

申請日期	87. 8. 27
案 號	87114139
類 別	F02C 9/00

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 新 型 名 稱	中 文	用以調整渦輪組之動力之方法，實行該方法之裝置以及該方法之使用
	英 文	METHOD FOR REGULATING THE POWER OF A TURBO SET, DEVICE FOR CARRYING OUT THE METHOD AND USE OF THE METHOD
二、發明 創 作 人	姓 名	1. 史帝文 海普納 2. 漢斯-卡斯帕 史齊爾
	國 籍	1. 德國 2. 瑞士
三、申請人	住、居所	1. 瑞士亞勞瑟市瓦根雷路483號 2. 瑞士伍倫洛斯市福洛拉街59號
	代 表 人 姓 名	海莫特 凱瑟 恩斯特 克倫

裝

訂

線

402662

(由本局填寫)

承辦人代碼：

大類：

I P C分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期：

案號：

，☐有 ☐無主張優先權

歐洲

1997年9月22日 97810694.6 ☐有 ☒無主張優先權

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

五、發明說明(1)

發明背景發明領域

本發明係關於發電站技術，及關於轉變熱功率成電功率之渦輪組之動力調節方法，渦輪組包括在一共同軸上之由熱功率驅動之一渦輪機，及由渦輪機驅動並輸出電功率至一網路之一發電機。此一方法中，測定發電機輸出之電功率，及成所量計之電功率之一函數而調節渦輪機之熱功率。

此外，本發明係關於實施此一方法之裝置。裝置包括調節渦輪機之熱功率之一功率調節器，及比較渦輪組之輸出功率與預定功率值並傳送一差值作為至功率調節器之控制信號之第一裝置。

最後，本發明係關於方法之各種使用。

背景之討論

調節燃氣渦輪機輸出功率之傳統方法為量計在相連發電機輸出端輸出之電輸出功率，比較量計值與一預定功率值(所需值)PC，及傳送所產生之差值信號 $\Delta P = P_G - P_C$ 作為至一功率調節器之控制信號而調節燃氣渦輪機之熱功率。

此種已知功率調節之例示性線路圖示於圖1中。包括燃氣渦輪機15及發電機16之渦輪組10之功率經調節。燃氣渦輪機15包括實際渦輪機11，燃燒室12，壓縮機13，及燃燒空氣已可控制入口14。入口一般係由可調整入口導引葉片(Variable Inlet Guiding Vanes VIGVs)構成。渦輪機11與發電機16位於共同軸17上，軸之旋轉頻率f

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(2)

用旋轉頻率解碼器 25 量計。發電器 16 送出所發電功率 PG 至通常為三相網路之網路 18。發電機 16 之電動率 PG 在減法器中與預定功率值 PC 相較，差值 ΔP 送至功率調節器 20，調節器再經可控制入口 14 控制送至壓縮 13 之燃燒空氣量及送至燃燒室 12 之燃料質量流量 dm_{fc}/dt 。

預定功率值(所需值)PC 自一參考功率值 PC^* 與一修正值 ΔPC_t 之和獲得。修正值 ΔPC_t 本身自特點解碼機 23 衍生。如果量計之旋轉頻率 f 偏離旋轉頻率之所需值 f_c 時，解碼機根據減法器 24 中差值 Δf 及預定特性 $\Delta PC = K(\Delta f)$ 輸出一適宜修正值。另設有速率限定器 21，以限定調節信號之改變速率。

經發現圖 1 所示調節線路在發生軸之高(正或負)加速度時，可導致燃氣渦輪機之可能危險行為。此一情況下，渦輪組 10 之量計之(電)輸出功率 PG 不再為燃氣渦輪機 15 發生之熱功率 PT 之量計值，該熱功率係由燃燒空氣與燃料之質量流量確定，但另含有可覺察量之動力。產生之量計輸出功率與發生之熱功率間之不等性可導致功率調節作用在燃燒空氣之質量流量中開始變化(本身不正確)，此一情況可危及燃氣渦輪機本身及/或所連接之網路之不穩定性。

進而言之，如果發電機之開關開斷，在發電機量計之電功率 PG 即降為零，因無功率流之網路。此一情況下，結果為量計輸出功率與所發生熱功率間之不等性，及功率調節接收燃氣渦輪機之熱狀態之假資訊，因而導致功率調節

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(3)

器之不利行為。

當建立燃氣渦輪機之轉子之下列方程式時，上述問題基本原因即變為明顯：

$$(1) \quad PG = PT - P_{kin},$$

PT 指示燃氣渦輪機之有效熱輸出功率，及

$$(2) \quad P_{kin} = 4p2qf(df/dt)$$

係軸之動力，具有軸之慣性矩 Q ，軸之旋轉顯率 f 及軸之旋轉顯率變化(加速度) df/dt 。自方程式(1)及(2)顯然可明瞭，電輸出功率 PG 之量計值並非燃氣渦輪機之熱功率之直接量計值，而係軸之總功率之量計值，包含軸動及加速度時分別送出及消耗之動力。

此一情況產生下列不利之功率調節行為模式：

1. 輸出動力中放熱

此一情況下，轉子(軸)被突然制動。一般言之，此一情況係在燃氣輪機與進行顯率突然降低之網路同步化時發生。由於此項降低，轉子輸出大量動力，導致量計之輸出功率 PG 突然升高，若所需值 PC 不明顯改變，功率調節作用即減低熱功率 PT ，以保持量計之輸出功率 PG 儘可能接近所需值 PC 。然而，此舉恰為調節系統之錯誤反應，因網路之顯率降低為增加功率需求之徵象。反之，具有充分功率貯存量之燃氣渦輪機應增加而非降低熱功率。此外，由於輸出動力，燃氣渦輪機之放熱可導致火焰熄滅而進一步加重網路已存在之功率缺乏。因此，此一行為嚴重危及網路穩定性。

五、發明說明(4)

2. 負載降低中之光熱

此處所考慮者為燃氣渦輪機與穩定網路以不變速度及比功率(例如 160 MW 熱功率)同步運轉之情況。因軸速度不變($df/dt=0$; $P_{kin}=0$)，根據方程式(1)，總量計電功率 P_G 與熱功率 P_T 相同。當發電機開關開斷時，量計電輸出功率 P_G 即降至零。功率調節器因此收到代表 OM_n 輸出功率之信號，即使熱功率實際不變(此例中 160 MW)時亦如此。功率調整器因而被虛假感應而增加熱功率達所需功率值要求之量。理論上，結果熱功率至所需功率值 P_C 之兩倍。一旦發電機之開關開斷，轉子即被熱功率 P_T 加速度。信號 P_G 之降為及所產生之燃氣渦輪機之增加之熱功率將進一步增加軸之加速度，以致軸可能到達速度限制範圍。

發明概要

因此，本發明之目的為提供渦輪組功率之新穎調節方法。方法避免前文說明之缺點，及以順利避免渦輪組所導致之網路不穩定性及渦輪組超載之方式調節熱功率。

上述方法中，藉測定軸消耗或輸出之動力及根據電功率與動力之和調節熱功率而達成目的。功率調節作用之不利錯誤行為，尤其在負載減退及網路不穩定情況，能藉包含軸動力於調節作用中而可靠避免。

根據本發明之方法之第一種較佳具體實施例，為測定動力，量計軸之旋轉頻率，及根據公式 $P_{kin}=4\pi^2\theta f(df/dt)$ (θ =軸之慣性矩)，自量計之旋轉顯率及其時間上變化計算軸之動力。因此，可依簡單方式：藉軸上單獨一旋轉頻率

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

泉

五、發明說明(5)

解碼器而隨時可靠及準確測定軸之動力。

原理上，電動率能在發電機之終端量計。根據本發明之第二種例示性較佳具體實施例，提供與發電機無關連之另一種量計方法。該測定發電機輸出之電功率時，量計軸之旋轉頻率及加於軸之扭矩，並自此等變數計算電功率。

軸之慣性矩 θ 包含於軸動力之測定中。原理上，慣性矩可計算或以實驗方式測定。根據本發明之另一較佳具體實施例，獲得特別簡單之測定方法。為確定對調節作用具有臨界性之軸之慣性矩 θ ，在渦輪組之穩定狀態模式下，電功率在隔絕發電機與網路之一瞬間定於零，並量計在此瞬間發生之軸之旋轉頻率及角加速度，及軸之慣性矩值 g 選擇成根據公式 $P_{kin}=4\pi^2\theta f(df/dt)$ 計算之動功率 P_{kin} 等於在隔離瞬間所量計之電功率 P_G 。

實施此方法之根據本發明之裝置包括調節渦輪機熱功率之一功率調節器，及比較渦輪組之輸出功率與預定功率值並傳送一差值作為至功率調節器之控制信號之第一裝置，量計軸旋轉頻率之第二裝置，自量計之旋轉頻率及根據方程式 $P_{kin}=4\pi^2\theta f(df/dt)$ (θ =軸之慣性矩)之旋轉頻率之時間變化(df/dt)而決定軸之動力之第三裝置，及將發電機輸出之電功率與第三裝置決定之動力加在一起並作為渦輪組之輸出功率傳送至第一裝置之第四裝置。

根據本發明之裝置之一較佳具體實施例為第三裝置包括一差示元件，一乘法器及具有可調整增益之一放大器。

根據本發明，方法用於包括一蒸汽渦輪機或一燃氣渦輪

(請先閱讀背面之注意事項，再填寫本頁)

裝

訂

及

五、發明說明(6)

機之渦輪組，或包括一燃氣渦輪機與連接燃氣渦輪機下游之一蒸汽渦輪機之組合循環發電站。

本發明之其他具體實施例可自所附"申請專利範圍"領悟

圖式之間單說明

參照附圖閱讀下文之詳細說明，將順利完全明瞭本發明及其具有之優點。

圖 1 為根據以往技藝之燃氣渦輪機之功率調節之概略線路圖；以及

圖 2 為根據本發明之包含軸動力之與圖 1 相似之線路圖。

圖式主要元件對照

- 10 渦輪組
- 11 渦輪機
- 12 燃燒室
- 13 壓縮機
- 14 可控制入口(可變入口導引葉片，VIGV)
- 15 燃氣渦輪機
- 16 發電機
- 17 軸
- 18 網路(三相網路)
- 19,24 減法器
- 20 功率調節器
- 21 速率限制器
- 23,30 加法器

五、發明說明(7)

23 特性解碼器

25, 25 旋轉頻率解碼器

26 修正電路

27 差示元件

28 乘法器

29 放大器

較佳具體實施例之說明

參閱圖式，相同參考編號指示各圖中之相同或相對應部份。依與圖 1 相似之線路圖，圖 2 顯示然氣渦輪機 15 之功率調節，根據本發明之方法之一較佳例示性具體實施例係以渦輪機 15 為依據。燃氣渦輪機 15 及其各部份 11, ..., 14，軸 17 連接於網路 8 之發電機 16，及元件 19, ..., 25 構成之控制迴路與圖 1 相同，及因此用相同參考編號指示。與圖 1 相較下，不同處為發電機 16 之量計之電動率 PG 不在減去器 19 中與預定所需功率值 PC 直接比較，及動力 Pkin 係先在加法器 30 中先與電動率 PG 相加。

動功率 Pkin 在修正電路 26 中根據方程式(2)自在軸 17 量計之旋動頻率 f 計算。為達成此目的，量計之旋轉頻率 f 傳送至具有二輸入之乘法器 28 之一輸入。旋轉頻率 f 之時間變化 df/dt 傳送至乘法器 28 之另一輸入，此次變化係藉微分元件 27 之差示作用自量計之旋轉頻率 f 衍生。乘法器 28 中計算之變數 f 與 df/dt 之積然後在具有增益 $4\pi^2\theta$ 之放大器 29 中放大。變數 Pkin 即出現在放大器 29 之輸出，同時構成修正電路 26 之輸出，及傳送至加法器 30。例示性

(請先閱讀背面之注意事項，再填寫本頁)

裝

訂

人

五、發明說明(8)

具體實施例之修正電路 26 構成一類比計算電路，自量計之旋轉頻率 f 計算所需動功率 P_{kin} 。然而，如果輸入變數經相應先數位化，此項計算當然亦可藉微處理機或類比裝置數位式進行。圖 2 中，為簡單起見，旋轉頻率 f 用一分立旋轉頻率解碼器 25 量計，當然，此分立旋轉頻率解碼器 25 可予省略及來自旋轉頻率解碼器 25 可用於計算動力。

如前文所述，加法器 30 中形成之電功率 P_G 與動功率 P_{kin} 之和在減法器 19 中與預定功率值 P_C 比較，差值 ΔP 為正時，熱功率 P_T 減低，或差值 ΔP 為負時增加。當包括燃燒空氣之可控制入口 14、壓縮燃燒空氣之壓縮機 13、供應有燃燒空氣之燃燒燃料之燃燒室 12 及渦輪機 11 之燃氣渦輪機 15 被調節時，通過可控制入口 14 自納入之燃燒空氣質量流量及燃料質量流量 dm_{fc}/dt 被調節而調節熱功率 P_T 。

根據圖 2 之配置中，功率調節作用之電功率 P_G 係直接在發電機 16 之輸出端拾取。如果省略在發電機 16 之此次量計時，為測定發電機 16 輸出之電功率 P_G ，可量計軸 17 之旋轉頻率 f 及加於軸 17 之扭矩，及自此等變數計算電功率 P_G 。結果，舉例言之，可避免發電機側之絕緣問題。

計算動力時，必須知道軸 17 之慣性矩 θ ，故舉例言之，放大器 29 之增益可相應設定。此方面，便捷方式為實驗性決定 θ 。為達成此目的，在渦輪組 10 之穩定狀態複式下電功率 P_G 在隔離發電機 16 與網路 18 之一瞬間定於零。量

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

402662

五、發明說明(9)

計在此瞬間發生之軸 17 之旋轉頻率 f 及角加速度 df/dt ，及例如輸入修正電路 26。選定軸 17 之慣性矩值及放大器 29 之增益，此一方式下，根據公式 $P_{kin}=4\pi^2\theta f(df/dt)$ 或放大器 29 之輸出信號計算之動功率 P_{kin} 等於在此瞬間量計之電動率 P_G ，且該電功率等於在此瞬間之熱功率 P_T (由於在此瞬間之穩定狀態)。

此種測定方式之背景為如果電功率 P_G 在靜止狀態(動功率 $P_{kin}=0$)減退，總熱功率即轉變成動力而導致軸之加速度($df/dt>0$)。能自開始加速度測定之軸 17 之動力因此可直接視為與隔離瞬間之熱功率或電功率相等，亦即 $P_T=P_G=P_{kin}=4\pi^2\theta f(df/dt)$ 。因 P_T 及 P_G 以及 f 及 df/dt 均為已知，故能確定慣性矩 θ 。

所說明之調節方法能用於單獨渦輪組之情況或組合之多個渦輪組之情況。同時，如所說明之例，渦輪機可為燃氣渦輪機。然而，亦可為蒸汽渦輪機。具體言之，根據本發明之方法能用於包括至少一燃氣渦輪機及連接於燃氣渦輪機下游之至少一蒸汽渦輪機之組合式循環發電站。

顯然，目前文之說明，可進行本發明之甚多修改及變化。因此，應明瞭，在所附"申請專利範圍"內，本發明可用往具體說明以外之方式實施。

四、中文發明摘要 (發明之名稱：用以調整渦輪組之動力之方法，實行該方法之裝置以及該方法之使用)

用以調節轉換熱功率成電功率之渦輪組(10)動力之方法。渦輪組(10)包括在一共同軸(17)上之由熱功率驅動之一渦輪機(11)及由渦輪機(11)驅動並輸出電功率(P_G)至一網路(18)之一發電機(16)，決定發電機(16)輸出之電功率(P_G)，及為一所量計之電功率(P_G)之函數渦輪機(11)之熱功率(P_T)係被調節。網路之不穩定及渦輪組(10)之過載係藉由額外決定軸(17)所耗用式輸出之動功率(Kinetic power) (P_{kin})，並藉由根據電功率(P_G)與動力率(P_{kin})之和來調整熱功率(P_T)而避免。

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD FOR REGULATING THE POWER OF A TURBO SET, DEVICE FOR CARRYING OUT THE METHOD AND USE OF THE METHOD)

In a method for regulating the power of a turbo set (10) converting thermal power into electric power, said turbo set (10) comprising, on a common shaft (17), a turbine (11) driven by the thermal power and a generator (16) driven by the turbine (11) and delivering electric power (P_G) to a network (18), the electric power (P_G) delivered by the generator (16) is determined and the thermal power (P_T) for the turbine (11) is regulated as a function of the measured electric power (P_G). Destabilization of the network and overloading of the turbo set (10) are avoided by additionally determining the kinetic power (P_{kin}) consumed or delivered by the shaft (17) and by regulating the thermal power (P_T) in accordance with the sum of the electric power (P_G) and kinetic power (P_{kin}).

六、申請專利範圍

1. 一種用以調節一轉變熱功率成電功率之渦輪組(10)動力之方法，渦輪組(10)包括一在一共同軸(17)上由熱功率驅動之渦輪機(11)，以及一由渦輪機(11)驅動並輸出電功率(P_G)至一網路(18)的發電機(16)，於該方法中，由發電機(16)輸出之電功率(P_G)係被決定，且渦輪機(11)之熱功率(P_T)係被調節一所量測之電功率(P_G)之函數，其中，此外，該軸(17)耗用或輸出之動功率(P_{kin})係被決定，且其中熱功率(P_T)係根據電功率(P_G)與動功率(P_{kin})之和予以調節。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中電功率(P_G)與動功率(P_{kin})之和與測定之功率值(P_C)比較，及當差值(ΔP)為正時，減低熱功率(P_T)，差值為負時，增加熱功率。
3. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中為決定動功率(P_{kin})，量計軸(17)之旋轉頻率(f)，及自量計之旋轉頻率(f)，根據公式 $P_{kin}=4\pi^2\theta f(df/dt)$ (θ =軸之慣性矩)計算軸之動功率(P_{kin})。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該渦輪機(11)為一燃氣渦輪機(15)之一部份，燃氣渦輪機(15)包括壓縮燃燒空氣之一壓縮機(13)，供應有燃燒空氣之燃燒燃料之一燃燒室(12)，及渦輪機(11)，其中通過可控制入口(14)之納入之燃燒空氣之質量流量及燃料質是流量(dm_{fc}/dt)被調節而調節熱功率(P_T)。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中為決定發電機(16)輸出之電功率(P_G)，測量軸(17)之旋轉頻率(f)及加於軸(17)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種用以調節一轉變熱功率成電功率之渦輪組(10)動力之方法，渦輪組(10)包括一在一共同軸(17)上由熱功率驅動之渦輪機(11)，以及一由渦輪機(11)驅動並輸出電功率(P_G)至一網路(18)的發電機(16)，於該方法中，由發電機(16)輸出之電功率(P_G)係被決定，且渦輪機(11)之熱功率(P_T)係被調節一所量測之電功率(P_G)之函數，其中，此外，該軸(17)耗用或輸出之動功率(P_{kin})係被決定，且其中熱功率(P_T)係根據電功率(P_G)與動功率(P_{kin})之和予以調節。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中電功率(P_G)與動功率(P_{kin})之和與測定之功率值(P_C)比較，及當差值(ΔP)為正時，減低熱功率(P_T)，差值為負時，增加熱功率。
3. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中為決定動功率(P_{kin})，量計軸(17)之旋轉頻率(f)，及自量計之旋轉頻率(f)，根據公式 $P_{kin}=4\pi^2\theta f(df/dt)$ (θ =軸之慣性矩)計算軸之動功率(P_{kin})。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該渦輪機(11)為一燃氣渦輪機(15)之一部份，燃氣渦輪機(15)包括壓縮燃燒空氣之一壓縮機(13)，供應有燃燒空氣之燃燒燃料之一燃燒室(12)，及渦輪機(11)，其中通過可控制入口(14)之納入之燃燒空氣之質量流量及燃料質是流量(dm_{fc}/dt)被調節而調節熱功率(P_T)。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中為決定發電機(16)輸出之電功率(P_G)，測量軸(17)之旋轉頻率(f)及加於軸(17)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

- 之扭矩，及自此等變數計算電功率(P_G)。
6. 如申請專利範圍第3項之方法，其中為確定對調節作用具有臨界性之軸(17)之慣性矩 θ ，電功率(P_G)在渦輪組(10)之穩定狀態模式下隔離發電機(16)與網路18之瞬間定於零，並量計在此瞬間發生之軸(17)之旋轉頻率(f)及角加速度 df/dt ，及以根據公式 $P_{kin}=4\pi^2\theta f(df/dt)$ 計算之動功率(P_{kin})等於隔離瞬間所量計之電功率(P_G)之方式選定軸(17)之慣性矩 θ 。
 7. 一種用以實施如申請專利範圍第1項之方法的裝置，包括一用以調節渦輪機(11)之熱功率(P_T)之功率調節器(20)，以及第一構件(19)，其比較渦輪組(10)之一輸出功率與一預定功率值(P_C)並傳送一差值(ΔP)為一控制信號至該功率調節器(20)；其中用以存在量計該軸(17)之旋轉頻率(f)之第二構件(25,25')；其中存在第三構件(26, ..., 29)，其根據方程式 $P_{kin}=4\pi^2\theta f(df/dt)$ (θ =軸之慣性矩)自量計之旋轉頻率(f)及旋轉頻率(f)之時間變化 df/dt 決定軸(17)之動功率；且其中存在第四構件(30)，其將發電機(16)輸出之電功率(P_G)與第三構件(26, ..., 29)決定之動功率(P_{kin})加在一起，且將其傳送作為渦輪組(10)之輸出功率至該第一構件(19)。
 8. 如申請專利範圍第7項之裝置，其中該第三構件包括一差示元件(27)，一乘法器(28)、及其有可調整增益之一放大器(29)。
 9. 如申請專利範圍第7或8項之裝置，其中該第一裝置包括

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

402662

六、申請專利範圍

- 一減法器(19)，第二裝置包括一旋轉顯率解碼器(25,25')
及第四裝置包括一加法器(30)。
10. 使用根據申請專利範圍第1項之方法，供用於包括一蒸汽
渦輪機之一渦輪組。
11. 使用根據申請專利範圍第1項之方法，供用於包括燃氣渦
輪機(15)之一渦輪組。
12. 使用根據申請專利範圍第1項之方法，供用於包括一燃氣
渦輪機及一與該燃氣渦輪機下游相連之蒸汽渦輪機的一
組合式循環發電站。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

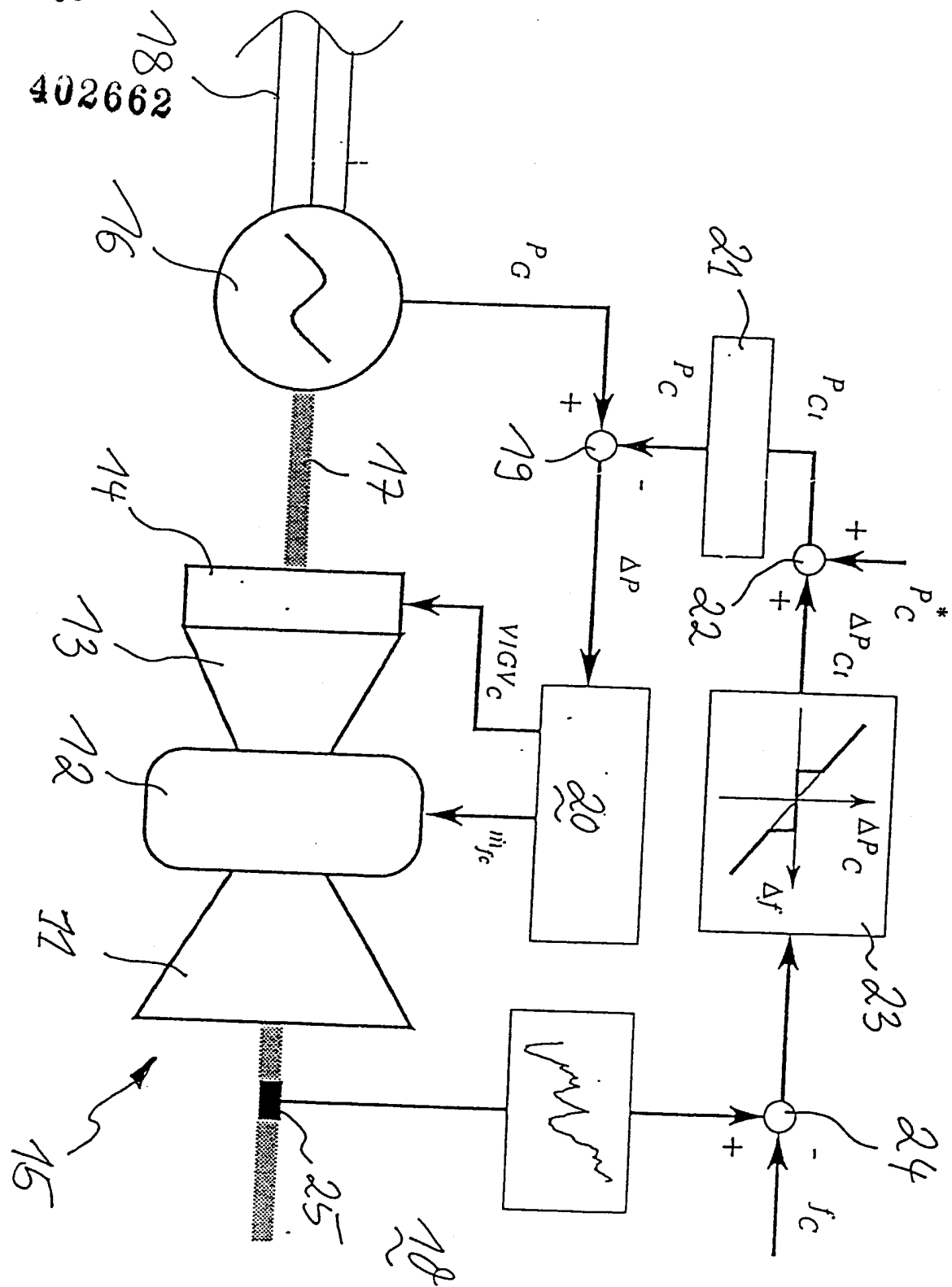


图 1

402662

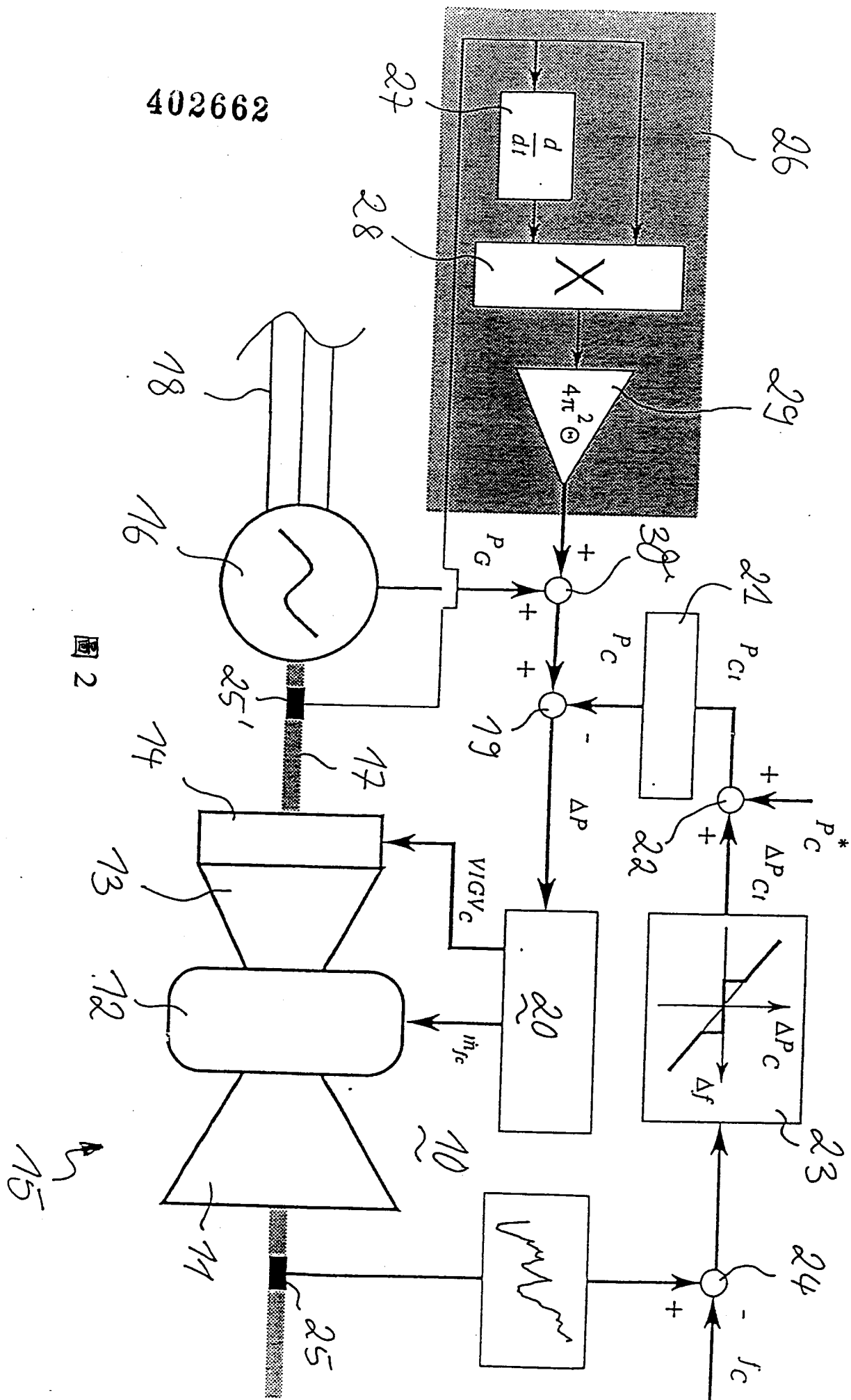


圖 2