

# **TURBOALTERNATORI**

## **A DUE POLI**

## **RAFFREDDATI IN ARIA**

## **TIPO**

## **WY & WX 21Z**

## 1. Generalità

Il generatore è del tipo raffreddato in aria, a due poli con rotore liscio, ventilato in circuito chiuso con scambiatori aria-acqua sistemati nella fondazione nella configurazione WX o nella parte inferiore della carcassa nel caso di configurazione WY. In quest'ultimo caso, una piccola fossa, sotto al generatore stesso, completa il circuito di ventilazione.

La configurazione WY (Figura 1a) è tipica dei generatori accoppiati a turbine a gas o a vapore con scarico laterale od assiale. La configurazione WX (Figura 1b) è tipica dei generatori accoppiati a turbine a vapore con scarico verso il basso e pertanto installate su cavalletto.

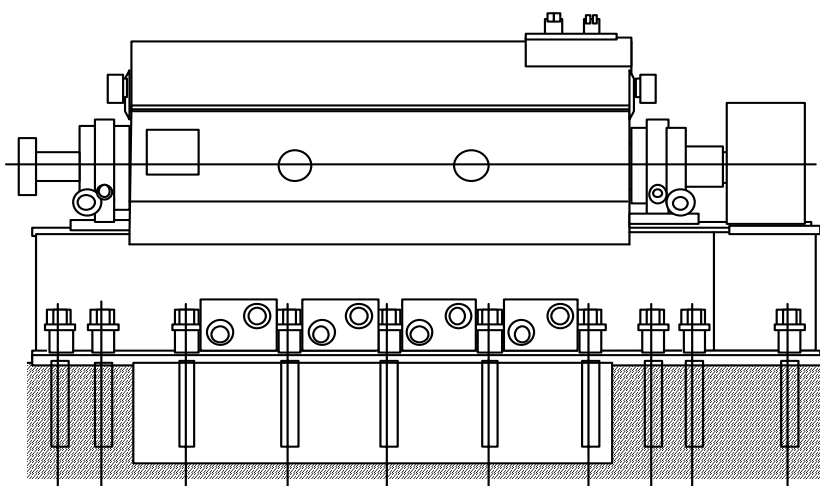


Figura 1a (WY)

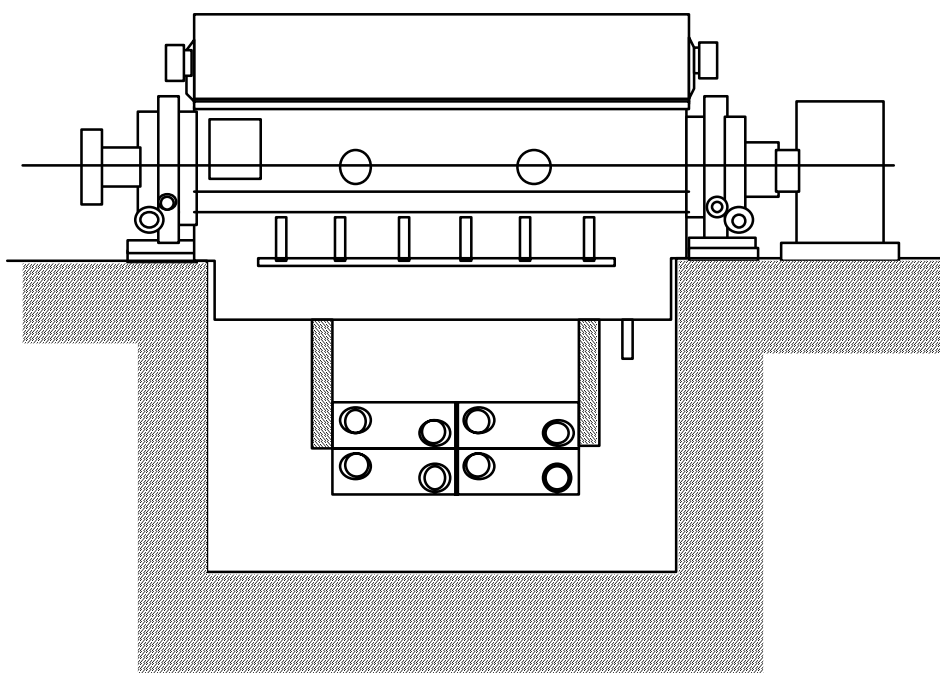


Figura 1b (WX)

## **2. Caratteristiche principali**

- Turboalternatore trifase a due poli con rotore liscio
- Rotore direttamente accoppiato alla turbina
- Rotore dotato di avvolgimento smorzatore
- Ventilazione in circuito chiuso con scambiatori aria-acqua  
4 incorporati nella carcassa (WY) o  
4 nella fondazione (WX)
- Autoventilazione dello statore e del rotore
- Generatore spedito completamente montato (WY se pesi e dimensioni sono compatibili con i limiti di trasporto) o smontato (WX)
- Eccitazione di tipo statico
- Isolamento avvolgimento statore in barra singola
- Normative applicate: IEC
- Sistema d'isolamento di classe F per statore e rotore
- Sistema di messa a terra dell'albero e d'isolamento dei cuscinetti in modo da prevenire la circolazione delle correnti d'albero.

### 3. Descrizione

La presente descrizione è prevalentemente riferita alla soluzione costruttiva WY ma quanto descritto è applicabile sostanzialmente anche alla soluzione costruttiva WX.

Il generatore sincrono a due poli è raffreddato ad aria, in circuito chiuso. La carcassa è costituita da una struttura saldata, divisa orizzontalmente in due metà, per consentire l'accesso alla macchina per lavori di manutenzione e riparazione.

Il rotore ruota su due cuscinetti radiali a strisciamento, situati al di fuori della carcassa dell'alternatore ed indipendenti da essa. Questa caratteristica semplifica notevolmente la manutenzione. La guida assiale per l'intera linea d'asse è presente nel cuscinetto reggi-spinta di turbina. Il cuscinetto lato opposto turbina ha l'isolamento doppio, inoltre l'albero è connesso a terra per proteggere i cuscinetti ed il loro sistema di supporto da danni derivanti dalla circolazione di correnti sull'albero. Il sistema di lubrificazione è comune con la turbina.

L'aria calda uscente dal generatore è raffreddata in appositi scambiatori di calore, montati trasversalmente nella sezione inferiore della carcassa (WY) o nelle fondazioni (WX). Il calore è asportato dall'acqua del circuito di raffreddamento, che è raffreddata, a sua volta, in un circuito separato. Il raffreddamento è descritto con maggiori dettagli nel capitolo "Sistema di ventilazione e raffreddamento".

Il rotore è dotato di un avvolgimento smorzatore che consente di operare con carico asimmetrico in accordo con le norme IEC ed ANSI.

I sei terminali di statore fuoriescono dalla parte superiore (WY) o dal basso (WX), lato opposto accoppiamento.

La camera anelli è posizionata all'estremità, lato opposto accoppiamento, sull'estensione carcassa dell'alternatore (WY) o sulle fondazioni (WX). Il progetto prevede la possibilità di sostituire le spazzole con il generatore in funzione.

## **4. Statore**

Gli elementi principali dello statore sono la carcassa, comprendente l'involucro e le chiusure frontali, il nucleo magnetico (alloggiato nella carcassa) e l'avvolgimento statore.

### **4.1 Carcassa**

La carcassa è costituita da una struttura saldata, divisa orizzontalmente in due metà e realizzata con costole e nervature che consentono la realizzazione del circuito di ventilazione. Quattro scambiatori di calore sono inseriti nella parte inferiore della carcassa o piazzati nelle fondazioni. Le chiusure frontali contribuiscono alla distribuzione dell'aria di raffreddamento.

### **4.2 Nucleo magnetico laminato**

Il nucleo magnetico laminato consiste di un elevato numero di pacchetti di lamierini dallo spessore ridotto, separati da canali radiali di ventilazione. Profilati ad I, saldati ad opportuni lamierini d'estremità, definiscono i canali radiali.

I singoli lamierini sono costituiti da lamierino magnetico a bassa cifra di perdita, non orientato, d'acciaio al silicio. I lamierini sono stampati da rotolo e successivamente sbavati e verniciati su entrambi i lati con vernice speciale a base di resina sintetica e pigmenti inorganici, resistente al calore; con ciò si realizza un'elevata resistenza all'invecchiamento dell'isolamento tra i lamierini.

Il nucleo magnetico, auto-portante, è impaccato fuori della carcassa; i lamierini sono sovrapposti e sfalsati. Barre sull'estradosso del nucleo servono a due scopi, fissano la posizione corretta dei lamierini e costituiscono il collegamento rigido con le flange pressapacco, fissate alle due estremità. Le flange, realizzate in alluminio temprato, costituiscono un efficace schermo alle parti d'estremità del nucleo magnetico per il contenimento delle perdite generate dai campi dispersi in testata.

Dita pressa-pacco inserite tra le flange e i pacchetti d'estremità trasmettono la pressione d'impaccatura al pacco, in particolare nella zona dei denti.

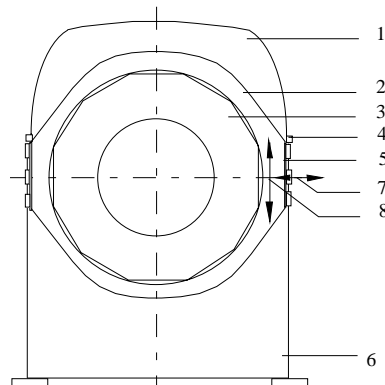


Figura 2

1	Carcassa, parte superiore	5	Sistema di fissaggio degli anelli
2	Anello di supporto del nucleo	6	Carcassa, parte inferiore
3	Nucleo magnetico	7	Vibrazione radiale del nucleo
4	Linea di separazione orizzontale	8	Vibrazione tangenziale del nucleo

Il nucleo magnetico è fissato, con un sistema di ancoraggio elastico, alla carcassa; in questo modo le vibrazioni trasmesse alle fondazioni sono fortemente attenuate; ciò è ottenuto grazie all'impiego di un sistema a due punti di sospensione orizzontale, come mostra la Figura 2.

Questo sistema consente anche di assorbire le dilatazioni differenziali tra la carcassa ed il nucleo magnetico.

### 4.3 Avvolgimento statore

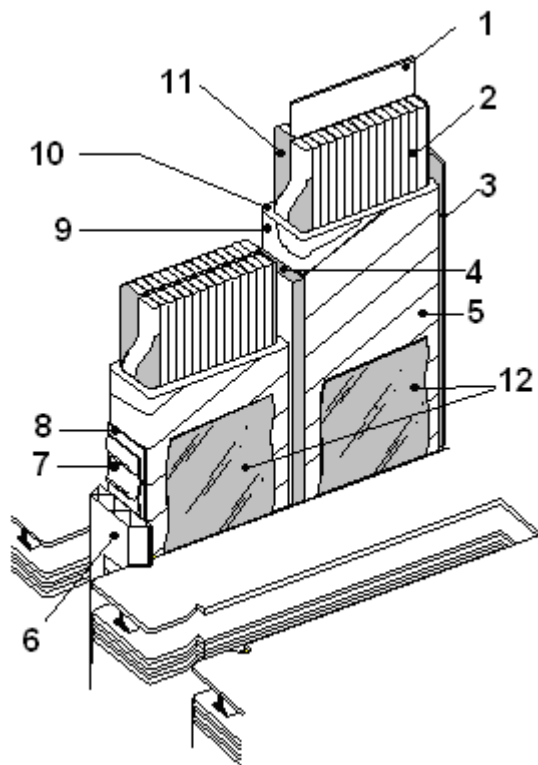
L'avvolgimento statore è di tipo trifase, bipolare, embricato a passo raccorciato. Le barre sono costituite da singoli conduttori elementari in rame, ognuno dei quali è isolato. Questi conduttori elementari sono trasposti secondo la configurazione Roebel al fine di minimizzare le perdite per correnti di circolazione.

L'avvolgimento è costituito da barre Roebel isolate. Per realizzare l'isolamento contro massa si utilizza un nastro in tessuto di vetro con carta di mica. La resina epossidica è utilizzata come legante, il tutto costituirà un isolamento di classe F.

Il trattamento in autoclave sottovuoto si utilizza per rimuovere l'aria presente nelle cavità dell'insieme isolanti – conduttori. Tali cavità saranno poi occupate dalla resina epossidica durante il trattamento termico di polimerizzazione, eseguito anch'esso in autoclave

I trattamenti previsti garantiscono in ogni caso una ben definita forma e dimensione della barra isolata; condizione necessaria per un perfetto montaggio dell'avvolgimento in macchina.

Opportuni nastri e vernici semiconduttive sono applicati per graduare il potenziale in testata. Analogamente per la protezione corona in cava sono impiegati nastri conduttivi. Questa protezione ha lo scopo di assicurare un buon contatto elettrico tra barra e pacco statore evitando l'insorgere di scariche parziali tra essi



- 1 Separatore verticale: tela vetro e resina epossidica
- 2 Conduttori elementari di rame isolati e incollati con resina
- 3 Striscia di fondo cava: laminato conduttivo tela vetro e resina epossidica
- 4 Separatore tra le barre: laminato conduttivo tela vetro e resina epossidica
- 5 Rivestimento per protezione corona in cava
- 6 Bietta: laminato in tela di vetro e resina epossidica
- 7 Molla radiale
- 8 Striscia di protezione: tela di vetro e resina epossidica
- 9 Rivestimento semiconduttivo
- 10 Isolamento contro massa
- 11 Riempimento di trasposizione: mica e resina epossidica
- 12 Spessore ondulato conduttivo

Figura 3

Il sistema d'isolamento così ottenuto soddisfa tutti i requisiti della Classe F e mostra eccellenti proprietà meccaniche ed elettriche di prolungata tenuta in condizioni d'esercizio.

Le barre così isolate sono montate in cava, stipate sia lateralmente sia radialmente e inzeppate. Una bietta chiude la cava bloccando le barre tramite interposizione di una molla radiale; si assicura così la corretta tenuta in cava delle barre prevenendo dannose vibrazioni, sia in normale funzionamento sia durante i cortocircuiti.

Tra la barra di fondo cava e quella di esterno è inserito un separatore che in alcune cave contiene il termorilevatore (RTD).

Le barre sono collegate insieme per mezzo di brasatura delle connessioni serie: queste ultime sono isolate con cappellotti isolanti riempiti di resina epossidica.

Le barre statore, nel tratto che si estende fuori della cava, sono sagomate così da essere disposte idealmente su di una circonferenza in modo da formare tutte insieme una struttura

conica a due strati. Le estremità delle barre, costituenti le testate dell'avvolgimento, sono supportate da mensole trapezoidali collegate alle flange pressapacco. Le testate sono ancorate a questa struttura per mezzo di legature con corde in fibra di vetro che sono poi impregnate con resina poliesteri. I terminali dell'avvolgimento sono costituiti da barre di rame rettangolari, forate per permetterne l'imbullonatura ai collegamenti.

I sei terminali sono disposti nella parte superiore della carcassa nelle configurazioni WY oppure fuoriescono nella parte inferiore della carcassa nelle configurazioni WX.

## 5. Rotore

Le parti principali del rotore sono:

- Il corpo rotore
- L'avvolgimento rotore
- L'avvolgimento smorzatore
- Le cappe di blindaggio
- I ventilatori

### 5.1 Corpo rotore

Il corpo rotore è costituito da un forgiato in unico pezzo d'acciaio legato d'elevate qualità; accurati esami e controlli presso il fornitore e presso ANSALDO consentono di verificare il rispetto dei requisiti meccanici, chimici e magnetici richiesti.

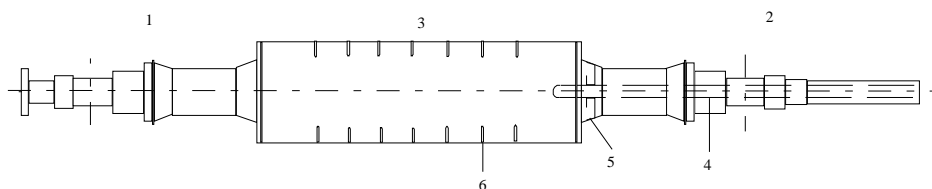


Figura 4

- |   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 1 | Estremità albero lato turbina    | 4 | Foro assiale per le connessioni di eccitazione |
| 2 | Estremità albero lato collettore | 5 | Fori radiali per le connessioni di eccitazione |
| 3 | Corpo rotore, parte centrale     | 6 | Intagli trasversali                            |

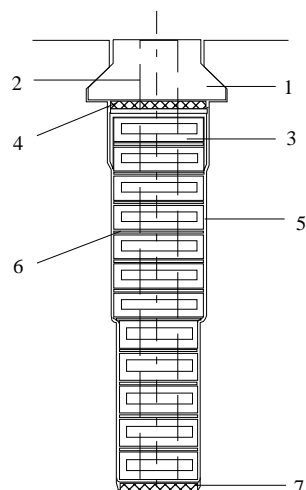
L'accoppiamento con la turbina è realizzato mediante flangia, normalmente integrale con l'albero, dal lato accoppiamento.



Nella zona del corpo centrale sono fresate cave rettangolari per accogliere l'avvolgimento. L'estremità d'albero lato anelli collettori è invece forata assialmente per l'alloggiamento delle connessioni tra gli anelli e l'avvolgimento d'eccitazione. Le connessioni assiali sono costituite da barrotti semicircolari di rame, isolati tra loro e contro massa.

## 5.2 Avvolgimento rotore

L'avvolgimento rotore è a raffreddamento diretto assiale. Esso è costituito da conduttori rettangolari forati di rame all'argento (0.1% d'argento). Il riscaldamento del rame durante il funzionamento fa sì che l'avvolgimento si dilati assialmente simmetricamente dal centro verso le estremità. Il raffreddamento assiale assicura minime differenze di temperatura in senso radiale nella singola bobina; per questa ragione, nessun movimento relativo si origina sia in condizioni di funzionamento normale sia in transitorio. L'intera struttura (rame e isolamenti) è progettata per consentire al riempimento cava di espandersi integralmente e scorrere sotto la chiavetta; questo scorrimento avviene con basso coefficiente d'attrito. Ne risulta un corretto moto espansivo dell'avvolgimento in ogni condizione di carico.



7 Figura 5

1	Chiavetta	5	Isolamento contro massa
2	Fori di uscita aria	6	Isolamento di spira
3	Conduttore forato	7	Isolamento di fondo cava
4	Isolamento di cima cava		

Un canale ad U fatto di carta poliamidica è usata come isolamento contro massa; l'isolamento delle testate è realizzato con lo stesso materiale. In cava l'isolamento tra i conduttori è realizzato con materiali a base di tessuto di vetro e resina epossidica.

Le testate dell'avvolgimento rotore sono trattenute e separate da blocchetti distanziatori in tessuto di vetro e resina epossidica che concorrono a canalizzare l'aria di raffreddamento.

I materiali isolanti usati nel rotore appartengono alla classe F, sono fiamma-ritardanti e auto-estinguenti.

Chiavette in lega rame-nichel ad elevata conducibilità, con incastro a coda di rondine, chiudono le cave rotore; le stesse biette costituiscono parte dell'avvolgimento smorzatore, come descritto nel seguito.

### **5.3 Avvolgimento smorzatore**

L'avvolgimento smorzatore del generatore ha le seguenti funzioni:

- Smorzare le oscillazioni rotore conseguenti un'improvvisa variazione di carico
- Prevenire l'eccessivo riscaldamento della superficie rotore in condizioni di carico asimmetrico sulle tre fasi.

Per ottemperare a queste funzioni, l'avvolgimento smorzatore deve formare una gabbia ad alta conducibilità e ricoprire il più possibile la superficie rotore. Chiavette continue di materiale ad alta conducibilità ed anelli di cortocircuito sotto le cappe di blindaggio costituiscono l'avvolgimento smorzatore. Questa costruzione permette inoltre al generatore di operare, quando previsto, come motore sincrono per avviare una turbina a gas.

### **5.4 Cappe di blindaggio**

Le cappe di blindaggio, realizzate con acciaio austenitico amagnetico Cr-Mn 18-18 d'elevata qualità, trattengono in posizione le testate sottoposte ad elevate forze centrifughe. Le cappe di blindaggio, calettate a caldo sul corpo rotore, sono bloccate assialmente con un sistema d'innesto a baionetta sui denti rotore. Sono fissate alle zone d'estremità del corpo rotore ma non connesse all'albero. Le cappe di blindaggio costituiscono le parti del generatore con le più elevate sollecitazioni meccaniche, pertanto sono sottoposte a severi controlli per accertare le caratteristiche del materiale e l'integrità del componente.

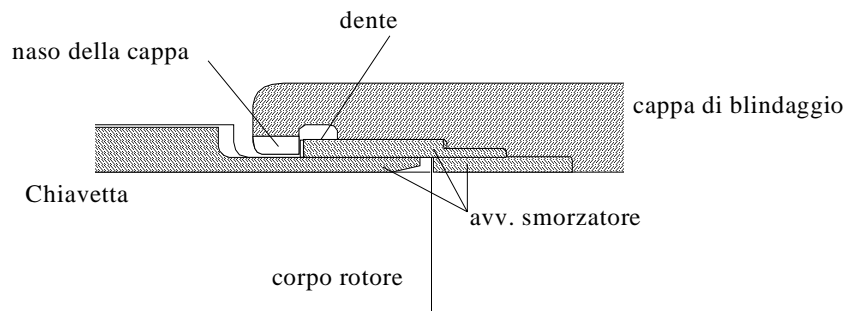


Figura 6

Al fine di minimizzare le perdite addizionali nelle testate dell'avvolgimento rotore. Il materiale utilizzato è acciaio amagnetico d'alta qualità, resistente ai fenomeni relativi alla tenso-corrosione.

## 5.5 Ventilatori assiali

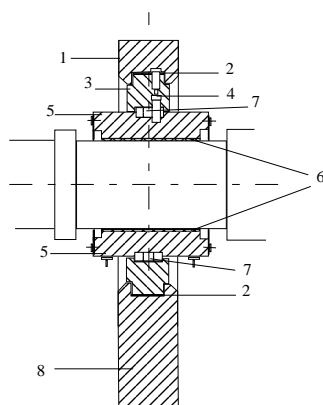
Su ciascun'estremità del rotore è calettato un ventilatore assiale. Le cui palette, ricavate da un forgiato in lega di alluminio, sono fissate meccanicamente all'anello del ventilatore con angolo modificabile sulla base delle esigenze di ventilazione.

## 6. Cuscinetti

I supporti sono costituiti da strutture saldate. I cuscinetti sono del tipo a tasca, realizzati in due metà. La rotazione del rotore genera automaticamente un meato d'olio che, grazie alle forze idrodinamiche, sostiene l'albero ed evita l'usura del metallo del cuscinetto. La guida assiale per l'intera linea d'asse è presente nel cuscinetto reggi spinta di turbina. Gli anelli dei cuscinetti sono d'acciaio, rivestiti internamente di metallo antifrizione (Figura 7).

Quattro blocchetti adattatori, lungo la circonferenza, centrano l'anello cuscinetto sull'anello di supporto; l'anello è tenuto in posto dalla parte superiore del supporto.

Allo scopo di evitare perdite d'olio in macchina il supporto è separato dalla parte frontale della carcassa per mezzo di tenute a labirinto. Ogni supporto è previsto per l'alimentazione dell'olio di lubrificazione e dell'olio in pressione per il sollevamento del rotore durante le fasi d'avviamento e di fermata oppure durante le fasi in cui il rotore è tenuto in lenta rotazione dal viradore presente sull'albero turbina. Il sistema di lubrificazione è comune con la turbina.



- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1 | Parte superiore del supporto |
| 2 | Isolamento del supporto      |
| 3 | Anello reggi - cuscinetto    |
| 4 | Spinotti                     |
| 5 | Cuscinetto                   |
| 6 | Metallo antifrizione         |
| 7 | Piastra d'adattamento        |
| 8 | Parte inferiore del supporto |

Figura 7

## 6.1 Isolamento cuscinetti

Per prevenire la circolazione di correnti d'albero attraverso i cuscinetti, entrambi i cuscinetti sono isolati ed in particolare il cuscinetto lato opposto accoppiamento ha un isolamento di tipo doppio; il doppio isolamento consiste, oltre all'inserimento dello strato isolante tra il cavalletto e l'anello cuscinetto, nel realizzare le piastre d'adattamento in materiale isolante (Figura 8).

Oltre a questo, le alimentazioni dell'olio di lubrificazione e dell'eventuale olio per il sollevamento rotore sono anch'esse isolate. Il doppio isolamento del cuscinetto consente di poter verificare lo stato dell'isolamento durante il funzionamento, a questo scopo il supporto è previsto di un punto di misura dell'isolamento.

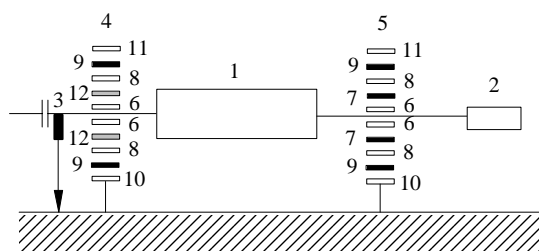


Figura 8

- |   |  |    |                                    |
|---|--|----|------------------------------------|
| 1 | Rotore del generatore                        | 7  | Piastre di adattamento (isolanti)  |
| 2 | Anelli collettori                            | 8  | Anello cuscinetto in due metà      |
| 3 | Messa a terra dell'albero                    | 9  | Spessori di isolamento             |
| 4 | Supporto lato turbina(isolamento semplice)   | 10 | Supporto cuscinetto                |
| 5 | Supporto lato opposto turbina (isol. doppio) | 11 | Cappello del supporto              |
| 6 | Bussola cuscinetto in due metà               | 12 | Piastre adattamento (non isolanti) |

## 7 Messa a terra del rotore

Trecce di rame in contatto con l'albero, sistemate dal lato turbina, realizzano la messa a terra dell'albero stesso.

## 8. Ventilazione

Il generatore è autoventilato con aria per mezzo di due ventilatori assiali. La ventilazione è completamente simmetrica rispetto all'asse di mezzeria della macchina grazie ai due flussi d'aria ciascuno mosso da un ventilatore posto all'estremità del corpo rotore, vedi Figura 9.

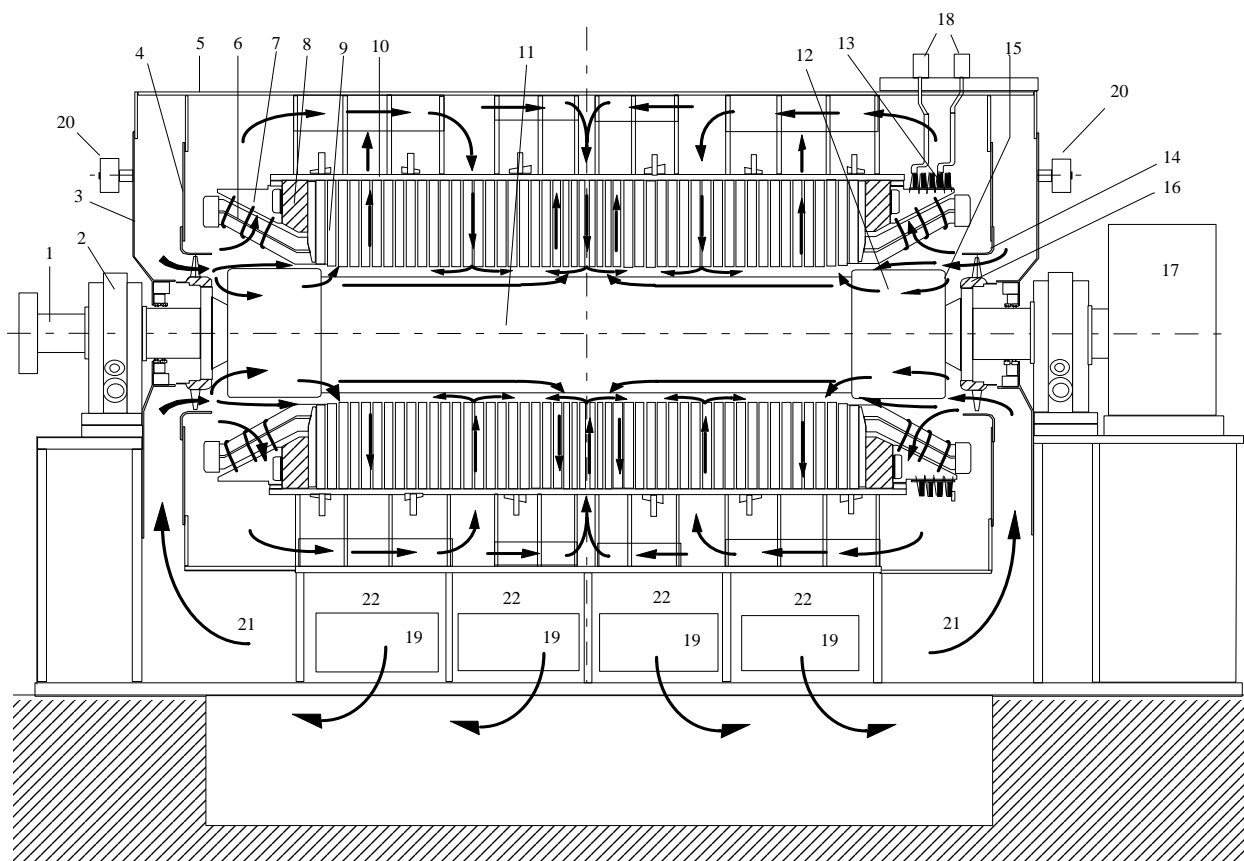


Figura 9

1	Estremità albero lato accoppiamento	12	Cappa di blindaggio
2	Supporto a cavalletto	13	Connessioni avv. statore
3	Chiusura frontale esterna	14	Guida aria
4	Chiusura frontale interna	15	Anello di centraggio
5	Carcassa statore	16	Ventilatore con pale orientabili
6	Testate avvolgimento statore	17	Camera anelli
7	Mensola di supporto delle testate statore	18	Terminali di linea e neutro
8	Flangia pressapacco (alluminio)	19	Refrigeranti
9	Nucleo laminato con canali di ventilazione	20	Filtro aria di reintegro
10	Barre chiavette	21	Aria fredda uscita dai refrigeranti
11	Rotore	22	Aria calda ingresso refrigeranti

## 8.1 Percorsi aria nello statore

Lo statore è suddiviso in modo da realizzare quattro camere per ciascuna metà di macchina. Una porzione d'aria di raffreddamento è indirizzata direttamente al traferro dove si unisce all'aria proveniente dalle testate dell'avvolgimento rotore.

L'aria miscelata abbandona il traferro attraverso canali radiali nel nucleo laminato ed entra nella prima camera della carcassa. Fluisce, quindi, ai refrigeranti per essere rimessa poi in circolazione dai ventilatori che aspirano dalla piccola fossa presente nelle fondazioni.

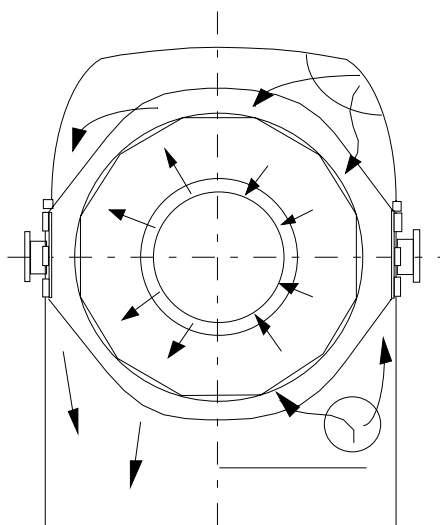


Figura 10

Sinistra: dal traferro alle camere di scarico 1 e 3  
 Destra: dalle camere di alimentazione 2 e 4 al traferro

L'altra parte d'aria fluisce verso l'estradosso del pacco attraversando le testate dell'avvolgimento statore e, passando attraverso condotti assiali, entra nella seconda camera della carcassa. Da qui, scorre in direzione centripeta verso il traferro attraverso i canali radiali nel pacco, percorre il traferro e si divide in due. Una parte passa attraverso passaggi radiali e entra nella camera 1; l'altra fluisce verso il centro macchina ove mischia con l'aria uscente dal rotore.

Parte dell'aria proveniente dalla seconda camera è quindi diretta, per mezzo di condotti assiali nella carcassa, alla quarta camera e da questa, attraverso i canali radiali, raggiunge il traferro dove si unisce con l'aria uscente dal rotore nella parte centrale della macchina. L'aria uscente dalle camere 2 e 4 miscelata con l'aria uscente dal rotore viene scaricata mediante i canali radiali nel pacco nella camera 3 e da questa l'aria calda fluisce ai refrigeranti e successivamente ai ventilatori attraverso la fossa presente nelle fondazioni.

## 8.2 Percorsi dell'aria nei conduttori rotorici

Il rotore si autoventila con la portata d'aria generata dalla stessa rotazione grazie alla prevalenza dovuta al diverso posizionamento radiale tra le zone di ingresso e quelle di uscita dell'aria.

L'aria entra all'interno dei conduttori tubolari all'estremità delle bobine in corrispondenza dei tratti diritti delle testate. All'ingresso nel singolo conduttore, l'aria si divide in due parti, una parte fluisce all'interno del conduttore nella direzione assiale verso il centro macchina dove è scaricata al traferro mediante fori radiali ricavati nella chiave e negli strati isolanti in cava, l'altra parte fluisce lungo il tratto diritto e lungo l'arco frontale della testata fino al centro del polo dove è scaricata attraverso cave parziali di ventilazione ricavate nel corpo del polo.

## 8.3 Filtri aria di reintegro

Un circuito chiuso autoventilato in aria non è mai completamente privo di fughe d'aria, in particolare dalle zone pressurizzate dai ventilatori. Nelle zone in depressione, in corrispondenza dell'aspirazione dei ventilatori, l'aria può invece infiltrarsi all'interno della macchina. Tuttavia questo reintegro non è opportuno che avvenga attraverso fessure o tenute (es. tenute d'albero). Il reintegro è controllato, mediante aperture appositamente previste a questo scopo. Queste aperture sono previste nelle zone dove la pressione statica ha il suo minimo, immediatamente a monte dei ventilatori, sulle coperture frontali (Figura 11).

Onde di evitare contaminazioni queste aperture sono provviste di filtri aria il cui mezzo filtrante è normalmente costituito da fibre a ritenzione di polvere. Il filtro, a semplice stadio, consente di far entrare aria pulita in macchina se nell'ambiente circostante è relativamente pulito e soprattutto non contiene elementi di contaminazione chimica o particelle conduttive.

I filtri (uno per estremità) devono essere puliti o sostituiti durante gli interventi previsti di manutenzione periodica.

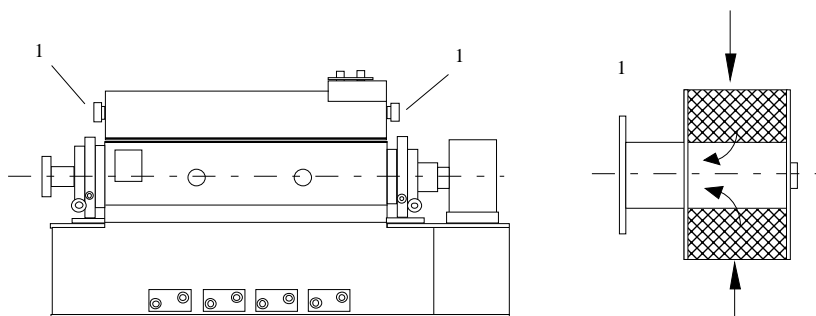


Figura 11

1 Filtro installato sulla superficie esterna della copertura

## 8.4 Refrigeranti

I refrigeranti, del tipo a superficie, sono usati per raffreddare l'aria (fluido primario) riscaldatasi nel generatore, con acqua come fluido secondario di raffreddamento.

I refrigeranti consistono di quattro elementi collegati in parallelo sul lato acqua e disposti secondo Figura 1a per WY e 1b per WX.

Ciascun elemento consiste in un fascio rettilineo con elevato numero di tubi; allo scopo di aumentarne la capacità di scambio, i tubi sono alettati sulla superficie esterna.

L'acqua di raffreddamento fluisce all'interno dei tubi mentre l'aria lambisce la superficie esterna del fascio tubiero alettato. Ciascun'estremità dei tubi è saldata su piastre tubiere, alle quali sono fissate le casse d'acqua. Le casse d'acqua sono suddivise in modo da consentire il flusso d'acqua in due direzioni nel fascio tubiero dei refrigeranti. Questo consente di realizzare uno schema di raffreddamento in contro-flusso ottimizzando il dimensionamento del refrigerante stesso.

Il refrigerante è sottoposto a prova idraulica presso il costruttore.

I materiali dei tubi, dell'alettatura, delle piastre tubiere e delle casse acqua sono scelti sulla base del tipo di acqua impiegata per il raffreddamento.

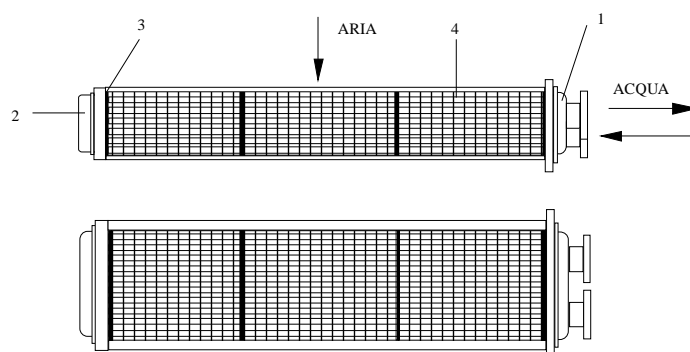


Figura 12

1	Cassa acqua, ingresso e uscita	3	Piastra tubiere
2	Cassa acqua di raccordo	4	Tubo alettato



## 9. Anelli collettori e porta-spazzole

Gli anelli collettori e i porta-spazzole trasferiscono la corrente di eccitazione dal sistema di eccitazione statico all'avvolgimento di eccitazione, rotante.

Gli anelli collettori sono forati e sono montati sull'albero all'estremità lato opposto accoppiamento; sull'albero è prima sistemato uno strato isolante e poi sono calettati gli anelli collettori.

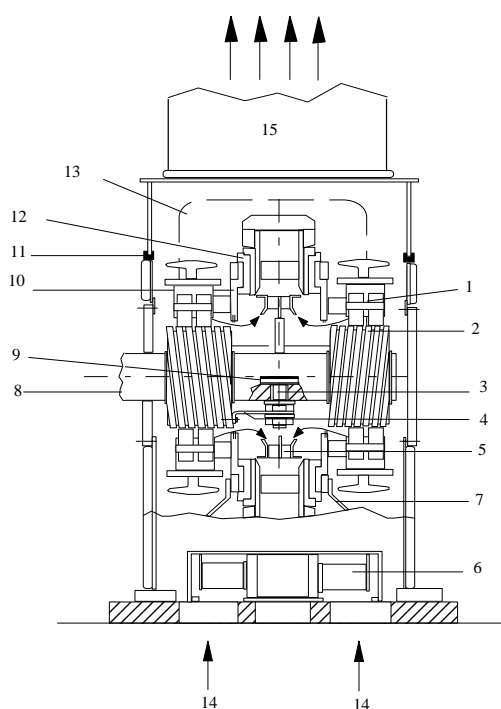


Figura 13

1	Spazzole e porta-spazzole	9	Connessioni assiali
2	Anello collettore	10	Arco porta-spazzole
3	Connessione radiale	11	Tenuta di gomma
4	Connessione all'anello	12	Arco porta-spazzole isolato
5	Ventilatore	13	Finestra di ispezione
6	Supporto isolato per i terminali	14	Ingresso aria
7	Terminali di alimentazione	15	Uscita aria
8	Estensione albero generatore		

I porta-spazzole, insieme alla camera anelli, sono montati su un telaio; le spazzole e gli anelli possono essere controllati dall'esterno grazie alle finestre presenti nell'involucro.

Le spazzole sono di grafite naturale auto-lubrificanti, senza agenti leganti, esse sono collocate in cassette con molle a spirale che mantengono la pressione necessaria nell'intera zona di contatto con gli anelli. Le spazzole possono essere sostituite con la macchina in funzionamento, grazie a porta-spazzole montati su un apposito telaio.

Le connessioni agli archi porta-spazzole sono realizzate in modo tale da poterne invertire periodicamente la polarità in modo da rendere più uniforme il consumo delle spazzole sugli anelli. La ventilazione della camera anelli è assicurata da un ventilatore radiale, fissato sull'albero tra i due anelli collettori; la ventilazione è in circuito aperto con aria aspirata dall'ambiente esterno, tramite filtro, e scaricata all'esterno nella parte superiore. Il filtro è tale da assicurare un'aria entrante relativamente pulita, priva di contenuti rilevanti di polveri o agenti inquinanti.

Il filtro deve essere sostituito ogni qualvolta il pressostato differenziale indica intasamento ed in ogni caso durante le normali operazioni di manutenzione.

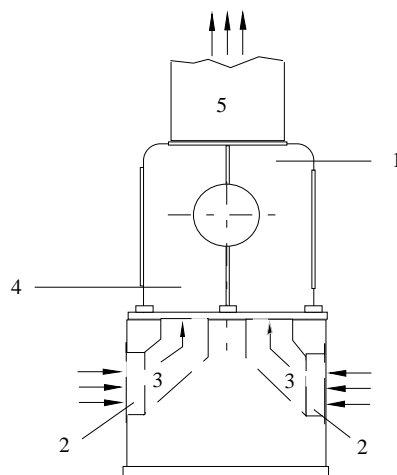


Figura 14

- |   |                         |   |                           |
|---|-------------------------|---|---------------------------|
| 1 | Camera anelli           | 4 | Pressostato differenziale |
| 2 | Filtra aria in ingresso | 5 | Uscita aria               |
| 3 | Ingresso aria           |   |                           |

## 10. Strumentazione

La strumentazione è inserita direttamente nel generatore ed utilizzata principalmente per monitorare le temperature ed il corretto funzionamento.

- *Strumentazione comune al generatore tipo WY e WX:*

- 9 RTD doppi PT100 nell'avvolgimento statore tra le barre nelle cave
- 4 RTD doppi PT100 nel nucleo statore
- 2 RTD doppi PT100 nel metallo bianco dei cuscinetti (uno per ciascun cuscinetto)
- 2 Indicatori visivi di circolazione olio (uno per cuscinetto)
- 2 Termometri a quadrante, con contatto, sull'olio in uscita dai cuscinetti (uno per cuscinetto)
- 2 Indicatori di pressione, a quadrante, all'ingresso olio (uno per cuscinetto)
- 1 RTD doppio PT100 sull'aria in uscita dalla camera anelli
- 1 Punto per la misura della resistenza di isolamento supporto lato opposto accoppiamento.

Predisposizione per il monitoraggio delle vibrazioni.

Inoltre, in funzione della morfologia di montaggio è prevista anche la seguente strumentazione:

- *Generatore tipo WY:*

- 4 RTD doppi PT100 per l'aria fredda in uscita dai refrigeranti (uno per refrigerante)
- 4 RTD doppi PT100 per l'aria calda in ingresso ai refrigeranti (uno per refrigerante)
- 4 Rilevatori di presenza liquidi
- 2 Pressostati differenziali sul filtro della camera anelli

- *Generatore tipo WX:*

- 2 RTD doppi PT100 per l'aria fredda in uscita dai refrigeranti
- 2 RTD doppi PT100 per l'aria calda in ingresso ai refrigeranti
- 1 Rilevatore di presenza liquidi
- 1 Pressostato differenziale sul filtro della camera anelli

## 11. Copertura insonorizzante

Il generatore può essere fornito con una copertura insonorizzante; essa consiste in una capottatura che si estende lungo tutto il generatore coprendo anche le zone dei supporti e della camera anelli; le zone dei supporti e della camera anelli sono rese accessibili per operazioni di manutenzione, mediante opportune porte d'accesso.

Impianto d'illuminazione, rilevatori antincendio ed erogatori sono forniti per rendere possibile la connessione all'impianto antincendio centralizzato.

Uno o più ventilatori forniscono un'adeguata circolazione dell'aria in modo che sia possibile accedere all'interno della copertura per operazioni di manutenzione.

*Tipica configurazione per un generatore tipo WY*

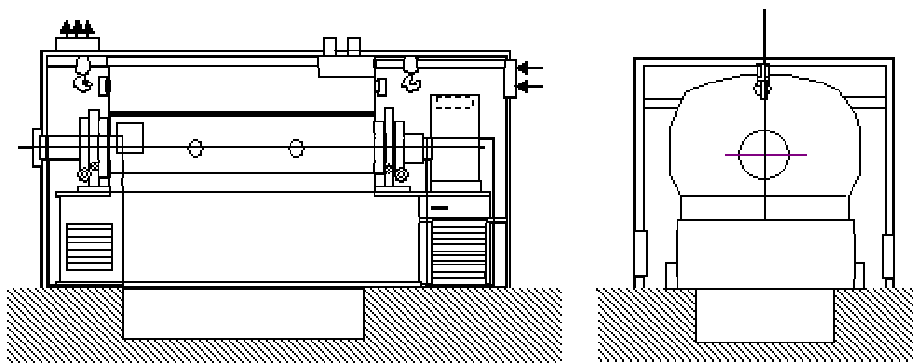


Figura 15

La copertura è costituita da una struttura d'acciaio; il materiale fonoassorbente è fissato alle pareti dall'interno con lamierino traforato. Il materiale fonoassorbente consiste in lana minerale non combustibile. Le aperture frontali possono essere rimosse per consentire lo smontaggio e il montaggio del rotore. Porte permettono l'accesso per tutte le operazioni d'ispezione e manutenzione sul rotore; sono fornite aperture laterali per lo sfilamento dei refrigeranti. All'interno della capottatura sono forniti, inoltre, gli strumenti necessari per la manutenzione dei cuscinetti. La copertura è trasportata separatamente e montata in sito.

*Tipica configurazione per un generatore tipo WX*

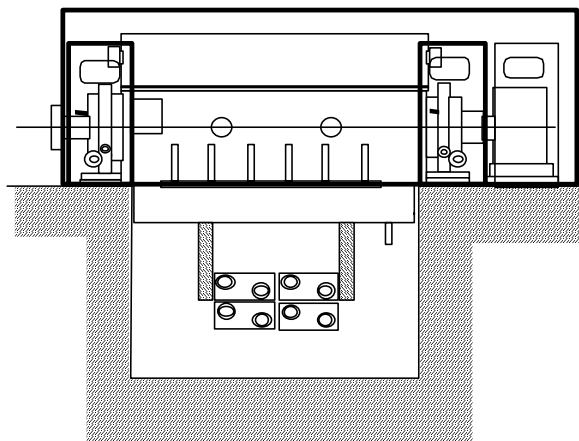


Figura 16

## 12. Attrezzature speciali

E' fornito un set d'attrezzature speciali, necessarie sia per l'assemblaggio iniziale in sito che per le successive ispezioni e manutenzioni; in particolare un attrezzo speciale per l'inserimento e la rimozione del rotore