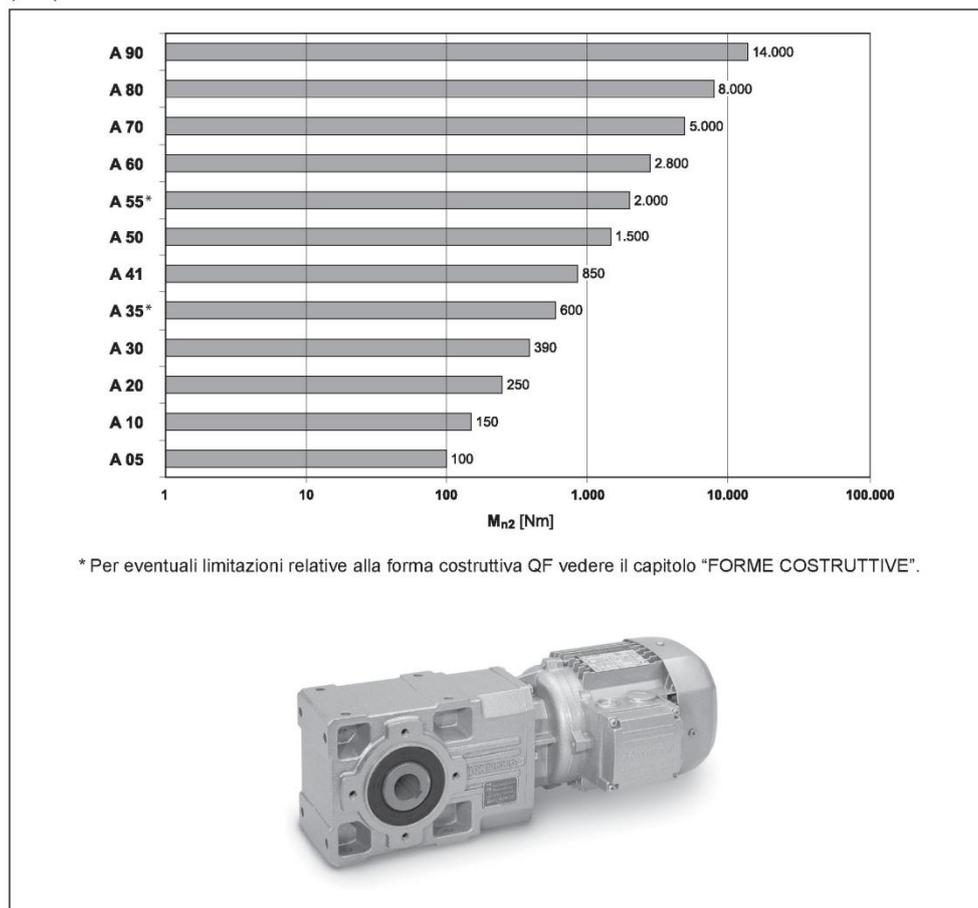
RIDUTTORI AD ASSI ORTOGONALI SERIE A

31 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Le caratteristiche costruttive salienti sono:

- modularità
- compattezza
- montaggi universali
- rendimenti elevati
- basso livello di rumorosità
- ingranaggi in acciaio legato cementati e temprati
- casse in alluminio non verniciate nelle grandezze 05, 10, 20, 30, casse in ghisa ad alta resistenza, verniciate, nelle altre grandezze
- alberi in entrata e uscita in acciaio ad alta resistenza.

(C 25)





33 DESIGNAZIONE

RIDUTTORE

A 35 2 UH40 F1A 33.2 S3 VA

OPZIONI



POSIZIONE DI MONTAGGIO

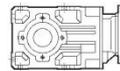
B3 (Standard), **B6, B7, B8, VA, VB**



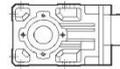
DESIGNAZIONE INGRESSO



S05 ... S5



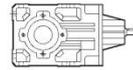
IEC_ P63 ... P250



SK_



SC_



HS

RAPPORTO DI RIDUZIONE

GRANDEZZA E POSIZIONE FLANGIA DI USCITA
(specificare solo se richiesta)

F = Versione flangiata

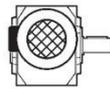
1, 2 = Posizione flangia

A, B, C = Grandezza flangia

FORMA COSTRUTTIVA

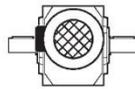


UH_



UR

(A 10...A 90)



UD

(A 10...A 90)



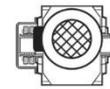
US

(A 05...A 90)



UV

(A 20...A 60)



QF

(A 10...A 60)

A 05	A 10	A 20	A 30	A 35	A 41	A 50	A 55	A 60	A 70	A 80	A 90
UH25	UH25	UH30	UH35	UH40	UH45	UH50	UH60	UH60	UH70	UH80	UH90
—	UH30	UH35	UH40	UH35	UH40	UH55	UH50	UH70	UH80	UH90	UH100

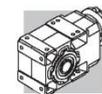
STADI DI RIDUZIONE

2 (A 05...A 60), **3** (A 20...A 90), **4** (A 50...A 90)

GRANDEZZA RIDUTTORE

05, 10, 20, 30, 35, 41, 50, 55, 60, 70, 80, 90

TIPO RIDUTTORE: **A** = riduttori ad assi ortogonali



39 DATI TECNICI MOTORIDUTTORI

0.09 kW

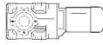
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
0.51	1492	3.4	1715	50000			A704_1715 P63 BN63A6	309
1.1	677	2.2	778.2	20000			A504_778.2 P63 BN63A6	297
1.2	616	2.4	707.9	20000			A504_707.9 P63 BN63A6	297
1.4	549	2.7	631.2	20000			A504_631.2 P63 BN63A6	297
1.5	499	3.0	574.2	20000			A504_574.2 P63 BN63A6	297
1.7	461	3.3	529.5	20000			A504_529.5 P63 BN63A6	297
2.2	356	1.0	400.8	9600	A303_400.8 S05 M05A6	284	A303_400.8 P63 BN63A6	285
2.6	302	1.7	339.3	12000	A353_339.3 S05 M05A6	288	A353_339.3 P63 BN63A6	289
3.0	259	3.3	291.7	15000	A413_291.7 S05 M05A6	292	A413_291.7 P63 BN63A6	293
3.5	221	2.7	248.1	12000	A353_248.1 S05 M05A6	288	A353_248.1 P63 BN63A6	289
4.1	193	2.1	216.6	9600	A303_216.6 S05 M05A6	284	A303_216.6 P63 BN63A6	285
4.9	159	1.6	178.3	6200	A203_178.3 S05 M05A6	280	A203_178.3 P63 BN63A6	281
5.8	134	2.8	150.7	9600	A303_150.7 S05 M05A6	284	A303_150.7 P63 BN63A6	285
6.8	115	2.2	129.1	6200	A203_129.1 S05 M05A6	280	A203_129.1 P63 BN63A6	281
8.1	97	2.5	109.2	6200	A203_109.2 S05 M05A6	280	A203_109.2 P63 BN63A6	281
9.6	84	1.5	91.6	5500	A102_91.6 S05 M05A6	276	A102_91.6 P63 BN63A6	277
11.5	70	2.1	76.4	5500	A102_76.4 S05 M05A6	276	A102_76.4 P63 BN63A6	277
13.3	61	2.5	65.9	5500	A102_65.9 S05 M05A6	276	A102_65.9 P63 BN63A6	277
15.0	54	2.8	58.6	5500	A102_58.6 S05 M05A6	276	A102_58.6 P63 BN63A6	277
17.2	47	3.2	51.3	5500	A102_51.3 S05 M05A6	276	A102_51.3 P63 BN63A6	277
19.4	42	2.4	45.4	4250	A052_45.4 S05 M05A6	273	A052_45.4 P63 BN63A6	273
21.5	38	2.7	40.9	4120	A052_40.9 S05 M05A6	273	A052_40.9 P63 BN63A6	273
25.1	32	3.1	35.1	3950	A052_35.1 S05 M05A6	273	A052_35.1 P63 BN63A6	273
27.3	30	3.4	32.2	3850	A052_32.2 S05 M05A6	273	A052_32.2 P63 BN63A6	273
31	26	3.8	28.6	3720	A052_28.6 S05 M05A6	273	A052_28.6 P63 BN63A6	273
35	23	4.4	25.5	3590	A052_25.5 S05 M05A6	273	A052_25.5 P63 BN63A6	273
37	22	4.6	23.8	3520	A052_23.8 S05 M05A6	273	A052_23.8 P63 BN63A6	273
41	19.6	5.3	21.4	3410	A052_21.4 S05 M05A6	273	A052_21.4 P63 BN63A6	273
47	17.1	5.9	18.6	3270	A052_18.6 S05 M05A6	273	A052_18.6 P63 BN63A6	273
53	15.1	6.8	16.4	3150	A052_16.4 S05 M05A6	273	A052_16.4 P63 BN63A6	273
63	12.8	7.8	13.9	2990	A052_13.9 S05 M05A6	273	A052_13.9 P63 BN63A6	273
72	11.3	8.8	12.3	2880	A052_12.3 S05 M05A6	273	A052_12.3 P63 BN63A6	273
83	9.7	10.3	10.6	2740	A052_10.6 S05 M05A6	273	A052_10.6 P63 BN63A6	273
92	8.8	11.3	9.6	2670	A052_9.6 S05 M05A6	273	A052_9.6 P63 BN63A6	273
103	7.8	13.2	8.5	2570	A052_8.5 S05 M05A6	273	A052_8.5 P63 BN63A6	273
122	6.6	15.1	7.2	2440	A052_7.2 S05 M05A6	273	A052_7.2 P63 BN63A6	273
139	5.8	17.8	6.3	2340	A052_6.3 S05 M05A6	273	A052_6.3 P63 BN63A6	273
161	5.0	19.9	5.5	2230	A052_5.5 S05 M05A6	273	A052_5.5 P63 BN63A6	273

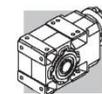
0.12 kW

n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
0.51	2012	2.5	1715	50000			A704_1715 P63 BN63B6	309
0.55	1857	2.7	1583	50000			A704_1583 P63 BN63B6	309
0.65	1579	3.2	1346	50000			A704_1346 P63 BN63B6	309
0.70	1457	3.4	1242	50000			A704_1242 P63 BN63B6	309

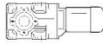


0.12 kW

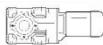
n2 min-1	M2 Nm	S	i	Rn2 N				
1.1	913	1.6	778.2	20000		A504_778.2 P63 BN63B6	297	
1.2	818	3.4	697.3	30000		A604_697.3 P63 BN63B6	305	
1.4	740	2.0	631.2	20000		A504_631.2 P63 BN63B6	297	
1.6	621	2.4	529.5	20000		A504_529.5 P63 BN63B6	297	
1.7	588	2.5	778.2	20000		A504_778.2 P63 BN63A4	297	
1.9	535	2.8	707.9	20000		A504_707.9 P63 BN63A4	297	
2.1	477	3.1	631.2	20000		A504_631.2 P63 BN63A4	297	
2.4	434	3.5	574.2	20000		A504_574.2 P63 BN63A4	297	
3.4	310	1.2	400.8	9600	A303_400.8 S05 M05A4	284	A303_400.8 P63 BN63A4	285
3.4	304	1.5	393.2	12000	A353_393.2 S05 M05A4	288	A353_393.2 P63 BN63A4	289
3.6	291	2.9	376.8	15000	A413_376.8 S05 M05A4	292	A413_376.8 P63 BN63A4	293
3.8	275	1.3	356.3	9600	A303_356.3 S05 M05A4	284	A303_356.3 P63 BN63A4	285
4.0	262	2.0	339.3	12000	A353_339.3 S05 M05A4	288	A353_339.3 P63 BN63A4	289
4.1	255	1.0	329.4	6200	A203_329.4 S05 M05A4	280	A203_329.4 P63 BN63A4	281
4.2	251	3.4	324.2	15000	A413_324.2 S05 M05A4	292	A413_324.2 P63 BN63A4	293
4.3	243	1.6	314.5	9600	A303_314.5 S05 M05A4	284	A303_314.5 P63 BN63A4	285
4.4	236	2.5	305.4	12000	A353_305.4 S05 M05A4	288	A353_305.4 P63 BN63A4	289
4.6	226	1.1	292.8	6200	A203_292.8 S05 M05A4	280	A203_292.8 P63 BN63A4	281
5.0	210	1.8	271.5	9600	A303_271.5 S05 M05A4	284	A303_271.5 P63 BN63A4	285
5.0	209	2.9	270.7	12000	A353_270.7 S05 M05A4	288	A353_270.7 P63 BN63A4	289
5.2	201	1.2	260.5	6200	A203_260.5 S05 M05A4	280	A203_260.5 P63 BN63A4	281
5.4	192	3.1	248.1	12000	A353_248.1 S05 M05A4	288	A353_248.1 P63 BN63A4	289
5.5	189	2.0	244.3	9600	A303_244.3 S05 M05A4	284	A303_244.3 P63 BN63A4	285
6.0	172	3.5	223.2	12000	A353_223.2 S05 M05A4	288	A353_223.2 P63 BN63A4	289
6.1	171	1.5	221.3	6200	A203_221.3 S05 M05A4	280	A203_221.3 P63 BN63A4	281
6.2	167	2.2	216.6	9600	A303_216.6 S05 M05A4	284	A303_216.6 P63 BN63A4	285
6.8	154	1.6	199.2	6200	A203_199.2 S05 M05A4	280	A203_199.2 P63 BN63A4	281
6.8	153	2.3	198.5	9600	A303_198.5 S05 M05A4	284	A303_198.5 P63 BN63A4	285
7.6	138	2.5	178.5	9600	A303_178.5 S05 M05A4	284	A303_178.5 P63 BN63A4	285
7.6	138	1.8	178.3	6200	A203_178.3 S05 M05A4	280	A203_178.3 P63 BN63A4	281
8.3	126	1.9	163.4	6200	A203_163.4 S05 M05A4	280	A203_163.4 P63 BN63A4	281
8.4	125	2.7	161.4	9600	A303_161.4 S05 M05A4	284	A303_161.4 P63 BN63A4	285
9.0	116	2.8	150.7	9600	A303_150.7 S05 M05A4	284	A303_150.7 P63 BN63A4	285
9.2	113	2.0	146.1	6200	A203_146.1 S05 M05A4	280	A203_146.1 P63 BN63A4	281
9.8	106	3.0	137.4	9600	A303_137.4 S05 M05A4	284	A303_137.4 P63 BN63A4	285
10.5	100	2.2	129.1	6200	A203_129.1 S05 M05A4	280	A203_129.1 P63 BN63A4	281
11.2	93	2.3	120.5	6200	A203_120.5 S05 M05A4	280	A203_120.5 P63 BN63A4	281
11.2	93	3.2	120.5	9600	A303_120.5 S05 M05A4	284	A303_120.5 P63 BN63A4	285
12.4	84	2.4	109.2	6200	A203_109.2 S05 M05A4	280	A203_109.2 P63 BN63A4	281
14.6	74	2.7	92.3	6200	A202_92.3 S05 M05A4	280	A202_92.3 P63 BN63A4	281
14.7	73	1.4	91.6	4420	A052_91.6 S05 M05A4	273	A052_91.6 P63 BN63A4	273
14.7	73	1.8	91.6	5500	A102_91.6 S05 M05A4	276	A102_91.6 P63 BN63A4	277
16.9	64	3.3	79.9	6200	A202_79.9 S05 M05A4	280	A202_79.9 P63 BN63A4	281
17.7	61	1.6	76.4	4230	A052_76.4 S05 M05A4	273	A052_76.4 P63 BN63A4	273
17.7	61	2.5	76.4	5500	A102_76.4 S05 M05A4	276	A102_76.4 P63 BN63A4	277
20.5	53	1.9	65.9	4070	A052_65.9 S05 M05A4	273	A052_65.9 P63 BN63A4	273
20.5	53	2.8	65.9	5500	A102_65.9 S05 M05A4	276	A102_65.9 P63 BN63A4	277
23.0	47	2.1	58.6	3950	A052_58.6 S05 M05A4	273	A052_58.6 P63 BN63A4	273
23.0	47	3.2	58.6	5500	A102_58.6 S05 M05A4	276	A102_58.6 P63 BN63A4	277
26.3	41	2.4	51.3	3810	A052_51.3 S05 M05A4	273	A052_51.3 P63 BN63A4	273
29.7	36	2.8	45.4	3680	A052_45.4 S05 M05A4	273	A052_45.4 P63 BN63A4	273



0.12 kW

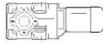
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N			 IEC	
33	33	3.1	40.9	3570	A052_40.9 S05 M05A4	273	A052_40.9 P63 BN63A4	273
38	28	3.6	35.1	3420	A052_35.1 S05 M05A4	273	A052_35.1 P63 BN63A4	273
42	26	3.9	32.2	3340	A052_32.2 S05 M05A4	273	A052_32.2 P63 BN63A4	273
47	23	4.4	28.6	3220	A052_28.6 S05 M05A4	273	A052_28.6 P63 BN63A4	273
53	20	4.9	25.5	3110	A052_25.5 S05 M05A4	273	A052_25.5 P63 BN63A4	273
57	19	5.3	23.8	3050	A052_23.8 S05 M05A4	273	A052_23.8 P63 BN63A4	273
62	17.3	5.8	13.9	2960	A052_13.9 S05 M05B6	273	A052_13.9 P63 BN63B6	273
63	17.1	5.9	21.4	2950	A052_21.4 S05 M05A4	273	A052_21.4 P63 BN63A4	273
73	14.8	6.7	18.6	2830	A052_18.6 S05 M05A4	273	A052_18.6 P63 BN63A4	273
82	13.1	7.6	16.4	2730	A052_16.4 S05 M05A4	273	A052_16.4 P63 BN63A4	273
90	11.9	8.4	9.6	2640	A052_9.6 S05 M05B6	273	A052_9.6 P63 BN63B6	273
97	11.1	9.0	13.9	2590	A052_13.9 S05 M05A4	273	A052_13.9 P63 BN63A4	273
110	9.8	10.2	12.3	2500	A052_12.3 S05 M05A4	273	A052_12.3 P63 BN63A4	273
121	8.9	11.2	7.2	2420	A052_7.2 S05 M05B6	273	A052_7.2 P63 BN63B6	273
128	8.4	11.9	10.6	2380	A052_10.6 S05 M05A4	273	A052_10.6 P63 BN63A4	273
140	7.7	13.0	9.6	2310	A052_9.6 S05 M05A4	273	A052_9.6 P63 BN63A4	273
159	6.8	14.7	8.5	2220	A052_8.5 S05 M05A4	273	A052_8.5 P63 BN63A4	273
187	5.8	17.4	7.2	2110	A052_7.2 S05 M05A4	273	A052_7.2 P63 BN63A4	273
213	5.1	19.8	6.3	2020	A052_6.3 S05 M05A4	273	A052_6.3 P63 BN63A4	273
247	4.4	21.8	5.5	1930	A052_5.5 S05 M05A4	273	A052_5.5 P63 BN63A4	273

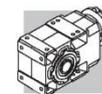
0.18 kW

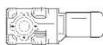
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N			 IEC	
0.52	2917	1.7	1715	50000	A704_1715 S1 M1SC6	308	A704_1715 P71 BN71A6	309
0.58	2649	3.0	1558	65000	A804_1558 S1 M1SC6	311	A804_1558 P71 BN71A6	312
0.67	2279	3.5	1340	65000	A804_1340 S1 M1SC6	311	A804_1340 P71 BN71A6	312
0.77	1989	2.5	1715	50000			A704_1715 P63 BN63B4	309
0.83	1836	2.7	1583	50000			A704_1583 P63 BN63B4	309
0.98	1561	3.2	1346	50000			A704_1346 P63 BN63B4	309
1.1	1441	3.5	1242	50000			A704_1242 P63 BN63B4	309
1.3	1186	2.4	697.3	30000	A604_697.3 S1 M1SC6	304	A604_697.3 P71 BN71A6	305
1.5	996	2.8	585.8	30000	A604_585.8 S1 M1SC6	304	A604_585.8 P71 BN71A6	305
1.7	902	1.7	778.2	20000			A504_778.2 P63 BN63B4	297
1.7	876	3.2	755.4	30000			A604_755.4 P63 BN63B4	305
1.9	821	1.8	707.9	20000			A504_707.9 P63 BN63B4	297
1.9	809	3.5	697.3	30000			A604_697.3 P63 BN63B4	305
2.1	732	2.0	631.2	20000			A504_631.2 P63 BN63B4	297
2.3	666	2.3	574.2	20000			A504_574.2 P63 BN63B4	297
2.5	614	2.4	529.5	20000			A504_529.5 P63 BN63B4	297
2.7	559	2.7	481.6	20000			A504_481.6 P63 BN63B4	297
3.0	518	2.9	446.8	20000			A504_446.8 P63 BN63B4	297
3.2	471	3.2	406.4	20000			A504_406.4 P63 BN63B4	297
3.4	466	1.0	393.2	12000	A353_393.2 S05 M05B4	288	A353_393.2 P63 BN63B4	289
3.5	447	1.9	376.8	15000	A413_376.8 S05 M05B4	292	A413_376.8 P63 BN63B4	293
3.6	424	3.5	365.6	20000			A504_365.6 P63 BN63B4	297
3.7	422	0.9	356.3	9600	A303_356.3 S05 M05B4	284	A303_356.3 P63 BN63B4	285
3.9	402	1.3	339.3	12000	A353_339.3 S05 M05B4	288	A353_339.3 P63 BN63B4	289



0.18 kW

n2 min-1	M2 Nm	S	i	Rn2 N				
4.1	384	2.2	324.2	15000	A413_324.2 S05 M05B4	292	A413_324.2 P63 BN63B4	293
4.2	373	1.0	314.5	9600	A303_314.5 S05 M05B4	284	A303_314.5 P63 BN63B4	285
4.3	362	1.7	305.4	12000	A353_305.4 S05 M05B4	288	A353_305.4 P63 BN63B4	289
4.5	346	2.5	291.7	15000	A413_291.7 S05 M05B4	292	A413_291.7 P63 BN63B4	293
4.9	322	1.2	271.5	9600	A303_271.5 S05 M05B4	284	A303_271.5 P63 BN63B4	285
4.9	321	1.9	270.7	12000	A353_270.7 S05 M05B4	288	A353_270.7 P63 BN63B4	289
5.0	311	2.7	262.5	15000	A413_262.5 S05 M05B4	292	A413_262.5 P63 BN63B4	293
5.3	294	2.0	248.1	12000	A353_248.1 S05 M05B4	288	A353_248.1 P63 BN63B4	289
5.4	290	1.3	244.3	9600	A303_244.3 S05 M05B4	284	A303_244.3 P63 BN63B4	285
5.5	285	3.0	240.6	15000	A413_240.6 S05 M05B4	292	A413_240.6 P63 BN63B4	293
5.9	265	2.3	223.2	12000	A353_223.2 S05 M05B4	288	A353_223.2 P63 BN63B4	289
6.0	262	1.0	221.3	6200	A203_221.3 S05 M05B4	280	A203_221.3 P63 BN63B4	281
6.1	258	3.3	217.4	15000	A413_217.4 S05 M05B4	292	A413_217.4 P63 BN63B4	293
6.1	257	1.4	216.6	9600	A303_216.6 S05 M05B4	284	A303_216.6 P63 BN63B4	285
6.5	239	2.5	201.8	12000	A353_201.8 S05 M05B4	288	A353_201.8 P63 BN63B4	289
6.6	236	1.1	199.2	6200	A203_199.2 S05 M05B4	280	A203_199.2 P63 BN63B4	281
6.6	235	1.5	198.5	9600	A303_198.5 S05 M05B4	284	A303_198.5 P63 BN63B4	285
7.0	223	2.7	188.3	12000	A353_188.3 S05 M05B4	288	A353_188.3 P63 BN63B4	289
7.4	212	1.6	178.5	9600	A303_178.5 S05 M05B4	284	A303_178.5 P63 BN63B4	285
7.4	211	1.2	178.3	6200	A203_178.3 S05 M05B4	280	A203_178.3 P63 BN63B4	281
7.7	204	2.9	171.8	12000	A353_171.8 S05 M05B4	288	A353_171.8 P63 BN63B4	289
8.1	194	1.2	163.4	6200	A203_163.4 S05 M05B4	280	A203_163.4 P63 BN63B4	281
8.2	191	1.8	161.4	9600	A303_161.4 S05 M05B4	284	A303_161.4 P63 BN63B4	285
8.8	179	1.8	150.7	9600	A303_150.7 S05 M05B4	284	A303_150.7 P63 BN63B4	285
8.8	179	3.4	150.6	12000	A353_150.6 S05 M05B4	288	A353_150.6 P63 BN63B4	289
9.0	173	1.3	146.1	6200	A203_146.1 S05 M05B4	280	A203_146.1 P63 BN63B4	281
9.6	163	1.9	137.4	9600	A303_137.4 S05 M05B4	284	A303_137.4 P63 BN63B4	285
10.2	153	1.4	129.1	6200	A203_129.1 S05 M05B4	280	A203_129.1 P63 BN63B4	281
11.0	143	1.5	120.5	6200	A203_120.5 S05 M05B4	280	A203_120.5 P63 BN63B4	281
11.0	143	2.1	120.5	9600	A303_120.5 S05 M05B4	284	A303_120.5 P63 BN63B4	285
12.1	129	1.6	109.2	6200	A203_109.2 S05 M05B4	280	A203_109.2 P63 BN63B4	281
12.1	129	2.3	109.1	9600	A303_109.1 S05 M05B4	284	A303_109.1 P63 BN63B4	285
13.5	119	2.5	97.5	9600	A302_97.5 S05 M05B4	276	A302_97.5 P63 BN63B4	285
14.3	113	1.8	92.3	6200	A202_92.3 S05 M05B4	280	A202_92.3 P63 BN63B4	281
14.4	112	0.9	91.6	4120	A052_91.6 S05 M05B4	273	A052_91.6 P63 BN63B4	273
14.4	112	1.2	91.6	5500	A102_91.6 S05 M05B4	276	A102_91.6 P63 BN63B4	277
15.2	106	3.0	86.7	9600	A302_86.7 S05 M05B4	276	A302_86.7 P63 BN63B4	285
16.5	98	2.1	79.9	6200	A202_79.9 S05 M05B4	280	A202_79.9 P63 BN63B4	281
17.3	94	1.1	76.4	3980	A052_76.4 S05 M05B4	273	A052_76.4 P63 BN63B4	273
17.3	94	1.6	76.4	5500	A102_76.4 S05 M05B4	276	A102_76.4 P63 BN63B4	277
18.6	87	2.4	71.0	6200	A202_71.0 S05 M05B4	280	A202_71.0 P63 BN63B4	281
20.0	81	1.2	65.9	3860	A052_65.9 S05 M05B4	273	A052_65.9 P63 BN63B4	273
20.0	81	1.9	65.9	5500	A102_65.9 S05 M05B4	276	A102_65.9 P63 BN63B4	277
20.9	77	3.2	63.1	6200	A202_63.1 S05 M05B4	280	A202_63.1 P63 BN63B4	281
22.5	72	1.4	58.6	3760	A052_58.6 S05 M05B4	273	A052_58.6 P63 BN63B4	273
22.5	72	2.1	58.6	5500	A102_58.6 S05 M05B4	276	A102_58.6 P63 BN63B4	277
25.8	63	1.6	51.3	3640	A052_51.3 S05 M05B4	273	A052_51.3 P63 BN63B4	273
25.8	63	2.4	51.3	5500	A102_51.3 S05 M05B4	276	A102_51.3 P63 BN63B4	277
29.1	56	1.8	45.4	3540	A052_45.4 S05 M05B4	273	A052_45.4 P63 BN63B4	273
29.1	56	2.7	45.4	5500	A102_45.4 S05 M05B4	276	A102_45.4 P63 BN63B4	277
32	50	2.0	40.9	3440	A052_40.9 S05 M05B4	273	A052_40.9 P63 BN63B4	273

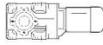


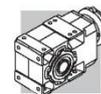
0.18 kW									
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N					
32	50	3.0	40.9	5500	A102_40.9 S05 M05B4	276	A102_40.9 P63 BN63B4		277
38	43	2.3	35.1	3310	A052_35.1 S05 M05B4	273	A052_35.1 P63 BN63B4		273
38	43	3.5	35.1	5380	A102_35.1 S05 M05B4	276	A102_35.1 P63 BN63B4		277
41	39	2.5	32.2	3240	A052_32.2 S05 M05B4	273	A052_32.2 P63 BN63B4		273
46	35	2.9	28.6	3130	A052_28.6 S05 M05B4	273	A052_28.6 P63 BN63B4		273
52	31	3.2	25.5	3040	A052_25.5 S05 M05B4	273	A052_25.5 P63 BN63B4		273
56	29	3.4	23.8	2980	A052_23.8 S05 M05B4	273	A052_23.8 P63 BN63B4		273
62	26	3.8	21.4	2890	A052_21.4 S05 M05B4	273	A052_21.4 P63 BN63B4		273
71	23	4.4	18.6	2780	A052_18.6 S05 M05B4	273	A052_18.6 P63 BN63B4		273
80	20	5.0	16.4	2680	A052_16.4 S05 M05B4	273	A052_16.4 P63 BN63B4		273
95	17.1	5.9	13.9	2550	A052_13.9 S05 M05B4	273	A052_13.9 P63 BN63B4		273
107	15.1	6.6	12.3	2460	A052_12.3 S05 M05B4	273	A052_12.3 P63 BN63B4		273
125	12.9	7.7	10.6	2350	A052_10.6 S05 M05B4	273	A052_10.6 P63 BN63B4		273
137	11.8	8.5	9.6	2280	A052_9.6 S05 M05B4	273	A052_9.6 P63 BN63B4		273
142	11.4	8.8	6.3	2300	A052_6.3 S1 M1SC6	273	A052_6.3 P71 BN71A6		273
155	10.4	9.6	8.5	2200	A052_8.5 S05 M05B4	273	A052_8.5 P63 BN63B4		273
183	8.8	11.3	7.2	2090	A052_7.2 S05 M05B4	273	A052_7.2 P63 BN63B4		273
208	7.8	12.9	6.3	2010	A052_6.3 S05 M05B4	273	A052_6.3 P63 BN63B4		273
242	6.7	14.2	5.5	1920	A052_5.5 S05 M05B4	273	A052_5.5 P63 BN63B4		273
284	5.7	16.7	9.6	1830	A052_9.6 S05 M05A2	273	A052_9.6 P63 BN63A2		273
321	5.0	17.8	8.5	1770	A052_8.5 S05 M05A2	273	A052_8.5 P63 BN63A2		273
379	4.3	19.9	7.2	1670	A052_7.2 S05 M05A2	273	A052_7.2 P63 BN63A2		273
431	3.8	21.3	6.3	1610	A052_6.3 S05 M05A2	273	A052_6.3 P63 BN63A2		273
499	3.2	23.2	5.5	1530	A052_5.5 S05 M05A2	273	A052_5.5 P63 BN63A2		273

0.25 kW									
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N					
0.52	4051	1.2	1715	50000	A704_1715 S1 M1SD6	308	A704_1715 P71 BN71B6		309
0.58	3680	2.2	1558	65000	A804_1558 S1 M1SD6	311	A804_1558 P71 BN71B6		312
0.67	3165	2.5	1340	65000	A804_1340 S1 M1SD6	311	A804_1340 P71 BN71B6		312
0.80	2642	1.9	1715	50000			A704_1715 P71 BN71A4		309
0.87	2439	2.1	1583	50000			A704_1583 P71 BN71A4		309
0.89	2400	3.3	1558	65000			A804_1558 P71 BN71A4		312
1.0	2073	2.4	1346	50000			A704_1346 P71 BN71A4		309
1.1	1914	2.6	1242	50000			A704_1242 P71 BN71A4		309
1.2	1789	2.8	1161	50000			A704_1161 P71 BN71A4		309
1.3	1652	3.0	1072	50000			A704_1072 P71 BN71A4		309
1.5	1427	3.5	926.5	50000			A704_926.5 P71 BN71A4		309
1.8	1199	1.3	778.2	20000			A504_778.2 P71 BN71A4		297
1.8	1164	2.4	755.4	30000			A604_755.4 P71 BN71A4		305
1.9	1091	1.4	707.9	20000			A504_707.9 P71 BN71A4		297
2.0	1074	2.6	697.3	30000			A604_697.3 P71 BN71A4		305
2.2	978	2.9	634.6	30000			A604_634.6 P71 BN71A4		305
2.2	972	1.5	631.2	20000			A504_631.2 P71 BN71A4		297
2.4	902	3.1	585.8	30000			A604_585.8 P71 BN71A4		305
2.4	885	1.7	574.2	20000			A504_574.2 P71 BN71A4		297
2.5	835	3.4	542.0	30000			A604_542.0 P71 BN71A4		305



0.25 kW

n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
2.6	816	1.8	529.5	20000			A504_529.5 P71 BN71A4	297
2.9	742	2.0	481.6	20000			A504_481.6 P71 BN71A4	297
3.1	688	2.2	446.8	20000			A504_446.8 P71 BN71A4	297
3.4	626	2.4	406.4	20000			A504_406.4 P71 BN71A4	297
3.6	611	1.4	376.8	15000	A413_376.8 S05 M05C4	292	A413_376.8 P71 BN71A4	293
3.8	563	2.7	365.6	20000			A504_365.6 P71 BN71A4	297
3.9	550	0.9	339.3	12000	A353_339.3 S05 M05C4	288	A353_339.3 P71 BN71A4	289
4.1	526	1.6	324.2	15000	A413_324.2 S05 M05C4	292	A413_324.2 P71 BN71A4	293
4.1	512	2.9	332.6	20000			A504_332.6 P71 BN71A4	297
4.4	495	1.2	305.4	12000	A353_305.4 S05 M05C4	288	A353_305.4 P71 BN71A4	289
4.7	460	1.8	291.7	15000	A413_291.7 S05 M05C4	292	A413_291.7 P71 BN71A4	293
4.8	442	3.4	286.8	20000			A504_286.8 P71 BN71A4	297
4.9	440	0.9	271.5	9600	A303_271.5 S05 M05C4	284	A303_271.5 P71 BN71A4	285
5.0	439	1.4	270.7	12000	A353_270.7 S05 M05C4	288	A353_270.7 P71 BN71A4	289
5.1	426	2.0	262.5	15000	A413_262.5 S05 M05C4	292	A413_262.5 P71 BN71A4	293
5.4	403	1.5	248.1	12000	A353_248.1 S05 M05C4	288	A353_248.1 P71 BN71A4	289
5.6	385	1.0	244.3	9600	A303_244.3 S05 M05C4	284	A303_244.3 P71 BN71A4	285
5.7	379	2.2	240.6	15000	A413_240.6 S05 M05C4	292	A413_240.6 P71 BN71A4	293
6.0	362	1.7	223.2	12000	A353_223.2 S05 M05C4	288	A353_223.2 P71 BN71A4	289
6.2	353	2.4	217.4	15000	A413_217.4 S05 M05C4	292	A413_217.4 P71 BN71A4	293
6.2	351	1.0	216.6	9600	A303_216.6 S05 M05C4	284	A303_216.6 P71 BN71A4	285
6.6	327	1.8	201.8	12000	A353_201.8 S05 M05C4	288	A353_201.8 P71 BN71A4	289
7.0	313	1.1	198.5	9600	A303_198.5 S05 M05C4	284	A303_198.5 P71 BN71A4	285
7.0	311	2.7	197.5	15000	A413_197.5 S05 M05C4	292	A413_197.5 P71 BN71A4	293
7.1	306	2.0	188.3	12000	A353_188.3 S05 M05C4	288	A353_188.3 P71 BN71A4	289
7.3	299	2.8	184.4	15000	A413_184.4 S05 M05C4	292	A413_184.4 P71 BN71A4	293
7.5	290	1.2	178.5	9600	A303_178.5 S05 M05C4	284	A303_178.5 P71 BN71A4	285
7.8	279	2.2	171.8	12000	A353_171.8 S05 M05C4	288	A353_171.8 P71 BN71A4	289
8.4	257	0.9	163.4	6200	A203_163.4 S05 M05C4	280	A203_163.4 P71 BN71A4	281
8.5	254	1.3	161.4	9600	A303_161.4 S05 M05C4	284	A303_161.4 P71 BN71A4	285
8.9	244	1.4	150.7	9600	A303_150.7 S05 M05C4	284	A303_150.7 P71 BN71A4	285
8.9	244	2.5	150.6	12000	A353_150.6 S05 M05C4	288	A353_150.6 P71 BN71A4	289
9.2	237	1.0	146.1	6200	A203_146.1 S05 M05C4	280	A203_146.1 P71 BN71A4	281
9.8	221	2.6	136.3	12000	A353_136.3 S05 M05C4	288	A353_136.3 P71 BN71A4	289
10.0	216	1.5	137.4	9600	A303_137.4 S05 M05C4	284	A303_137.4 P71 BN71A4	285
10.7	203	1.1	129.1	6200	A203_129.1 S05 M05C4	280	A203_129.1 P71 BN71A4	281
11.1	196	1.1	120.5	6200	A203_120.5 S05 M05C4	280	A203_120.5 P71 BN71A4	281
11.1	195	1.5	120.5	9600	A303_120.5 S05 M05C4	284	A303_120.5 P71 BN71A4	285
11.5	190	3.0	116.9	12000	A353_116.9 S05 M05C4	288	A353_116.9 P71 BN71A4	289
12.6	172	1.2	109.2	6200	A203_109.2 S05 M05C4	280	A203_109.2 P71 BN71A4	281
12.7	172	1.7	109.1	9600	A303_109.1 S05 M05C4	284	A303_109.1 P71 BN71A4	285
12.7	171	3.1	105.5	12000	A353_105.5 S05 M05C4	288	A353_105.5 P71 BN71A4	289
14.2	159	1.9	97.5	9600			A302_97.5 P71 BN71A4	285
14.4	156	3.5	95.6	12000			A352_95.6 P71 BN71A4	289
14.5	155	1.3	92.3	6200	A202_92.3 S05 M05C4	280	A202_92.3 P71 BN71A4	281
15.9	141	2.3	86.7	9600			A302_86.7 P71 BN71A4	285
16.8	134	1.6	79.9	6200	A202_79.9 S05 M05C4	280	A202_79.9 P71 BN71A4	281
17.5	128	1.2	76.4	5500	A102_76.4 S05 M05C4	276	A102_76.4 P71 BN71A4	277
18.0	125	2.8	76.5	9600			A302_76.5 P71 BN71A4	285
19.4	116	1.8	71.0	6200	A202_71.0 S05 M05C4	280	A202_71.0 P71 BN71A4	281
20.3	110	0.9	65.9	3610	A052_65.9 S05 M05C4	273	A052_65.9 P71 BN71A4	273

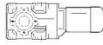


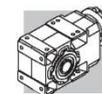
0.25 kW								
n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	S	i	R_{n2} N				
20.3	110	1.4	65.9	5500	A102_65.9 S05 M05C4	276	A102_65.9 P71 BN71A4	277
21.2	106	2.3	63.1	6200	A202_63.1 S05 M05C4	280	A202_63.1 P71 BN71A4	281
22.9	98	1.0	58.6	3540	A052_58.6 S05 M05C4	273	A052_58.6 P71 BN71A4	273
23.5	95	1.6	58.6	5500	A102_58.6 S05 M05C4	276	A102_58.6 P71 BN71A4	277
25.0	90	2.8	53.7	6200	A202_53.7 S05 M05C4	280	A202_53.7 P71 BN71A4	281
26.1	86	1.2	51.3	3450	A052_51.3 S05 M05C4	273	A052_51.3 P71 BN71A4	273
26.1	86	1.7	51.3	5500	A102_51.3 S05 M05C4	276	A102_51.3 P71 BN71A4	277
28.6	79	3.2	48.3	6180	A202_48.3 S05 M05C4	280	A202_48.3 P71 BN71A4	281
29.5	76	1.3	45.4	3370	A052_45.4 S05 M05C4	273	A052_45.4 P71 BN71A4	273
29.5	76	2.0	45.4	5500	A102_45.4 S05 M05C4	276	A102_45.4 P71 BN71A4	277
33	68	1.5	40.9	3290	A052_40.9 S05 M05C4	273	A052_40.9 P71 BN71A4	273
34	66	2.3	40.9	5500	A102_40.9 S05 M05C4	276	A102_40.9 P71 BN71A4	277
38	59	1.7	35.1	3180	A052_35.1 S05 M05C4	273	A052_35.1 P71 BN71A4	273
38	59	2.5	35.1	5260	A102_35.1 S05 M05C4	276	A102_35.1 P71 BN71A4	277
42	54	1.9	32.2	3120	A052_32.2 S05 M05C4	273	A052_32.2 P71 BN71A4	273
43	52	2.9	32.2	5500	A102_32.2 S05 M05C4	276	A102_32.2 P71 BN71A4	277
47	48	2.1	28.6	3030	A052_28.6 S05 M05C4	273	A052_28.6 P71 BN71A4	273
47	48	3.1	28.6	4970	A102_28.6 S05 M05C4	276	A102_28.6 P71 BN71A4	277
53	43	2.3	25.5	2940	A052_25.5 S05 M05C4	273	A052_25.5 P71 BN71A4	273
56	40	2.5	23.8	2890	A052_23.8 S05 M05C4	273	A052_23.8 P71 BN71A4	273
63	36	2.8	21.4	2810	A052_21.4 S05 M05C4	273	A052_21.4 P71 BN71A4	273
72	31	3.2	18.6	2710	A052_18.6 S05 M05C4	273	A052_18.6 P71 BN71A4	273
84	27	3.7	16.4	2620	A052_16.4 S05 M05C4	273	A052_16.4 P71 BN71A4	273
99	23	4.4	13.9	2500	A052_13.9 S05 M05C4	273	A052_13.9 P71 BN71A4	273
112	20	5.0	12.3	2420	A052_12.3 S05 M05C4	273	A052_12.3 P71 BN71A4	273
131	17.2	5.8	10.6	2310	A052_10.6 S05 M05C4	273	A052_10.6 P71 BN71A4	273
144	15.7	6.4	9.6	2260	A052_9.6 S05 M05C4	273	A052_9.6 P71 BN71A4	273
162	13.9	7.2	8.5	2180	A052_8.5 S05 M05C4	273	A052_8.5 P71 BN71A4	273
191	11.7	8.5	7.2	2070	A052_7.2 S05 M05C4	273	A052_7.2 P71 BN71A4	273
218	10.3	9.7	6.3	1990	A052_6.3 S05 M05C4	273	A052_6.3 P71 BN71A4	273
252	8.9	10.7	5.5	1900	A052_5.5 S05 M05C4	273	A052_5.5 P71 BN71A4	273
285	7.9	12.1	9.6	1820	A052_9.6 S05 M05B2	273	A052_9.6 P63 BN63B2	273
322	7.0	12.9	8.5	1750	A052_8.5 S05 M05B2	273	A052_8.5 P63 BN63B2	273
380	5.9	14.4	7.2	1660	A052_7.2 S05 M05B2	273	A052_7.2 P63 BN63B2	273
433	5.2	15.4	6.3	1590	A052_6.3 S05 M05B2	273	A052_6.3 P63 BN63B2	273
501	4.5	16.7	5.5	1520	A052_5.5 S05 M05B2	273	A052_5.5 P63 BN63B2	273

0.37 kW								
n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	S	i	R_{n2} N				
0.56	5644	2.5	1632	75000	A904_1632 S1 M1LA6	314	A904_1632 P80 BN80A6	315
0.63	4972	1.6	1438	65000	A804_1438 S1 M1LA6	311	A804_1438 P80 BN80A6	312
0.74	4226	3.3	1222	75000	A904_1222 S1 M1LA6	314	A904_1222 P80 BN80A6	315
0.80	3939	1.3	1715	50000	A704_1715 S1 M1SD4	308	A704_1715 P71 BN71B4	309
0.87	3636	1.4	1583	50000	A704_1583 S1 M1SD4	308	A704_1583 P71 BN71B4	309
0.88	3577	2.2	1558	65000	A804_1558 S1 M1SD4	311	A804_1558 P71 BN71B4	312
0.95	3302	2.4	1438	65000	A804_1438 S1 M1SD4	311	A804_1438 P71 BN71B4	312
1.0	3091	1.6	1346	50000	A704_1346 S1 M1SD4	308	A704_1346 P71 BN71B4	309



0.37 kW

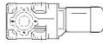
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
1.0	3077	2.6	1340	65000	A804_1340 S1 M1SD4	311	A804_1340 P71 BN71B4	312
1.1	2853	1.8	1242	50000	A704_1242 S1 M1SD4	308	A704_1242 P71 BN71B4	309
1.1	2841	2.8	1237	65000	A804_1237 S1 M1SD4	311	A804_1237 P71 BN71B4	312
1.2	2668	1.9	1161	50000	A704_1161 S1 M1SD4	308	A704_1161 P71 BN71B4	309
1.3	2492	3.2	1085	65000	A804_1085 S1 M1SD4	311	A804_1085 P71 BN71B4	312
1.3	2462	2.0	1072	50000	A704_1072 S1 M1SD4	308	A704_1072 P71 BN71B4	309
1.4	2300	3.5	1001	65000	A804_1001 S1 M1SD4	311	A804_1001 P71 BN71B4	312
1.5	2128	2.3	926.5	50000	A704_926.5 S1 M1SD4	308	A704_926.5 P71 BN71B4	309
1.6	1964	2.5	855.3	50000	A704_855.3 S1 M1SD4	308	A704_855.3 P71 BN71B4	309
1.8	1754	2.8	763.9	50000	A704_763.9 S1 M1SD4	308	A704_763.9 P71 BN71B4	309
1.8	1735	1.6	755.4	30000	A604_755.4 S1 M1SD4	304	A604_755.4 P71 BN71B4	305
1.9	1626	0.9	707.9	20000	A504_707.9 S1 M1SD4	296	A504_707.9 P71 BN71B4	297
1.9	1619	3.1	705.1	50000	A704_705.1 S1 M1SD4	308	A704_705.1 P71 BN71B4	309
2.0	1601	1.7	697.3	30000	A604_697.3 S1 M1SD4	304	A604_697.3 P71 BN71B4	305
2.1	1481	3.4	644.6	50000	A704_644.6 S1 M1SD4	308	A704_644.6 P71 BN71B4	309
2.2	1457	1.9	634.6	30000	A604_634.6 S1 M1SD4	304	A604_634.6 P71 BN71B4	305
2.2	1450	1.0	631.2	20000	A504_631.2 S1 M1SD4	296	A504_631.2 P71 BN71B4	297
2.3	1345	2.1	585.8	30000	A604_585.8 S1 M1SD4	304	A604_585.8 P71 BN71B4	305
2.4	1319	1.1	574.2	20000	A504_574.2 S1 M1SD4	296	A504_574.2 P71 BN71B4	297
2.5	1245	2.2	542.0	30000	A604_542.0 S1 M1SD4	304	A604_542.0 P71 BN71B4	305
2.6	1216	1.2	529.5	20000	A504_529.5 S1 M1SD4	296	A504_529.5 P71 BN71B4	297
2.7	1149	2.4	500.3	30000	A604_500.3 S1 M1SD4	304	A604_500.3 P71 BN71B4	305
2.8	1106	1.4	481.6	20000	A504_481.6 S1 M1SD4	296	A504_481.6 P71 BN71B4	297
3.1	1026	1.5	446.8	20000	A504_446.8 S1 M1SD4	296	A504_446.8 P71 BN71B4	297
3.1	1007	2.8	438.4	30000	A604_438.4 S1 M1SD4	304	A604_438.4 P71 BN71B4	305
3.4	933	1.6	406.4	20000	A504_406.4 S1 M1SD4	296	A504_406.4 P71 BN71B4	297
3.4	929	3.0	404.7	30000	A604_404.7 S1 M1SD4	304	A604_404.7 P71 BN71B4	305
3.6	885	1.0	376.8	15000	A413_376.8 S1 M1SD4	292	A413_376.8 P71 BN71B4	293
3.7	840	1.8	365.6	20000	A504_365.6 S1 M1SD4	296	A504_365.6 P71 BN71B4	297
3.9	807	3.5	351.2	30000	A604_351.2 S1 M1SD4	304	A604_351.2 P71 BN71B4	305
4.1	764	2.0	332.6	20000	A504_332.6 S1 M1SD4	296	A504_332.6 P71 BN71B4	297
4.2	761	1.1	324.2	15000	A413_324.2 S1 M1SD4	292	A413_324.2 P71 BN71B4	293
4.7	685	1.2	291.7	15000	A413_291.7 S1 M1SD4	292	A413_291.7 P71 BN71B4	293
4.8	659	2.3	286.8	20000	A504_286.8 S1 M1SD4	296	A504_286.8 P71 BN71B4	297
5.1	636	0.9	270.7	12000	A353_270.7 S1 M1SD4	288	A353_270.7 P71 BN71B4	289
5.2	616	1.4	262.5	15000	A413_262.5 S1 M1SD4	292	A413_262.5 P71 BN71B4	293
5.3	599	2.5	260.9	20000	A504_260.9 S1 M1SD4	296	A504_260.9 P71 BN71B4	297
5.5	583	1.0	248.1	12000	A353_248.1 S1 M1SD4	288	A353_248.1 P71 BN71B4	289
5.7	565	1.5	240.6	15000	A413_240.6 S1 M1SD4	292	A413_240.6 P71 BN71B4	293
5.9	533	2.8	232.0	20000	A504_232.0 S1 M1SD4	296	A504_232.0 P71 BN71B4	297
6.1	524	1.1	223.2	12000	A353_223.2 S1 M1SD4	288	A353_223.2 P71 BN71B4	289
6.3	511	1.7	217.4	15000	A413_217.4 S1 M1SD4	292	A413_217.4 P71 BN71B4	293
6.5	485	3.1	211.0	20000	A504_211.0 S1 M1SD4	296	A504_211.0 P71 BN71B4	297
6.8	474	1.3	201.8	12000	A353_201.8 S1 M1SD4	288	A353_201.8 P71 BN71B4	289
6.9	464	1.8	197.5	15000	A413_197.5 S1 M1SD4	292	A413_197.5 P71 BN71B4	293
7.2	448	3.4	190.6	20000	A503_190.6 S1 M1SD4	296	A503_190.6 P71 BN71B4	297
7.3	442	1.4	188.3	12000	A353_188.3 S1 M1SD4	288	A353_188.3 P71 BN71B4	289
7.4	433	2.0	184.4	15000	A413_184.4 S1 M1SD4	292	A413_184.4 P71 BN71B4	293
8.0	403	1.5	171.8	12000	A353_171.8 S1 M1SD4	288	A353_171.8 P71 BN71B4	289
9.1	354	0.9	150.7	9600	A303_150.7 S1 M1SD4	284	A303_150.7 P71 BN71B4	285
9.1	354	1.7	150.6	12000	A353_150.6 S1 M1SD4	288	A353_150.6 P71 BN71B4	289



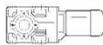
0.37 kW								
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
9.3	345	2.5	146.9	15000	A413_146.9 S1 M1SD4	292	A413_146.9 P71 BN71B4	293
10.0	323	1.0	137.4	9600	A303_137.4 S1 M1SD4	284	A303_137.4 P71 BN71B4	285
10.0	320	1.8	136.3	12000	A353_136.3 S1 M1SD4	288	A353_136.3 P71 BN71B4	289
11.4	283	1.1	120.5	9600	A303_120.5 S1 M1SD4	284	A303_120.5 P71 BN71B4	285
11.7	275	2.0	116.9	12000	A353_116.9 S1 M1SD4	288	A353_116.9 P71 BN71B4	289
11.8	272	3.1	115.9	15000	A413_115.9 S1 M1SD4	292	A413_115.9 P71 BN71B4	293
12.6	256	1.2	109.1	9600	A303_109.1 S1 M1SD4	284	A303_109.1 P71 BN71B4	285
13.0	248	2.1	105.5	12000	A353_105.5 S1 M1SD4	288	A353_105.5 P71 BN71B4	289
14.1	237	1.3	97.5	9600			A302_97.5 P71 BN71B4	285
14.3	232	2.3	95.6	12000	A352_95.6 S1 M1SD4	288	A352_95.6 P71 BN71B4	289
15.8	210	1.5	86.7	9600			A302_86.7 P71 BN71B4	285
16.6	200	3.0	82.5	12000	A352_82.5 S1 M1SD4	288	A352_82.5 P71 BN71B4	289
17.2	194	1.1	79.9	6200			A202_79.9 P71 BN71B4	281
17.9	186	1.9	76.5	9600	A302_76.5 S1 M1SD4	284	A302_76.5 P71 BN71B4	285
18.4	180	3.3	74.3	12000	A352_74.3 S1 M1SD4	288	A352_74.3 P71 BN71B4	289
19.3	172	1.2	71.0	6200			A202_71.0 P71 BN71B4	281
20.7	160	2.4	66.0	9350	A302_66.0 S1 M1SD4	284	A302_66.0 P71 BN71B4	285
20.8	160	0.9	65.9	5500			A102_65.9 P71 BN71B4	277
21.7	153	1.6	63.1	6200	A202_63.1 S1 M1SD4	280	A202_63.1 P71 BN71B4	281
23.1	144	2.8	59.4	9080	A302_59.4 S1 M1SD4	284	A302_59.4 P71 BN71B4	285
23.4	142	1.1	58.6	5500			A102_58.6 P71 BN71B4	277
25.5	130	1.9	53.7	6090	A202_53.7 S1 M1SD4	280	A202_53.7 P71 BN71B4	281
26.0	128	3.2	52.7	8790	A302_52.7 S1 M1SD4	284	A302_52.7 P71 BN71B4	285
26.7	124	1.2	51.3	5490	A102_51.3 S1 M1SD4	276	A102_51.3 P71 BN71B4	277
28.4	117	2.1	48.3	5940	A202_48.3 S1 M1SD4	280	A202_48.3 P71 BN71B4	281
28.4	117	3.5	48.3	8580	A302_48.3 S1 M1SD4	284	A302_48.3 P71 BN71B4	285
30	110	0.9	45.4	3060	A052_45.4 S1 M1SD4	273	A052_45.4 P71 BN71B4	273
30	110	1.4	45.4	5350	A102_45.4 S1 M1SD4	276	A102_45.4 P71 BN71B4	277
32	105	2.4	43.2	5780	A202_43.2 S1 M1SD4	280	A202_43.2 P71 BN71B4	281
34	99	1.0	40.9	3020	A052_40.9 S1 M1SD4	273	A052_40.9 P71 BN71B4	273
34	99	1.5	40.9	5500	A102_40.9 S1 M1SD4	276	A102_40.9 P71 BN71B4	277
35	96	2.6	39.6	5650	A202_39.6 S1 M1SD4	280	A202_39.6 P71 BN71B4	281
39	86	2.9	35.4	5480	A202_35.4 S1 M1SD4	280	A202_35.4 P71 BN71B4	281
39	85	1.2	35.1	2950	A052_35.1 S1 M1SD4	273	A052_35.1 P71 BN71B4	273
39	85	1.8	35.1	5040	A102_35.1 S1 M1SD4	276	A102_35.1 P71 BN71B4	277
43	78	1.3	32.2	2900	A052_32.2 S1 M1SD4	273	A052_32.2 P71 BN71B4	273
43	78	1.9	32.2	5500	A102_32.2 S1 M1SD4	276	A102_32.2 P71 BN71B4	277
44	76	3.3	31.3	5310	A202_31.3 S1 M1SD4	280	A202_31.3 P71 BN71B4	281
47	71	3.5	29.2	5210	A202_29.2 S1 M1SD4	280	A202_29.2 P71 BN71B4	281
48	69	1.4	28.6	2840	A052_28.6 S1 M1SD4	273	A052_28.6 P71 BN71B4	273
48	69	2.2	28.6	4790	A102_28.6 S1 M1SD4	276	A102_28.6 P71 BN71B4	277
54	62	1.6	25.5	2770	A052_25.5 S1 M1SD4	273	A052_25.5 P71 BN71B4	273
54	62	2.4	25.5	5500	A102_25.5 S1 M1SD4	276	A102_25.5 P71 BN71B4	277
58	58	1.7	23.8	2730	A052_23.8 S1 M1SD4	273	A052_23.8 P71 BN71B4	273
58	58	2.6	23.8	4570	A102_23.8 S1 M1SD4	276	A102_23.8 P71 BN71B4	277
64	52	1.9	21.4	2670	A052_21.4 S1 M1SD4	273	A052_21.4 P71 BN71B4	273
64	52	2.9	21.4	5270	A102_21.4 S1 M1SD4	276	A102_21.4 P71 BN71B4	277
74	45	2.2	18.6	2590	A052_18.6 S1 M1SD4	273	A052_18.6 P71 BN71B4	273
74	45	3.3	18.6	4270	A102_18.6 S1 M1SD4	276	A102_18.6 P71 BN71B4	277
83	40	2.5	16.4	2510	A052_16.4 S1 M1SD4	273	A052_16.4 P71 BN71B4	273
98	34	3.0	13.9	2410	A052_13.9 S1 M1SD4	273	A052_13.9 P71 BN71B4	273

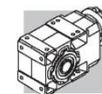


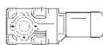
0.37 kW

n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
111	30	3.3	12.3	2350	A052_12.3 S1 M1SD4	273	A052_12.3 P71 BN71B4	273
130	26	3.9	10.6	2240	A052_10.6 S1 M1SD4	273	A052_10.6 P71 BN71B4	273
142	23	4.3	9.6	2190	A052_9.6 S1 M1SD4	273	A052_9.6 P71 BN71B4	273
161	21	4.8	8.5	2120	A052_8.5 S1 M1SD4	273	A052_8.5 P71 BN71B4	273
190	17.5	5.7	7.2	2030	A052_7.2 S1 M1SD4	273	A052_7.2 P71 BN71B4	273
216	15.4	6.5	6.3	1950	A052_6.3 S1 M1SD4	273	A052_6.3 P71 BN71B4	273
228	14.6	6.8	12.3	1920	A052_12.3 S05 M05C2	273	A052_12.3 P71 BN71A2	273
251	13.3	7.2	5.5	1870	A052_5.5 S1 M1SD4	273	A052_5.5 P71 BN71B4	273
265	12.5	6.4	10.6	1830	A052_10.6 S05 M05C2	273	A052_10.6 P71 BN71A2	273
291	11.4	8.3	9.6	1790	A052_9.6 S05 M05C2	273	A052_9.6 P71 BN71A2	273
331	10.0	9.0	8.5	1720	A052_8.5 S05 M05C2	273	A052_8.5 P71 BN71A2	273
388	8.6	9.9	7.2	1640	A052_7.2 S05 M05C2	273	A052_7.2 P71 BN71A2	273
445	7.5	10.7	6.3	1570	A052_6.3 S05 M05C2	273	A052_6.3 P71 BN71A2	273
512	6.5	11.6	5.5	1500	A052_5.5 S05 M05C2	273	A052_5.5 P71 BN71A2	273

0.55 kW

n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
0.56	8299	1.7	1632	75000	A904_1632 S2 M2SA6	314	A904_1632 P80 BN80B6	315
0.64	7310	1.1	1438	65000	A804_1438 S2 M2SA6	311	A804_1438 P80 BN80B6	312
0.75	6213	2.3	1222	75000	A904_1222 S2 M2SA6	314	A904_1222 P80 BN80B6	315
0.80	5813	0.9	1715	50000	A704_1715 S1 M1LA4	308	A704_1715 P80 BN80A4	309
0.85	5532	2.5	1632	75000	A904_1632 S1 M1LA4	314	A904_1632 P80 BN80A4	315
0.87	5365	0.9	1583	50000	A704_1583 S1 M1LA4	308	A704_1583 P80 BN80A4	309
0.89	5279	1.5	1558	65000	A804_1558 S1 M1LA4	311	A804_1558 P80 BN80A4	312
0.92	5070	2.8	1507	75000	A904_1507 S1 M1LA4	314	A904_1507 P80 BN80A4	315
0.96	4873	1.6	1438	65000	A804_1438 S1 M1LA4	311	A804_1438 P80 BN80A4	312
1.0	4561	1.1	1346	50000	A704_1346 S1 M1LA4	308	A704_1346 P80 BN80A4	309
1.0	4541	1.8	1340	65000	A804_1340 S1 M1LA4	311	A804_1340 P80 BN80A4	312
1.0	4455	3.1	1324	75000	A904_1324 S1 M1LA4	314	A904_1324 P80 BN80A4	315
1.1	4211	1.2	1242	50000	A704_1242 S1 M1LA4	308	A704_1242 P80 BN80A4	309
1.1	4192	1.9	1237	65000	A804_1237 S1 M1LA4	311	A804_1237 P80 BN80A4	312
1.1	4112	3.4	1222	75000	A904_1222 S1 M1LA4	314	A904_1222 P80 BN80A4	315
1.2	3937	1.3	1161	50000	A704_1161 S1 M1LA4	308	A704_1161 P80 BN80A4	309
1.3	3677	2.2	1085	65000	A804_1085 S1 M1LA4	311	A804_1085 P80 BN80A4	312
1.3	3634	1.4	1072	50000	A704_1072 S1 M1LA4	308	A704_1072 P80 BN80A4	309
1.4	3394	2.4	1001	65000	A804_1001 S1 M1LA4	311	A804_1001 P80 BN80A4	312
1.5	3140	1.6	926.5	50000	A704_926.5 S1 M1LA4	308	A704_926.5 P80 BN80A4	309
1.5	3046	2.6	898.7	65000	A804_898.7 S1 M1LA4	311	A804_898.7 P80 BN80A4	312
1.6	2899	1.7	855.3	50000	A704_855.3 S1 M1LA4	308	A704_855.3 P80 BN80A4	309
1.7	2811	2.8	829.5	65000	A804_829.5 S1 M1LA4	311	A804_829.5 P80 BN80A4	312
1.8	2589	1.9	763.9	50000	A704_763.9 S1 M1LA4	308	A704_763.9 P80 BN80A4	309
1.8	2583	3.1	762.1	65000	A804_762.1 S1 M1LA4	311	A804_762.1 P80 BN80A4	312
1.8	2560	1.1	755.4	30000	A604_755.4 S1 M1LA4	304	A604_755.4 P80 BN80A4	305
2.0	2390	2.1	705.1	50000	A704_705.1 S1 M1LA4	308	A704_705.1 P80 BN80A4	309
2.0	2384	3.4	703.5	65000	A804_703.5 S1 M1LA4	311	A804_703.5 P80 BN80A4	312
2.0	2363	1.2	697.3	30000	A604_697.3 S1 M1LA4	304	A604_697.3 P80 BN80A4	305
2.1	2185	2.3	644.6	50000	A704_644.6 S1 M1LA4	308	A704_644.6 P80 BN80A4	309

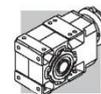


0.55 kW								
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
2.2	2151	1.3	634.6	30000	A604_634.6 S1 M1LA4	304	A604_634.6 P80 BN80A4	305
2.3	2017	2.5	595.0	50000	A704_595.0 S1 M1LA4	308	A704_595.0 P80 BN80A4	309
2.4	1985	1.4	585.8	30000	A604_585.8 S1 M1LA4	304	A604_585.8 P80 BN80A4	305
2.5	1837	1.5	542.0	30000	A604_542.0 S1 M1LA4	304	A604_542.0 P80 BN80A4	305
2.7	1747	2.9	515.4	50000	A704_515.4 S1 M1LA4	308	A704_515.4 P80 BN80A4	309
2.8	1696	1.7	500.3	30000	A604_500.3 S1 M1LA4	304	A604_500.3 P80 BN80A4	305
2.9	1632	0.9	481.6	20000	A504_481.6 S1 M1LA4	296	A504_481.6 P80 BN80A4	297
2.9	1612	3.1	475.8	50000	A704_475.8 S1 M1LA4	308	A704_475.8 P80 BN80A4	309
3.1	1514	1.0	446.8	20000	A504_446.8 S1 M1LA4	296	A504_446.8 P80 BN80A4	297
3.1	1486	1.9	438.4	30000	A604_438.4 S1 M1LA4	304	A604_438.4 P80 BN80A4	305
3.4	1378	1.1	406.4	20000	A504_406.4 S1 M1LA4	296	A504_406.4 P80 BN80A4	297
3.4	1372	2.0	404.7	30000	A604_404.7 S1 M1LA4	304	A604_404.7 P80 BN80A4	305
3.8	1239	1.2	365.6	20000	A504_365.6 S1 M1LA4	296	A504_365.6 P80 BN80A4	297
3.9	1190	2.4	351.2	30000	A604_351.2 S1 M1LA4	304	A604_351.2 P80 BN80A4	305
4.1	1127	1.3	332.6	20000	A504_332.6 S1 M1LA4	296	A504_332.6 P80 BN80A4	297
4.3	1099	2.5	324.2	30000	A604_324.2 S1 M1LA4	304	A604_324.2 P80 BN80A4	305
4.8	972	1.5	286.8	20000	A504_286.8 S1 M1LA4	296	A504_286.8 P80 BN80A4	297
4.8	970	2.9	286.3	30000	A604_286.3 S1 M1LA4	304	A604_286.3 P80 BN80A4	305
5.2	896	3.1	264.3	30000	A604_264.3 S1 M1LA4	304	A604_264.3 P80 BN80A4	305
5.3	910	0.9	262.5	15000	A413_262.5 S1 M1LA4	292	A413_262.5 P80 BN80A4	293
5.3	884	1.7	260.9	20000	A504_260.9 S1 M1LA4	296	A504_260.9 P80 BN80A4	297
5.7	834	1.0	240.6	15000	A413_240.6 S1 M1LA4	292	A413_240.6 P80 BN80A4	293
5.9	786	1.9	232.0	20000	A504_232.0 S1 M1LA4	296	A504_232.0 P80 BN80A4	297
6.3	753	1.1	217.4	15000	A413_217.4 S1 M1LA4	292	A413_217.4 P80 BN80A4	293
6.5	715	2.1	211.0	20000	A504_211.0 S1 M1LA4	296	A504_211.0 P80 BN80A4	297
7.0	685	1.2	197.5	15000	A413_197.5 S1 M1LA4	292	A413_197.5 P80 BN80A4	293
7.1	673	3.0	194.2	30000	A553_194.2 S1 M1LA4	300	A553_194.2 P80 BN80A4	301
7.2	660	2.3	190.6	20000	A503_190.6 S1 M1LA4	296	A503_190.6 P80 BN80A4	297
7.3	653	0.9	188.3	12000	A353_188.3 S1 M1LA4	288	A353_188.3 P80 BN80A4	289
7.5	639	1.3	184.4	15000	A413_184.4 S1 M1LA4	292	A413_184.4 P80 BN80A4	293
7.9	607	3.3	175.0	30000	A553_175.0 S1 M1LA4	300	A553_175.0 P80 BN80A4	301
8.0	601	2.5	173.4	20000	A503_173.4 S1 M1LA4	296	A503_173.4 P80 BN80A4	297
8.0	595	1.0	171.8	12000	A353_171.8 S1 M1LA4	288	A353_171.8 P80 BN80A4	289
9.0	532	2.8	154.6	20000	A503_154.6 S1 M1LA4	296	A503_154.6 P80 BN80A4	297
9.2	522	1.1	150.6	12000	A353_150.6 S1 M1LA4	288	A353_150.6 P80 BN80A4	289
9.4	509	1.7	146.9	15000	A413_146.9 S1 M1LA4	292	A413_146.9 P80 BN80A4	293
9.9	484	3.1	140.6	20000	A503_140.6 S1 M1LA4	296	A503_140.6 P80 BN80A4	297
10.1	472	1.2	136.3	12000	A353_136.3 S1 M1LA4	288	A353_136.3 P80 BN80A4	289
10.7	446	3.4	129.7	20000	A503_129.7 S1 M1LA4	296	A503_129.7 P80 BN80A4	297
11.8	405	1.4	116.9	12000	A353_116.9 S1 M1LA4	288	A353_116.9 P80 BN80A4	289
11.9	402	2.1	115.9	15000	A413_115.9 S1 M1LA4	292	A413_115.9 P80 BN80A4	293
13.1	366	1.4	105.5	12000	A353_105.5 S1 M1LA4	288	A353_105.5 P80 BN80A4	289
14.2	349	0.9	97.5	9600	A302_97.5 S1 M1LA4	288	A302_97.5 P80 BN80A4	285
14.4	342	1.6	95.6	12000	A352_95.6 S1 M1LA4	288	A352_95.6 P80 BN80A4	289
14.9	321	2.5	92.8	15000	A413_92.8 S1 M1LA4	292	A413_92.8 P80 BN80A4	293
15.9	310	1.0	86.7	9420	A302_86.7 S1 M1LA4	288	A302_86.7 P80 BN80A4	285
16.7	295	2.0	82.5	12000	A352_82.5 S1 M1LA4	288	A352_82.5 P80 BN80A4	289
17.4	284	3.0	79.2	15000	A412_79.2 S1 M1LA4	292	A412_79.2 P80 BN80A4	293
18.0	274	1.3	76.5	9180	A302_76.5 S1 M1LA4	284	A302_76.5 P80 BN80A4	285
18.6	266	2.3	74.3	12000	A352_74.3 S1 M1LA4	288	A352_74.3 P80 BN80A4	289
19.4	255	3.3	71.3	15000	A412_71.3 S1 M1LA4	292	A412_71.3 P80 BN80A4	293



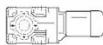
0.55 kW

n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
20.9	236	1.6	66.0	8880	A302_66.0 S1 M1LA4	284	A302_66.0 P80 BN80A4	285
21.0	236	2.5	65.8	12000	A352_65.8 S1 M1LA4	288	A352_65.8 P80 BN80A4	289
21.9	226	1.1	63.1	5840	A202_63.1 S1 M1LA4	280	A202_63.1 P80 BN80A4	281
22.9	216	2.8	60.4	12000	A352_60.4 S1 M1LA4	288	A352_60.4 P80 BN80A4	289
23.2	213	1.9	59.4	8660	A302_59.4 S1 M1LA4	284	A302_59.4 P80 BN80A4	285
25.4	194	3.1	54.3	12000	A352_54.3 S1 M1LA4	288	A352_54.3 P80 BN80A4	289
25.7	192	1.3	53.7	5670	A202_53.7 S1 M1LA4	280	A202_53.7 P80 BN80A4	281
26.2	189	2.2	52.7	8410	A302_52.7 S1 M1LA4	284	A302_52.7 P80 BN80A4	285
28.1	176	3.4	49.1	12000	A352_49.1 S1 M1LA4	288	A352_49.1 P80 BN80A4	289
28.6	173	1.4	48.3	5560	A202_48.3 S1 M1LA4	280	A202_48.3 P80 BN80A4	281
28.6	173	2.4	48.3	8230	A302_48.3 S1 M1LA4	284	A302_48.3 P80 BN80A4	285
30	163	0.9	45.4	4910	A102_45.4 S1 M1LA4	276	A102_45.4 P80 BN80A4	277
32	155	2.6	43.4	8010	A302_43.4 S1 M1LA4	284	A302_43.4 P80 BN80A4	285
32	155	1.6	43.2	5440	A202_43.2 S1 M1LA4	280	A202_43.2 P80 BN80A4	281
34	146	1.0	40.9	5500	A102_40.9 S1 M1LA4	276	A102_40.9 P80 BN80A4	277
35	142	1.8	39.6	5340	A202_39.6 S1 M1LA4	280	A202_39.6 P80 BN80A4	281
35	141	2.9	39.3	7800	A302_39.3 S1 M1LA4	284	A302_39.3 P80 BN80A4	285
38	131	3.1	36.6	7660	A302_36.6 S1 M1LA4	284	A302_36.6 P80 BN80A4	285
39	127	2.0	35.4	5200	A202_35.4 S1 M1LA4	280	A202_35.4 P80 BN80A4	281
39	126	1.2	35.1	4700	A102_35.1 S1 M1LA4	276	A102_35.1 P80 BN80A4	277
41	120	3.4	33.4	7480	A302_33.4 S1 M1LA4	284	A302_33.4 P80 BN80A4	285
43	115	1.3	32.2	5490	A102_32.2 S1 M1LA4	276	A102_32.2 P80 BN80A4	277
44	112	2.2	31.3	5060	A202_31.3 S1 M1LA4	280	A202_31.3 P80 BN80A4	281
47	105	2.4	29.2	4970	A202_29.2 S1 M1LA4	280	A202_29.2 P80 BN80A4	281
48	102	1.0	28.6	2550	A052_28.6 S1 M1LA4	273	A052_28.6 P80 BN80A4	273
48	102	1.5	28.6	4510	A102_28.6 S1 M1LA4	276	A102_28.6 P80 BN80A4	277
52	95	2.6	26.5	4850	A202_26.5 S1 M1LA4	280	A202_26.5 P80 BN80A4	281
54	91	1.1	25.5	2510	A052_25.5 S1 M1LA4	273	A052_25.5 P80 BN80A4	273
54	91	1.6	25.5	5230	A102_25.5 S1 M1LA4	276	A102_25.5 P80 BN80A4	277
58	85	1.2	23.8	2490	A052_23.8 S1 M1LA4	273	A052_23.8 P80 BN80A4	273
58	85	1.8	23.8	4330	A102_23.8 S1 M1LA4	276	A102_23.8 P80 BN80A4	277
60	83	3.0	23.1	4690	A202_23.1 S1 M1LA4	280	A202_23.1 P80 BN80A4	281
65	76	1.3	21.4	2450	A052_21.4 S1 M1LA4	273	A052_21.4 P80 BN80A4	273
65	76	2.0	21.4	5020	A102_21.4 S1 M1LA4	276	A102_21.4 P80 BN80A4	277
65	76	3.3	21.2	4590	A202_21.2 S1 M1LA4	280	A202_21.2 P80 BN80A4	281
74	66	1.5	18.6	2400	A052_18.6 S1 M1LA4	273	A052_18.6 P80 BN80A4	273
74	66	2.3	18.6	4090	A102_18.6 S1 M1LA4	276	A102_18.6 P80 BN80A4	277
84	59	1.7	16.4	2340	A052_16.4 S1 M1LA4	273	A052_16.4 P80 BN80A4	273
84	59	2.5	16.4	4710	A102_16.4 S1 M1LA4	276	A102_16.4 P80 BN80A4	277
99	50	2.0	13.9	2270	A052_13.9 S1 M1LA4	273	A052_13.9 P80 BN80A4	273
99	50	3.0	13.9	3800	A102_13.9 S1 M1LA4	276	A102_13.9 P80 BN80A4	277
112	44	2.3	12.3	2220	A052_12.3 S1 M1LA4	273	A052_12.3 P80 BN80A4	273
112	44	3.2	12.3	3670	A102_12.3 S1 M1LA4	276	A102_12.3 P80 BN80A4	277
131	38	2.6	10.6	2130	A052_10.6 S1 M1LA4	273	A052_10.6 P80 BN80A4	273
144	34	2.9	9.6	2100	A052_9.6 S1 M1LA4	273	A052_9.6 P80 BN80A4	273
162	30	3.3	8.5	2030	A052_8.5 S1 M1LA4	273	A052_8.5 P80 BN80A4	273
171	29	3.1	16.4	2000	A052_16.4 S1 M1SD2	273	A052_16.4 P71 BN71B2	273
191	26	3.9	7.2	1950	A052_7.2 S1 M1LA4	273	A052_7.2 P80 BN80A4	273
218	23	4.4	6.3	1880	A052_6.3 S1 M1LA4	273	A052_6.3 P80 BN80A4	273
229	22	4.6	12.3	1860	A052_12.3 S1 M1SD2	273	A052_12.3 P71 BN71B2	273
252	19.6	4.9	5.5	1810	A052_5.5 S1 M1LA4	273	A052_5.5 P80 BN80A4	273


0.55 kW

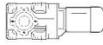
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N			 IEC	
267	18.5	4.3	10.6	1780	A052_10.6 S1 M1SD2	273	A052_10.6 P71 BN71B2	273
293	16.8	5.6	9.6	1740	A052_9.6 S1 M1SD2	273	A052_9.6 P71 BN71B2	273
331	14.9	6.0	8.5	1680	A052_8.5 S1 M1SD2	273	A052_8.5 P71 BN71B2	273
391	12.6	6.7	7.2	1600	A052_7.2 S1 M1SD2	273	A052_7.2 P71 BN71B2	273
445	11.1	7.2	6.3	1540	A052_6.3 S1 M1SD2	273	A052_6.3 P71 BN71B2	273
516	9.6	7.8	5.5	1480	A052_5.5 S1 M1SD2	273	A052_5.5 P71 BN71B2	273

0.75 kW

n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N			 IEC	
0.56	11316	1.2	1632	75000	A904_1632 S2 M2SB6	314	A904_1632 P90 BN90S6	315
0.61	10446	1.3	1507	75000	A904_1507 S2 M2SB6	314	A904_1507 P90 BN90S6	315
0.69	9179	1.5	1324	75000	A904_1324 S2 M2SB6	314	A904_1324 P90 BN90S6	315
0.75	8473	1.7	1222	75000	A904_1222 S2 M2SB6	314	A904_1222 P90 BN90S6	315
0.86	7436	1.9	1632	75000	A904_1632 S2 M2SA4	314	A904_1632 P80 BN80B4	315
0.90	7096	1.1	1558	65000	A804_1558 S2 M2SA4	311	A804_1558 P80 BN80B4	312
0.93	6864	2.0	1507	75000	A904_1507 S2 M2SA4	314	A904_1507 P80 BN80B4	315
0.97	6550	1.2	1438	65000	A804_1438 S2 M2SA4	311	A804_1438 P80 BN80B4	312
1.0	6104	1.3	1340	65000	A804_1340 S2 M2SA4	311	A804_1340 P80 BN80B4	312
1.1	6032	2.3	1324	75000	A904_1324 S2 M2SA4	314	A904_1324 P80 BN80B4	315
1.1	5660	0.9	1242	50000	A704_1242 S2 M2SA4	308	A704_1242 P80 BN80B4	309
1.1	5635	1.4	1237	65000	A804_1237 S2 M2SA4	311	A804_1237 P80 BN80B4	312
1.1	5568	2.5	1222	75000	A904_1222 S2 M2SA4	314	A904_1222 P80 BN80B4	315
1.2	5291	0.9	1161	50000	A704_1161 S2 M2SA4	308	A704_1161 P80 BN80B4	309
1.3	5060	2.8	1111	75000	A904_1111 S2 M2SA4	314	A904_1111 P80 BN80B4	315
1.3	4942	1.6	1085	65000	A804_1085 S2 M2SA4	311	A804_1085 P80 BN80B4	312
1.3	4884	1.0	1072	50000	A704_1072 S2 M2SA4	308	A704_1072 P80 BN80B4	309
1.4	4670	3.0	1025	75000	A904_1025 S2 M2SA4	314	A904_1025 P80 BN80B4	315
1.4	4562	1.8	1001	65000	A804_1001 S2 M2SA4	311	A804_1001 P80 BN80B4	312
1.5	4270	3.3	937.2	75000	A904_937.2 S2 M2SA4	314	A904_937.2 P80 BN80B4	315
1.5	4221	1.2	926.5	50000	A704_926.5 S2 M2SA4	308	A704_926.5 P80 BN80B4	309
1.6	4094	2.0	898.7	65000	A804_898.7 S2 M2SA4	311	A804_898.7 P80 BN80B4	312
1.6	3896	1.3	855.3	50000	A704_855.3 S2 M2SA4	308	A704_855.3 P80 BN80B4	309
1.7	3779	2.1	829.5	65000	A804_829.5 S2 M2SA4	311	A804_829.5 P80 BN80B4	312
1.8	3480	1.4	763.9	50000	A704_763.9 S2 M2SA4	308	A704_763.9 P80 BN80B4	309
1.8	3472	2.3	762.1	65000	A804_762.1 S2 M2SA4	311	A804_762.1 P80 BN80B4	312
2.0	3212	1.6	705.1	50000	A704_705.1 S2 M2SA4	308	A704_705.1 P80 BN80B4	309
2.0	3205	2.5	703.5	65000	A804_703.5 S2 M2SA4	311	A804_703.5 P80 BN80B4	312
2.0	3177	0.9	697.3	30000	A604_697.3 S2 M2SA4	304	A604_697.3 P80 BN80B4	305
2.2	2937	1.7	644.6	50000	A704_644.6 S2 M2SA4	308	A704_644.6 P80 BN80B4	309
2.2	2891	1.0	634.6	30000	A604_634.6 S2 M2SA4	304	A604_634.6 P80 BN80B4	305
2.3	2766	2.9	607.2	65000	A804_607.2 S2 M2SA4	311	A804_607.2 P80 BN80B4	312
2.4	2711	1.8	595.0	50000	A704_595.0 S2 M2SA4	308	A704_595.0 P80 BN80B4	309
2.4	2669	1.0	585.8	30000	A604_585.8 S2 M2SA4	304	A604_585.8 P80 BN80B4	305
2.5	2553	3.1	560.5	65000	A804_560.5 S2 M2SA4	311	A804_560.5 P80 BN80B4	312
2.6	2469	1.1	542.0	30000	A604_542.0 S2 M2SA4	304	A604_542.0 P80 BN80B4	305
2.7	2348	2.1	515.4	50000	A704_515.4 S2 M2SA4	308	A704_515.4 P80 BN80B4	309
2.8	2279	1.2	500.3	30000	A604_500.3 S2 M2SA4	304	A604_500.3 P80 BN80B4	305



0.75 kW

n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N				
2.9	2167	2.3	475.8	50000	A704_475.8 S2 M2SA4	308	A704_475.8 P80 BN80B4	309
3.2	1997	1.4	438.4	30000	A604_438.4 S2 M2SA4	304	A604_438.4 P80 BN80B4	305
3.5	1844	1.5	404.7	30000	A604_404.7 S2 M2SA4	304	A604_404.7 P80 BN80B4	305
3.5	1823	2.7	400.2	50000	A704_400.2 S2 M2SA4	308	A704_400.2 P80 BN80B4	309
3.8	1683	3.0	369.4	50000	A704_369.4 S2 M2SA4	308	A704_369.4 P80 BN80B4	309
3.8	1666	0.9	365.6	20000	A504_365.6 S2 M2SA4	296	A504_365.6 P80 BN80B4	297
4.0	1600	1.8	351.2	30000	A604_351.2 S2 M2SA4	304	A604_351.2 P80 BN80B4	305
4.2	1515	1.0	332.6	20000	A504_332.6 S2 M2SA4	296	A504_332.6 P80 BN80B4	297
4.3	1477	1.9	324.2	30000	A604_324.2 S2 M2SA4	304	A604_324.2 P80 BN80B4	305
4.4	1441	3.5	316.4	50000	A704_316.4 S2 M2SA4	308	A704_316.4 P80 BN80B4	309
4.9	1307	1.1	286.8	20000	A504_286.8 S2 M2SA4	296	A504_286.8 P80 BN80B4	297
4.9	1304	2.1	286.3	30000	A604_286.3 S2 M2SA4	304	A604_286.3 P80 BN80B4	305
5.3	1204	2.3	264.3	30000	A604_264.3 S2 M2SA4	304	A604_264.3 P80 BN80B4	305
5.4	1189	1.3	260.9	20000	A504_260.9 S2 M2SA4	296	A504_260.9 P80 BN80B4	297
6.0	1057	1.4	232.0	20000	A504_232.0 S2 M2SA4	296	A504_232.0 P80 BN80B4	297
6.2	1030	2.7	226.1	30000	A604_226.1 S2 M2SA4	304	A604_226.1 P80 BN80B4	305
6.6	961	1.6	211.0	20000	A504_211.0 S2 M2SA4	296	A504_211.0 P80 BN80B4	297
6.7	951	2.9	208.7	30000	A604_208.7 S2 M2SA4	304	A604_208.7 P80 BN80B4	305
7.1	920	0.9	197.5	15000	A413_197.5 S2 M2SA4	292	A413_197.5 P80 BN80B4	293
7.2	905	2.2	194.2	30000	A553_194.2 S2 M2SA4	300	A553_194.2 P80 BN80B4	301
7.3	888	1.7	190.6	20000	A503_190.6 S2 M2SA4	296	A503_190.6 P80 BN80B4	297
7.5	865	3.2	185.8	30000	A603_185.8 S2 M2SA4	304	A603_185.8 P80 BN80B4	305
7.6	859	1.0	184.4	15000	A413_184.4 S2 M2SA4	292	A413_184.4 P80 BN80B4	293
8.0	815	2.5	175.0	30000	A553_175.0 S2 M2SA4	300	A553_175.0 P80 BN80B4	301
8.1	808	1.9	173.4	20000	A503_173.4 S2 M2SA4	296	A503_173.4 P80 BN80B4	297
8.2	799	3.5	171.5	30000	A603_171.5 S2 M2SA4	304	A603_171.5 P80 BN80B4	305
8.7	747	2.7	160.4	30000	A553_160.4 S2 M2SA4	300	A553_160.4 P80 BN80B4	301
9.1	720	2.1	154.6	20000	A503_154.6 S2 M2SA4	296	A503_154.6 P80 BN80B4	297
9.5	684	1.2	146.9	15000	A413_146.9 S2 M2SA4	292	A413_146.9 P80 BN80B4	293
9.5	684	2.9	146.8	30000	A553_146.8 S2 M2SA4	300	A553_146.8 P80 BN80B4	301
10.0	655	2.3	140.6	20000	A503_140.6 S2 M2SA4	296	A503_140.6 P80 BN80B4	297
10.3	635	0.9	136.3	12000	A353_136.3 S2 M2SA4	288	A353_136.3 P80 BN80B4	289
10.5	618	3.2	132.7	30000	A553_132.7 S2 M2SA4	300	A553_132.7 P80 BN80B4	301
10.8	604	2.5	129.7	20000	A503_129.7 S2 M2SA4	296	A503_129.7 P80 BN80B4	297
11.3	577	3.5	123.9	30000	A553_123.9 S2 M2SA4	300	A553_123.9 P80 BN80B4	301
11.9	549	2.7	118.0	20000	A503_118.0 S2 M2SA4	296	A503_118.0 P80 BN80B4	297
12.0	545	1.0	116.9	12000	A353_116.9 S2 M2SA4	288	A353_116.9 P80 BN80B4	289
12.1	540	1.6	115.9	15000	A413_115.9 S2 M2SA4	292	A413_115.9 P80 BN80B4	293
12.8	510	2.9	109.4	20000	A503_109.4 S2 M2SA4	296	A503_109.4 P80 BN80B4	297
13.3	492	1.1	105.5	12000	A353_105.5 S2 M2SA4	288	A353_105.5 P80 BN80B4	289
14.1	464	3.2	99.5	20000	A503_99.5 S2 M2SA4	296	A503_99.5 P80 BN80B4	297
14.6	460	1.2	95.6	12000	A352_95.6 S2 M2SA4	288	A352_95.6 P80 BN80B4	289
15.1	432	1.9	92.8	15000	A413_92.8 S2 M2SA4	292	A413_92.8 P80 BN80B4	293
17.0	397	1.5	82.5	12000	A352_82.5 S2 M2SA4	288	A352_82.5 P80 BN80B4	289
17.7	381	2.2	79.2	15000	A412_79.2 S2 M2SA4	292	A412_79.2 P80 BN80B4	293
18.3	368	1.0	76.5	8580	A302_76.5 S2 M2SA4	284	A302_76.5 P80 BN80B4	285
18.8	357	1.7	74.3	12000	A352_74.3 S2 M2SA4	288	A352_74.3 P80 BN80B4	289
19.6	343	2.5	71.3	15000	A412_71.3 S2 M2SA4	292	A412_71.3 P80 BN80B4	293
21.2	318	1.2	66.0	8360	A302_66.0 S2 M2SA4	284	A302_66.0 P80 BN80B4	285
21.3	317	1.9	65.8	12000	A352_65.8 S2 M2SA4	288	A352_65.8 P80 BN80B4	289
21.8	309	2.8	64.2	15000	A412_64.2 S2 M2SA4	292	A412_64.2 P80 BN80B4	293

ALLEGATO 3

Estratto dal catalogo serie RAN (riduttori angolari) Bonfiglioli.

 **Bonfiglioli**
Riduttori

RAN series

Rinvii angolari

Mitre gears

Winkelgetrieben

Renvois d'angles



 **Bonfiglioli**
power, control and green solutions



10 - DESIGNAZIONE
PRODOTTO

10 - ORDERING CODE

10 - BEZEICHNUNG

10 - DESIGNATION

RAN 28 S A 1 090 B5 B3

OPZIONI / *OPTIONS* / *OPTIONEN* / *OPTIONS*
LO (RAN 28 ... RAN 48)
PV (RAN 8 ... RAN 48) + (RAN 1 ... RAN 2)

POSIZIONE DI MONTAGGIO / *MOUNTING POSITION*
 EINBAULAGEN / *POSITION DE MONTAGE*
B3 (default); **B6; B7; B8; V5; V6**

FLANGIA ATTACCO MOTORE / *MOTOR MOUNTING*
 MOTOR BAUFORM / *BRIDE MOTEUR*
B5

DESIGNAZIONE INGRESSO / *INPUT CONFIGURATION*
 BEZEICHNUNG DER ANTRIEBSSEITE / *DESIGNATION ENTREE*

090, 100, 112, 132, 160, 180

HS = albero veloce cilindrico
solid input shaft
 feste Antriebswelle
arbre d'entrée solid

RAPPORTO / *GEAR RATIO* / *ÜBERSETZUNG* / *RAPPORT DE REDUCTION*

ESECUZIONE / *ARRANGEMENT* / *BAUFORM* / *EXECUTION*
A, B, C, D, E, F

CONFIGURAZIONE ALBERO LENTO / *OUTPUT SHAFT* / *ABTRIEBSWELLE* / *CONFIGURATION ARBRE LENT*

S albero singolo / *single shaft* / *einzelne Abtriebswelle* / *arbre lent simple*

D albero bisporgente / *double extended shaft* / *zweites Wellenende* / *arbre lent double*

GRANDEZZA / *FRAME SIZE* / *BAUGRÖSSE* / *TAILLE*

8, 15, 18.14, 20, 20CAVO, 24, 25, 28, 38, 48

1, 2, 2R

SERIE / *GEARBOX TYPE* / *GETRIEBETYP* / *TYPE DU REDUCTEUR*
RAN



$n_1 = 1400 \text{ min}^{-1}$						
	i	n_2 [min^{-1}]	Mn_2 [Nm]	Pn_1 [kW]	Rn_1 [N]	Rn_2 [N]
RAN 8	1	1400	2.5	0.38	80	210
	2	700	2.0	0.15	80	260
RAN 15	1	1400	7.4	1.1	250	370
	2	700	6.0	0.45	250	470
RAN 18.14	1	1400	15.0	2.3	320	450
	2	700	12.0	0.90	320	580
RAN 20 RAN 20CAVO	1	1400	28	4.2	400	540 280
RAN 20	2	700	20	1.5	400	690
RAN 25	1	1400	39	5.9	800	820
	2	700	34	2.6	800	1030
RAN 24	1	1400	39	12.0	1110	1300
	2	700	39	6.0	1110	1640
	3	460	39	4.0	1110	1900
RAN 28	1	1400	7.4	23	1800	1650
	2	700	6.0	11.3	1800	2080
	4	350	15.0	5.6	1800	2700
	7.7	180	12.0	1.9	1800	3200
RAN 38	1	1400	20	45	2700	2500
	2	700	20	23	2700	3150
	4	350	20	11.3	2700	4000
	7.7	180	20	3.9	2700	4800

	i	Mn_2 [Nm]	An_2 [N]
RAN 1	3	1350	50000
RAN 2	3	3000	80000
RAN 2R	3	3000	150000



Le prestazioni si riferiscono a velocità di azionamento non superiori a $n_1 = 100 \text{ min}^{-1}$.



Ratings refer to drive speed not exceeding $n_1 = 100 \text{ min}^{-1}$.



Die Leistungen beziehen sich auf die nicht übersteigende Antriebsgeschwindigkeit $n_1 = 100 \text{ min}^{-1}$.



Les prestations se réfèrent à des vitesses d'actionnement inférieures à $n_1 = 100 \text{ min}^{-1}$.

RAN 8

RAN 15

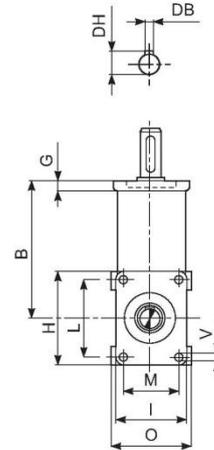
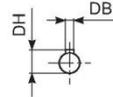
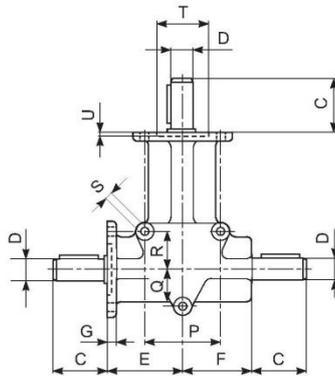


18 - DIMENSIONI

18 - DIMENSIONS

18 - ABMESSUNGEN

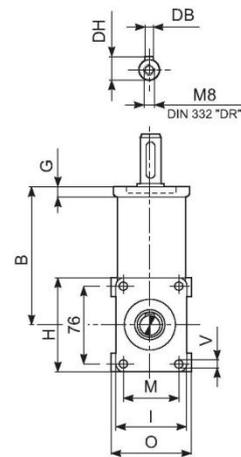
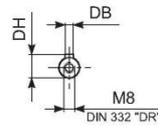
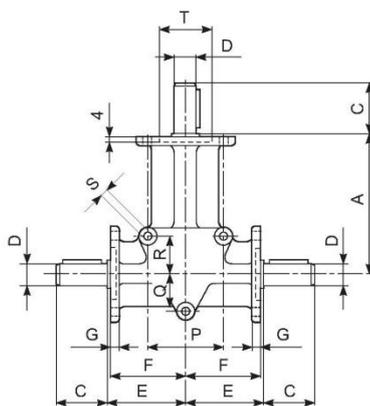
18 - DIMENSIONS



	B	C	D h6	E	F	G	H	I	L	M	O	P	Q	R	S	T h7	U	V	DB	DH	$\frac{\circ}{Kg}$
RAN 8	60	15	8	34	27	5	40	32	30	22	33	32	16	16	5.2	22	2.5	4.2	-	-	0.3
RAN 15	90	35	15	52	37	7	66	50	52	36	52	48	24	24	8.3	35	3.5	6.2	5	17	1.0

RAN 20

RAN 28



	A	B	C	D h6	E	F	G	H	I	M	O	P	Q	R	S	T h7	V	DB	DH	$\frac{\circ}{Kg}$
RAN 20	142.5	140	50	20	77.5	75	8	96	74	54	76	76	38	38	9	52	8.5	6	22.5	3.2
RAN 28	152.5	150	60	25	82.5	80	12	98	98	76	100	90	45	70	12.5	62	10.5	8	28	5.0

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Bibliografia

- E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, “Lezioni di Meccanica Applicata alle Macchine –Prima Parte: Fondamenti di Meccanica delle Macchine”, Patron, Bologna, 2005
- E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, “Lezioni di Meccanica Applicata alle Macchine –Seconda Parte: Elementi di Meccanica degli Azionamenti”, Patron, Bologna, 2009
- P.L. Magnani, G. Ruggieri, “Meccanismi per Macchine Automatiche”, Utet, Torino, 1986

Sitografia

- Assolegno <http://www.federlegnoarredo.it/it/associazioni/assolegno>
- Enciclopedia Treccani <http://www.treccani.it/>
- Robopac <http://www.robopac.com/IT/>
- Imballaggi Service <http://www.imballaggiservice.com/>

RINGRAZIAMENTI

Intendo ringraziare tutte le persone che hanno reso possibile questo importante traguardo della mia vita.

In primo luogo i miei genitori e tutta la mia famiglia che con sacrificio e determinazione mi hanno supportato economicamente e moralmente.

Ringrazio prof. Luca Piancastelli per avermi assistito durante il progetto, la stesura della tesi e per avermi preparato al meglio nella discussione della prova finale.

Intendo esprimere la mia riconoscenza a Sara ed a tutta la famiglia Pondini per essermi sempre stati vicini anche nei momenti più duri.

In ultimo voglio volgere il mio ringraziamento a tutti i parenti ed amici per l'aiuto dato e per aver sempre creduto in me.