

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機と、を備えるコージェネレーションユニットのための制御システムであって、

a .

i . 生成された A C 電気の指定パラメータと、

i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を感知し、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、

b . 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、それぞれが感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供することのできる比較器手段と、を備え、

c . 各比較器手段はそれぞれの制御手段に結合されており、各制御手段は比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供することができ、それにより各制御信号はそれぞれのパラメータを調整するのに使用され、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行う制御システム。

【請求項 2】

電気負荷は家庭負荷を含み、家庭負荷は交流発電機と外部 A C 電源との両方に接続されている、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 3】

指定パラメータは生成された A C 電気の力率であり、所望の値は所望の力率値である、請求項 2 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 4】

所望の力率値は制御システムのプログラム可能デバイス中にプログラムすることができる、請求項 3 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 5】

力率パラメータに対する制御手段は力率コントローラであり、力率コントローラは力率制御信号を界磁電流コントローラに提供することができ、界磁電流コントローラは交流発電機の界磁巻線に結合されており、界磁電流コントローラは力率制御信号にตอบสนองして界磁電流を変化させる、請求項 3 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 6】

電気負荷は家庭負荷および擬似負荷を含み、家庭負荷と擬似負荷は両方とも交流発電機に接続されており外部 A C 電源には接続されていない、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 7】

指定パラメータは生成された A C 電気の出力電圧および周波数であり、所望の値は所望の出力電圧値および所望の周波数値である、請求項 6 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 8】

出力電圧パラメータに対する制御手段は電圧コントローラであり、電圧コントローラは電圧制御信号を界磁電流コントローラに提供することができ、界磁電流コントローラは交流発電機の界磁巻線に結合されており、界磁電流コントローラは電圧制御信号にตอบสนองして交流発電機の界磁巻線の界磁電流を変化させる、請求項 7 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 9】

周波数パラメータに対する制御手段は周波数コントローラであり、周波数コントローラは周波数制御信号を電気スイッチに提供することができ、それにより電気スイッチは周波数制御信号に従って擬似負荷の有効な大きさを変化させ、擬似負荷の有効な大きさが変化す

10

20

30

40

50

ることにより、交流発電機の速度を変化させることができる、請求項 7 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 10】

電気スイッチはトライアックである、請求項 9 に記載の制御システム。

【請求項 11】

擬似負荷は、物体を加熱することのできる抵抗素子である、請求項 6 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 12】

温度パラメータに対する制御手段は燃料コントローラであり、燃料コントローラは燃料制御信号を燃料調整器に提供することができ、それにより燃料調整器は燃料制御信号に従って熱機関への燃料供給レートを変化させ、燃料供給が変化することにより、物体に提供されるエネルギーが変化する、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

10

【請求項 13】

物体は、温水暖房システムで使用することのできる一塊の水である、請求項 12 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 14】

所望の温度値は温水暖房システムを使用して設定され、温水暖房システムは物体から得られる熱を散逸させることができる、請求項 13 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

20

【請求項 15】

温水暖房システムの熱散逸を制御する手段をさらに備える、請求項 13 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 16】

電気負荷のタイプを、

- a . 交流発電機と外部 A C 電源の両方に接続された家庭負荷と、
- b . どちらも外部電源には接続されていない家庭負荷および制御可能擬似負荷と

のうちから選択するように動作可能な切替え手段をさらに備える、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 17】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御する方法であって、

30

a .

i . 生成された A C 電気の指定パラメータと、

i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を含むパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、

b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較して、それにより感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

c . 比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供し、それにより各制御信号を使用してそれぞれのパラメータを調整されることを含み、

40

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行う、コージェネレーションユニットを制御する方法。

【請求項 18】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御するためのプログラム式コンピュータであって、

a .

i . 生成された A C 電気の指定パラメータと、

50

i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と
を含むパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、

b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較して、それにより感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

c . 各誤差信号を使用してそれぞれの制御信号を提供し、それにより各制御信号を使用してそれぞれのパラメータを調整できるようにすることを行うためのソフトウェアおよびハードウェアを備え、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行うプログラム式コンピュータ。 10

【請求項 19】

所望の値がプログラム可能である、請求項 16 に記載のプログラム式コンピュータ。

【請求項 20】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システムであって、

a .

i . 生成された A C 電気の指定パラメータと、

i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を感知するためのパラメータ感知手段であって、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供し、指定パラメータは、第 1 のモードでは A C 電気の電圧および周波数を含み、第 2 のモードでは A C 電気の力率を含むようにモードに依存する、パラメータ感知手段と、 20

b . 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号をそれぞれが提供することのできる比較器手段とを備え、

c . 各比較器手段はそれぞれの制御手段に結合され、各制御手段は比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供し、各制御手段はそれぞれのパラメータを調整するのに使用され、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行い、制御システムのモードはスイッチを使用して選択可能である、コージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。 30

【請求項 21】

第 1 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 A C 電源から独立して動作し、第 2 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 A C 電源と共に動作する、請求項 20 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 22】

第 1 のモードでは、電気負荷は擬似負荷および家庭負荷を含む、請求項 21 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。 40

【請求項 23】

擬似負荷の有効な大きさが、周波数パラメータを調整するのに使用されるコントローラに関連する制御手段によって制御され、それにより擬似負荷の制御を用いて A C 電気の周波数を調整することができる、請求項 22 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 24】

第 2 のモードでは、電気負荷は家庭負荷を含む、請求項 21 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 25】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機と 50

を備えるコージェネレーションユニットのための制御システムであって、

a . 1つまたは複数のパラメータを感知するためのパラメータ感知手段であって、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、

b . 感知される各パラメータごとの、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号をそれぞれが提供することのできる比較器手段と、

c . 1つまたは複数の誤差信号を使用して複数の制御信号を提供することのできる1つまたは複数の制御手段であって、それにより各制御信号が1つまたは複数の感知されたパラメータを調整することができる制御手段とを備え、

感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからの熱を使用して加熱される物体の温度とを制御することによって行う、コージェネレーションユニットのための制御システム。

10

【請求項26】

少なくとも第1および第2のモードで動作可能である、請求項25に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項27】

第1のモードでは、コージェネレーションユニットは外部AC電源から独立して動作する、請求項26に記載の制御システム。

【請求項28】

感知されるパラメータは、

20

a . 生成されたAC電気の周波数と、

b . 生成されたAC電気の電圧と、

c . 物体の温度とを含む、請求項27に記載の制御システム。

【請求項29】

電気負荷は擬似負荷および家庭負荷を含む、請求項27に記載の制御システム。

【請求項30】

擬似負荷の有効な大きさが制御信号によって制御される、請求項29に記載の制御システム。

【請求項31】

第2のモードでは、コージェネレーションユニットは外部AC電源と共に動作する、請求項26に記載の制御システム。

30

【請求項32】

感知されるパラメータは、

a . 生成されたAC電気の力率と、

b . 物体の温度とを含む、請求項31に記載の制御システム。

【請求項33】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のためのAC電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御する方法であって、

a . 1つまたは複数のパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、

40

b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較すること、

c . 感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

d . 1つまたは複数の誤差信号を使用して少なくとも1つの制御信号を提供し、それにより各制御信号が1つまたは複数の感知されたパラメータを調整できるようにすることを含み、

感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからのエネルギーを使用して加熱される物体の温度とを制御することによって行う、コージェネレーションユニットを制御する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明はコージェネレーションシステムに関し、より詳細には、幹線配電ネットワーク (mains power distribution network) に接続することのできるコージェネレーションユニットを制御することに関する。

【背景技術】

【0002】

現在、ほとんどの電気は、天然ガスや石炭などの燃料を使用して大規模な発電所によって生成されている。この従来の電気生成方法では、燃料の約3分の1が電気に変換され、約3分の2が熱に変換される。この熱エネルギーは潜在的に有用だが、この熱は移送しにくく潜在的なユーザは一般にいくらか離れた所にいるので、消費者に販売するのが難しい。したがって、生成された熱は、使用されずに冷却塔または海からの冷却水を通して大気に放出されることが多い。

10

【0003】

同時に、工場、病院、および温水プールを含めた潜在的な熱ユーザはしばしば、より多くの燃料を燃焼させるか電気を使用することによって、それら自体の熱を生成する。これは明らかに、熱と電気を生成する方法として非常に非効率的であり、また、このようなユーザがそれら自体の小規模な「発電所」を設置して、電気生成プロセスから直接に生成した廃熱を使用してそれら自体の熱要件を満たせるようにする方が、はるかにコスト効果が高く効率的であることがわかっている。

【0004】

有用な熱と電気を同じプラント中で同時に生成することは、コージェネレーションと呼ばれる。コージェネレーションユニットは、前述の多くの工業用途で使用されている。しかしこの概念は、温水用の加熱を必要とする家庭や、また特に、より寒い気候で一般に環境を暖房するための加熱を必要とする家庭など、自家用環境にも等しく当てはまる。このようなユニットから生成された余剰電気を、他の家庭または商業ユーザによって使用されるように幹線分配ネットワークに提供することができれば、自家用にまたは家庭で使用するためのコージェネレーションの利点を高めることができる。

20

【0005】

さらに、幹線接続なら、ピーク家庭負荷のための電力を幹線分配ネットワークから引き出すことができる。この場合、コージェネレーションユニットをこれらのピーク負荷を満たすサイズにする必要はない。これを達成するために、これまでにいくつかの方法が提案されてきた。しかし現在の方法は、概して非常に高価であり、構成および設置がかなり複雑である。

30

【0006】

このようなシステムの費用および複雑さは、インバータに起因すると考えることができる。インバータは、幹線分配ネットワークへの好都合なインタフェースを提供するために、小規模な発電機でしばしば使用される。このタイプのシステムでは、交流発電機によって生成されたAC電気が、DCに整流されてインバータに供給される。インバータは、幹線パラメータ（例えば周波数および電圧）と正確に一致する、所望の力率のAC電力を合成する。このタイプのインバータは通常、幹線パラメータを感知して、それに合うようにAC電力を合成する。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、より単純かつコスト効果の高い方式で幹線配電ネットワークに接続することのできるコージェネレーションユニットで使用するための制御システムを提供することである。

【0008】

本発明の目的はまた、外部AC電源（幹線配電ネットワークからの幹線供給など）から独立して動作することのできるコージェネレーションユニットで使用するための制御システ

50

ムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

概して言えば、本発明は、コージェネレーションユニットを制御するためのシステムおよび方法を対象とする。この制御システムは、コージェネレーションユニットが電気負荷のためのAC電気を生成できるようにし、AC電気は、インバータを使用せずに確立されたパラメータを有する。

【0010】

したがって本発明は、熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のためのAC電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットのための制御システムを提供する。この制御システムは、

a. 1つまたは複数のパラメータを感知するためのパラメータ感知手段であって、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、
b. 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号をそれぞれが提供することのできる比較器手段と、
c. 1つまたは複数の誤差信号を使用して複数の制御信号を提供することのできる1つまたは複数の制御手段であって、それにより各制御信号が1つまたは複数の感知されたパラメータを調整することができる制御手段と、を備え、

感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからの熱を使用して加熱される物体の温度とを制御することによって行う。

【0011】

本発明はまた、熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のためのAC電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットのための制御システムを提供する。この制御システムは、

a.
i. 生成されたAC電気の指定パラメータと、
ii. コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を感知し、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、
b. 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号をそれぞれが提供することのできる比較器手段とを備え、
c. 各比較器手段はそれぞれの制御手段に結合され、各制御手段は比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供することができ、それにより各制御信号はそれぞれのパラメータを調整するのに使用され、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行う。

【0012】

本発明は、外部電源（例えば幹線配電ネットワーク）から得られるAC電気との関連で、あるいは外部電源から独立して、電気負荷にAC電気を提供することができる。したがって本発明は、少なくとも2つの動作モード、すなわち幹線接続モードまたはスタンドアロンモードが可能である。本発明のこの形態では、指定パラメータはモードに依存する。

【0013】

より具体的には、スタンドアロンモードでは、指定パラメータは交流発電機によって生成されたAC電気の出力電圧および周波数であることが好ましい。このモードでは、本発明は、これらのパラメータを調整して電気負荷のコンポーネントの大きさの変化を補償し、それにより、通常なら生じるかもしれない電圧および周波数の大きな変動を最小限に抑えることができる。これに関し、電気負荷のコンポーネントは家庭負荷とすることができる。

【0014】

幹線接続モードでは、指定パラメータは発電機によって生成されたAC電気の力率であることが好ましい。

【0015】

したがって理解されるように、本発明はまた、熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のためのAC電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システムを提供する。この制御システムは、

a .

i . 生成されたAC電気の指定パラメータと、

i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を感知するためのパラメータ感知手段であって、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供し、指定パラメータは、第1のモードではAC電気の電圧および周波数を含み、第2のモードではAC電気の力率を含むようにモードに依存する、パラメータ感知手段と、

b . 感知される各パラメータごとの、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、それぞれが感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供することのできる比較器手段とを備え、

c . 各比較器手段はそれぞれの制御手段に結合され、各制御手段は比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供し、各制御手段はそれぞれのパラメータを調整するのに使用され、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行い、制御システムのモードはスイッチを使用して選択可能である。

【0016】

本発明の好ましい一実施形態では、物体の温度は、トランスデューサを使用して感知する。物体は、貯水タンクに貯えられた一塊の水とすることができ、水は少なくとも、熱機関から得られた廃熱によって加熱される。

【0017】

本発明の別の実施形態では、物体は一塊の空気とすることができ、コージェネレーションユニットからエネルギーを得る源（例えば前述の一塊の水）から取り出されたエネルギーによって加熱される。

【0018】

本発明の別の実施形態では、物体は温水暖房の水流回路中の水とすることができる。

【0019】

物体の温度を制御するための制御手段は、トランスデューサに関連する比較器手段からの温度誤差信号に応じて変化する燃料制御信号を提供することのできる燃料制御手段を備えることが好ましい。燃料制御信号は燃料調整器に供給されることが好ましく、燃料調整器は、燃料制御信号に回答して熱機関への燃料供給を燃料制御信号に従って調整する。

【0020】

本発明の好ましい形態では、熱機関は、ガスバーナを備える蒸気機関である。本発明のこの形態では、燃料調整器は、ガスバーナにガスを供給するガス調整器である。本発明の別の形態では、熱機関は、本発明で使用するのに適した内燃機関（例えばディーゼル機関）とすることができる。

【0021】

本発明の好ましい一実施形態では、制御システムは、プログラム式コンピュータを使用して実現することができる。したがって本発明はまた、熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のためのAC電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御するためのプログラム式コンピュータも提供する。このプログラム式コンピュータは、

a .

10

20

30

40

50

i . 生成された A C 電気の指定パラメータと、
 i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を含むパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、
 b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較して、それにより感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および
 c . 各誤差信号を使用してそれぞれの制御信号を提供し、それにより各制御信号を使用してそれぞれのパラメータを調整できるようにすることを行うためのソフトウェアおよびハードウェアを備え、
 指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行う。

10

【 0 0 2 2 】

また理解されるように、本発明は、熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御する方法も提供する。この制御システムは、
 a . 1 つまたは複数のパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、
 b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較すること、
 c . 感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および
 d . 1 つまたは複数の誤差信号を使用して少なくとも 1 つの制御信号を提供し、それにより各制御信号が 1 つまたは複数の感知されたパラメータを調整できるようにすることを含み、
 感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからのエネルギーを使用して加熱される物体の温度とを制御することによって行う。

20

【 0 0 2 3 】

また理解されるように、本発明はまた、熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御する方法も提供する。この方法は、
 a .
 i . 生成された A C 電気の指定パラメータと、
 i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を含むパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、
 b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較して、それにより感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および
 c . 比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供し、それにより各制御信号を使用してそれぞれのパラメータを調整できるようにすることを含み、
 指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行う。

30

【 0 0 2 4 】

本発明の交流発電機は、ハイブリッド交流発電機であることが理想的である。理解されるように、ハイブリッド交流発電機は、直流電流（以下、「界磁電流」と呼ぶ）によって磁化することのできる界磁巻線を有する回転子と、永久磁石と、固定子巻線を有する固定子とを備え、それにより、回転子が熱機関によって駆動されると、界磁巻線の磁化と永久磁石との組合せによって生み出される回転磁束が、固定子の巻線中に電圧（E m f）を誘導する。

40

【 0 0 2 5 】

交流発電機は、動作時のトルク角度（すなわち回転子界磁と固定子界磁との間の角度）が大きくなりすぎないように、十分に容量の大きいものとすべきである。さもなければ、幹線接続モードで必要とされるように交流発電機と幹線との間で同期を達成および/または

50

維持するのが困難になる場合がある（例えばトルク角度が90度を超えると同期が失われる）。

【0026】

これに関し、交流発電機はハイブリッド交流発電機として言及するが、本発明の別の実施形態では、従来型の交流発電機を使用してもよいことを理解されたい。

【0027】

さらに、交流発電機は、単層出力を有する交流発電機（家庭での使用によく適する）として述べるが、本発明の制御システムは、三相電気生成および幹線への三相接続にも等しく適用されることを理解されたい。

【0028】

最後に、この記述で言及する交流発電機は同期交流発電機だが、他のタイプの交流発電機を、それらの特性に適合するように適切に修正して使用してもよいことを理解されたい。

【0029】

前述のように、本発明の好ましい一形態によれば、制御システム（したがってコージェネレーションユニット）は、少なくとも2つのモードのうちの1つで動作することができる。この好ましい形態では、制御システムはさらに多極切替えスイッチも備え、この多極切替えスイッチは、制御システムをスタンドアロンモードと幹線接続モードのいずれかに選択的に切り替えるように動作可能である。本発明の一形態では、多極切替えスイッチは物理的なスイッチとすることができる。本発明の代替形態では、多極切替えスイッチは、プログラム式コンピュータを使用して（例えばマイクロコンピュータ中のソフトウェアを使用して）実現することができる。

【0030】

ここまでは2つのモードについてかなり大まかに述べたが、次にこれらのモードについてより詳細に述べる。

【0031】

スタンドアロンモードの動作 (Stand-alone Mode Operation)

スタンドアロンモードでは、交流発電機が外部AC電源（例えば幹線配電ネットワークから取り出されたAC電力）に依拠せずにAC電気を生成できるように、切替えスイッチを設定して制御システムを構成する。

【0032】

このモードでは前述のように、制御システムによって感知される指示パラメータは、生成されたAC電気の出力電圧（V）および周波数（f）を含むことが好ましい。後でより詳細に説明するが、出力電圧の制御は、交流発電機の界磁巻線中の電流を制御することによって行い、周波数の制御は、交流発電機を速度を制御することによって行う。

【0033】

本発明のこの形態では、少なくとも2つの比較器手段が提供される。第1の比較器手段は、感知された出力電圧をそれぞれの所望の電圧値（すなわち V_{des} ）と比較するために提供されることが好ましく、第2の比較器手段は、感知された周波数をそれぞれの所望の周波数値（すなわち f_{des} ）と比較するために提供されることが好ましい。

【0034】

第1の比較器手段は、感知された出力電圧とそれぞれの所望の電圧値との差に応じた電圧誤差信号を提供することが好ましい。本発明のこの形態では、この電圧誤差信号を出力電圧制御手段が使用して、交流発電機の界磁巻線中の界磁電流（ I_f ）を変化させることが好ましい。理解されるように、界磁電流を変化させると、固定子に結合される起電力（ E_{mf} ）がそれに比例して変化し、それにより出力電圧が調整される。したがって本発明のこのモードでは、出力電圧を調整するために制御される交流発電機の特性は、界磁電流である。

【0035】

第2の比較器手段は、感知された周波数とそれぞれの所望の周波数値との差に応じた周波数誤差信号を提供することが好ましい。この場合、この周波数誤差信号を周波数制御手段

10

20

30

40

50

が使用して、電子スイッチ（または調整器）を制御し、交流発電機の出力に接続された「擬似」負荷の大きさを有効に変化させることが好ましい。

【0036】

本発明の好ましい一形態では、擬似負荷の有効な大きさは、制御可能な切替えレートで擬似負荷を交流発電機の出力に切替え可能に接続することによって変化させる。これに関し、本明細書全体で「有効な擬似負荷」という語に言及する場合、これは交流発電機の出力から「見える」擬似負荷の平均値を指すものと理解されたい。

【0037】

理解されるように、交流発電機の出力に接続された擬似負荷の有効な大きさを変化させると、それに応じて交流発電機の回転子に対する機械負荷が変化し、この変化は、熱機関のトルク負荷の変化として実現される。熱機関のトルク負荷が変化すると、それに対応して回転子の角速度が変化し、これによりAC電気の周波数が調整される。したがって本発明のこのモードでは、周波数を調整するために制御される交流発電機の特性は、トルク負荷である。

10

【0038】

本発明のこの好ましい形態では、電子スイッチはトライアックであり、第2の比較器に関連する制御手段から取り出された制御信号を使用してこのトライアックを切り替えて、擬似負荷を交流発電機の出力に切替え可能に接続する。

【0039】

擬似負荷は、抵抗負荷であることが好ましい。より具体的には、抵抗負荷は水タンク中にある発熱体とすることができ、それにより、抵抗負荷中の電力散逸によって生成される熱が、水タンク中の水の加熱に寄与する。したがって、本発明のこの形態では、熱機関の廃熱と抵抗負荷によって生成される熱との両方が水を加熱する。

20

【0040】

有利には、交流発電機によって生成されたAC電気が抵抗負荷と家庭負荷とを含めた電気負荷に提供される本発明のこの形態では、抵抗負荷は、余分な電力（すなわち交流発電機によって生成された総電力と家庭負荷の電力要件との差）を散逸させるのに使用され、かつ、ほぼ一定の総電気負荷（すなわち家庭負荷と抵抗負荷を組み合わせた負荷）を維持するように操作できる「バッファ」負荷を提供することによって家庭負荷要件の変動を補償するのに使用されることが好ましい。このような操作は「素早く」（すなわち1サイクルまたは数サイクルの交流出力で）行えることが理想的であり、変化した燃料供給レートに対する熱機関の応答は通常はそれよりも遅いことになる。実際、変化した燃料供給レートに対する熱機関の応答は、家庭負荷切替え時のかなりの周波数変動を回避するには遅すぎる場合がある。

30

【0041】

理解されるように、抵抗負荷によって散逸される電力を増加させると、一塊の水の温度が上昇する傾向がある。

【0042】

一塊の水の温度は、トランスデューサによって感知され、その結果感知された信号は、第3の比較器に供給される。第3の比較器は、感知された温度と所望の温度値との差に応じた温度誤差信号を生成することができる。

40

【0043】

温度誤差信号は燃料制御手段に供給され、燃料制御手段は、水温の上昇に応答して、燃料調整器を制御して熱機関への燃料供給を減少させるように動作する。熱機関への燃料供給を減少させることにより、交流発電機出力の周波数がそれに対応して低下する。

【0044】

周波数の低下は周波数感知手段によって感知され、その結果、前述の方法に従って、抵抗負荷の有効な大きさが低減されて周波数の低下が補償される。

【0045】

抵抗負荷の有効な大きさが低減されると、家庭負荷の変動によって引き起こされる場合の

50

ある「スイッチオン」過渡現象に制御システムが応答できなくなることがある。すなわち、前は、抵抗負荷の有効な大きさが、家庭負荷の変動に対応する「バッファ」として使用されるのに十分だったとしても、述べたこの状況では、抵抗負荷は、このような変動を補償するのに使用できるほどには十分に大きくない場合がある。

【0046】

有利なことに、本発明は、物体の温度のせいで通常ならAC電気が適さなくなる（例えば周波数が低すぎる）状況で、AC電気の供給を家庭負荷に適したものに維持する能力を制御システムに提供するモード（以下、「電気優先モード」と呼ぶ）を提供することにより、前述の問題を克服する。

【0047】

電気優先モードをサポートすることのできる本発明のシステムは、さらに以下の手段も備えることができる。

A．しきい値温度に達するまで温度/燃料制御を不可能にする（すなわち所望の温度値をしきい値温度値で置き換える）手段を備える。あるいは、

B．（A）と同じだが、追加の熱負荷を家庭の内部でまたは外部（廃棄する）であるいはその両方で加えて、しきい値温度に達するまでの時間を延ばすか、または達しないようにする手段も備える。あるいは、

C．所望の温度で常に最大限の熱を散逸できるようにするだけの十分に大きい追加の内部および/または外部熱負荷を加え、所望の温度に対する制御を維持する。

【0048】

（A）および（B）に関しては、これらの場合、スタンドアロン電気優先モードは物体がしきい値温度に達するまでしか機能せず、しきい値温度に達した時点で、制御システムはスタンドアロンモードの動作に移行する。これに関し、しきい値温度は、所望の温度値を超える最大許容温度とすることができる。

【0049】

（B）および（C）に関しては、本発明のこの形態では、追加の熱負荷は、物体から熱を抽出し、それによりしきい値温度に達するのにかかる時間を延ばすか、物体がしきい値温度に達しないようにすることのできる熱散逸装置を含むことができる。

【0050】

適した装置の一例では、物体に一般に接続される温水暖房システムを使用することができる。この構成では、温水暖房システムは、加熱された物体（例えば水）を利用して家庭に暖房を提供することができる。

【0051】

本発明のこの実施形態では、制御システムはさらに、温水暖房システムを制御するための制御手段も備えることができる。一般にこのような制御手段を使用して、温水暖房システムを制御してその熱散逸を増加させることができ（水流レートを上げたり、ラジエータにあるバルブ開口を増大させたりすることによって）、それにより、しきい値温度に早く達するチャンスをより少なくするかまったくなくして、コージェネレーションユニットが最大出力電力を生成できるようにすることができる。

【0052】

本発明の別の形態では、電気優先モードは、「デフォルト」動作モードとすることができる。このモードの間に物体から散逸する熱は廃熱として放出することができる。本発明のこの形態では、常に最大出力電力（したがって完全出力負荷能力）が利用可能である。本発明のこの形態の一構成では、家庭の外にある冷却塔を使用して廃熱を放出することができる。あるいは、物体がタンク中の水である場合は、水が沸騰して蒸気をタンクの外に排出するままにさせることができる。

【0053】

制御システムの第1のモードについて述べたが、次に第2のモードの説明に移る。

【0054】

幹線接続モードの動作 (Mains Connected Mode Operation)

10

20

30

40

50

第2のモード(「幹線接続モード」)では、第2のモードの指定パラメータは外部AC電源のそれぞれのパラメータを使用して制御され、物体の温度はトランスデューサによって感知された温度に従って制御されるような形で交流発電機がAC電気を生成できるように、切替えスイッチを構成する。

【0055】

外部AC電源は、幹線分配ネットワークから得られる幹線供給であることが好ましい。本発明の別の実施形態では、外部AC源は、幹線分配ネットワークではない源(例えば太陽エネルギー発電機、風力タービン発電機、または他の適したAC発電機)から取り出すこともできる。

【0056】

幹線接続モードでは、交流発電機出力の出力電圧および周波数は、外部AC電源の対応パラメータに従って固定される。この場合、交流発電機の出力から「見える」幹線配電ネットワークのインピーダンスは、熱機関の駆動能力に対して相対的に非常に低いので、熱機関および交流発電機の周波数および電圧は、幹線配電ネットワークからの幹線供給によって決定されることになる。このため、交流発電機出力の電圧は、外部AC電源の電圧に固定され、交流発電機出力の周波数は、外部AC電源の周波数に固定される。

【0057】

制御システムによって感知され調整される指定パラメータは、交流発電機出力の力率(すなわち固定子電圧と固定子電流との間の位相角)であることが好ましい。したがって本発明のこのモードでは、力率を感知することは、出力電圧と出力電流との間の位相関係を感じ

【0058】

より具体的には、制御システムは、感知された力率を所望の力率値と比較することのできる第4の比較器手段を備え、この第4の比較器手段は、感知された力率とそれぞれの所望の力率値との差に応じた力率誤差信号を提供することが理想的である。本発明のこの形態では、この誤差信号を力率制御手段が使用して、交流発電機の界磁巻線中の界磁電流(I_f)を変化させることが好ましく、交流発電機は、その出力の力率を調整する。したがって本発明のこの形態では、力率を調整するために制御される交流発電機の特性は、界磁電流である。

【0059】

有利なことに、本発明のこの形態では、家庭負荷の電力要件が交流発電機の総出力電力よりも低いときは、余剰電力を外部AC電源に提供することができる。実際、外部AC電源が幹線配電ネットワークである本発明の形態では、余剰電力を公益事業プロバイダに売ることができる。

【0060】

幹線接続モード - 障害状況応答(Mains Connected Mode-Fault Condition Response)

本発明は、制御システムがある種の障害状況に応答できるようにするのに十分な機能を含むことが好ましい。これに関し、ある動作シナリオで2つのタイプの障害状況、すなわち熱機関障害および幹線配電ネットワーク障害に遭遇すると考える。

【0061】

熱機関障害に関しては、コージェネレーションユニットが幹線接続モードで動作している間に熱機関が障害を起こした場合、交流発電機の出力に幹線電力が加わると、交流発電機はモータとして挙動することになる。このような挙動により、交流発電機の出力側で電流の流れる方向が逆転する。

【0062】

有利なことに、本発明の好ましい一形態では、パラメータ感知手段は、電流の方向の逆転を感知してそれに応答して交流発電機を幹線配電ネットワークから分離することのできる電流感知手段を備える。

【0063】

本発明の代替形態では、パラメータ感知手段は、交流発電機出力の力率を感知することに

10

20

30

40

50

よって電流の方向の逆転を感知することができる。有利なことに、力率の感知は、他の障害状況（例えば同期エラー）の検出に関するにも有用な場合があると考えられる。

【0064】

幹線配電ネットワークの障害に関しては、この場合、制御システムは、幹線供給（すなわち幹線配電ネットワークからの供給の電圧および周波数）の損失を感知し、それに応答して制御システムの動作をスタンドアロンモードに移行するように動作することが好ましい。このため、家庭負荷の電力要件が交流発電機の出力電力よりも低ければ、家庭へのAC電気の供給は中断されない。

【0065】

したがって本発明が、中間DC変換プロセスに依拠せずに幹線配電ネットワークで使用するのに適した、AC電気を生成するためのシステムおよび方法を提供することが理解されるであろう。このため本発明は、インバータに依拠せずにAC電気を提供することができる。

10

【0066】

また本発明が、幹線配電ネットワークなしで使用するのに適し、電気負荷の変動を補償することのできる、AC電気を生成するためのシステムおよび方法を提供することも理解されるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0067】

次に、図を参照しながら本発明の好ましい実施形態について詳細に述べる。

20

【0068】

図1を参照すると、本発明の好ましい実施形態は、交流発電機100に結合された熱機関10を含む。熱機関10は、交流発電機100を駆動するための動力を提供し、交流発電機100は、本発明の好ましい実施形態ではハイブリッド交流発電機である。

【0069】

図示および記述する実施形態では、熱機関10はDCモータ30にも結合されている。DCモータ30を使用して、後でより詳細に述べる方式でコージェネレーションユニットを開始することができる。

【0070】

好ましい実施形態では、熱機関10は、バーナ11を含む構成を有する蒸気機関であり、バーナ11は、水を蒸気に変換するための熱を生成する目的でガスを燃焼させて、交流発電機100の回転子を駆動するための動力を提供するのに適している。

30

【0071】

ガスは、燃料調整器20を介して熱機関に送られる。燃料調整器20は、アナログまたはデジタルベースのコントローラ（例えばマイクロコンピュータ）とすることのできる燃料コントローラ26によって制御することができる。

【0072】

感知手段80は、交流発電機によって生成されたAC電気の指定パラメータを感知して感知パラメータ値を提供するのに必要な機能を、制御システムに提供する。

【0073】

40

指定パラメータは、制御システムの動作モードによって決まる。これに関し、本発明の好ましい実施形態は少なくとも2つのモードで使用することができる。第1のモードはスタンドアロンモードであり、コージェネレーションユニットは幹線配電ネットワークから分離して動作する。第2のモードは幹線接続モードであり、ユニットは幹線配電ネットワークに接続されて、それと共に操作される。

【0074】

第1のモードでは、パラメータ感知手段80は、交流発電機出力の電圧（V）および周波数（f）を感知できることが好ましい。一方、第2のモードでは、パラメータ感知手段は、交流発電機出力の力率を感知できることが好ましい（出力電圧と出力電流との間の位相関係を感知することによって）。

50

【0075】

好ましい実施形態では、電流は、分路抵抗器（図示せず）の両端の電圧を感知し、感知した電圧を使用して測定電圧に基づく電流を決定することによって感知する。

【0076】

理解されるように、電圧は電圧計を使用して感知することができる。

【0077】

力率に関しては、力率は、測定された出力電圧と電流との位相差としてパラメータ感知手段によって計算される。

【0078】

制御システムの各モードと指定パラメータとの関係の性質については、後でより詳細に説明する。 10

【0079】

制御システムは、スイッチ61、62、63、64を備える。これらのスイッチを作動させて、制御システムを特定のモードで動作するように構成することができる。

【0080】

本発明の好ましい実施形態では、スイッチ61、62、63、64はソフトウェア制御を用いて実現される。より具体的には、スイッチ61および62はそれぞれ、コイル（図示せず）を有する継電器の接点を使用して形成された物理的なスイッチとすることができ、それぞれのソフトウェア制御スイッチ（図示せず）を使用してコイルへの電圧を加えたり切ったりして、それぞれのスイッチ61、62を作動させることができる。 20

【0081】

これに関し、マイクロコンピュータを使用する場合、スイッチ63および64は、制御システムのモードに応じてそれぞれの制御信号（すなわちスイッチ63の場合は電圧または力率制御信号、スイッチ64の場合は周波数制御信号）を適切な制御システムコンポーネントに送るための適切な機能（例えば「論理」スイッチ）を組み込んだソフトウェアプログラムを使用して実現することができる。

【0082】

感知された指定パラメータのパラメータ値は、それぞれの比較器に提供される。したがって、本発明の好ましい実施形態は、周波数比較器81、電圧比較器82、および力率比較器83を含む。各比較器は、やはり動作モードに応じて、それぞれのコントローラ90、24に接続することができる。 30

【0083】

本発明の好ましい実施形態では、これらのコントローラは燃料コントローラ26と共に、マイクロコンピュータを使用して実現することができる。

【0084】

実際、マイクロコンピュータの使用は本発明によく適合する。というのは、このような実装形態により、家庭加熱回路（例えば温水暖房システム）および/または外部冷却塔のオプション制御など、他の機能を組み込むことができるからである。これらの要素の重要性については、後でより詳細に述べる。

【0085】

さらに、マイクロコンピュータの使用は、ユーザインタフェース、システム診断、時間計機能など、他の機能も提供することができる。ソフトウェアを使用してこのような機能を実現することは、ソフトウェア技術者の能力で十分できる範囲であろう。 40

【0086】

コージェネレーションユニットの始動(Starting Cogeneration Unit)
最初の始動時、スイッチ61、63、64はスタンドアロン位置にある。図1をよく見れば明らかのように、この構成では、幹線配電ネットワークからの幹線電源はコージェネレーションユニットから分離されており、交流発電機100の出力は家庭負荷70から分離されている。さらに、周波数コントローラ90は、最初に擬似負荷122の有効な大きさを最小値に設定することが好ましい。 50

【 0 0 8 7 】

始動時、燃料調整器は「開」になっており、バーナ 1 1 にガスが提供される。バーナ 1 1 が点火されて、熱機関 1 0 の動作を開始させる。

【 0 0 8 8 】

バーナ 1 1 が点火された後すぐに、熱機関 1 0 は蒸気を生成し始める。この段階で、電池 4 5 を使用して始動器モータ（この場合は D C モータ 3 0 ）を短時間にわたって回転させ、熱機関 1 0 の回転を開始させる。好ましい実施形態では、D C モータ 3 0 の動作は、電池 4 5 に接続された始動コントローラ 4 0 によって制御され、電池 4 5 は電池充電器 4 6 に接続されている。電池充電器 4 6 は電力回路 6 0 に直接に接続されている。

【 0 0 8 9 】

熱機関 1 0 の回転が D C モータ 3 0 によって開始されると、次いで熱機関 1 0 は、熱機関 1 0 自体によって生成された動力を使用して動作を開始する。この時点で、始動コントローラは D C モータ 3 0 を熱機関 1 0 から切断する。

【 0 0 9 0 】

始動中、交流発電機 1 0 0 によって生成される電気の周波数および電圧が、パラメータ感知手段 8 0 によって感知される。

【 0 0 9 1 】

この場合、次いで所望の周波数値（ $f_{d p s}$ ）および感知された周波数値（ $f_{a c t}$ ）が比較器 8 1 に入力され、所望の電圧 $V_{d p s}$ および感知された電圧 $V_{a c t}$ が比較器 8 2 に入力される。

【 0 0 9 2 】

比較器 8 1 および比較器 8 2 は、感知されたパラメータ値とそれぞれの所望の値との差に応答して、それぞれの誤差信号をそれぞれの制御手段に提供するように動作する。それにより各制御手段は、交流発電機 1 0 0 によって生成される出力 A C 電気のそれぞれのパラメータが対応する所望の値を達成できるように、交流発電機の特性を直接的または間接的に調整することができる。

【 0 0 9 3 】

始動中、次いで、熱機関 1 0 が速度を上げるにつれて交流発電機 1 0 0 の出力の周波数は相応に変化し（すなわち高くなり）、したがって比較器 8 1 によって生成される誤差信号も変化する。

【 0 0 9 4 】

周波数誤差信号の変化は周波数コントローラ 9 0 によって感知され、周波数コントローラ 9 0 は、周波数が所望の周波数と一致するまで、交流発電機 1 0 0 の出力に接続された擬似負荷 1 2 2 の有効な大きさを徐々に増大させる（したがって擬似負荷 1 2 2 に電力を提供する）。

【 0 0 9 5 】

本発明の好ましい実施形態では、擬似負荷 1 2 2 の有効な大きさを徐々に増大させることは、周波数コントローラ 9 0 がトライアック 1 1 0 と共に行う。より具体的には、周波数コントローラ 9 0 は、トライアック 1 1 0 の切替え動作を制御して（周波数制御信号を使用して）、交流発電機 1 0 0 の出力に対する擬似負荷 1 2 2 を徐々に増大させる。

【 0 0 9 6 】

周波数コントローラ 9 0 は、周波数制御関数を使用して周波数誤差信号に応じた周波数制御信号を生成できる、任意の適したアナログまたはデジタルコントローラとすることができる。

【 0 0 9 7 】

これに関し、本発明の好ましい実施形態では、周波数制御関数は以下の形式とすることができる。

$$K_7 + K_8 / s \quad \text{-----} \quad (1)$$

上式で、 K_7 は比例項であり、 K_8 / s は積分項である（周波数制御にとって許容できないことになる定常状態誤差を回避するのに必要である）。本発明の代替実施形態では、微

10

20

30

40

50

分項 ($K_9 s$) を含めることもでき、その場合、周波数制御関数は以下の形式になる。

$$K_7 + K_8 / s + K_9 s \quad \text{-----} (2)$$

この場合、周波数を上げるには擬似負荷の大きさを低減する必要があるので、 K_7 、 K_8 、 K_9 は負の値である。

【0098】

周波数制御関数を式 (1) および (2) に関して述べたが、同様の結果をもたらす他の周波数制御関数を使用してもよいことを理解されたい。

【0099】

式 (1) および (2) における利得 (K_i) の値は、必要とされる応答のタイプに応じた標準的な最適化手順を使用して決定することができる。この場合、臨界減衰応答が望ましい。このような応答は、より速い応答を提供するが、オーバーシュートがより大きくなるという犠牲が伴う。

10

【0100】

動作時、トライアック 110 は、オンであることが望まれる各サイクルごとに、半サイクル全体にわたってオンに切り替えられることになる。このようにして、すべての切替えを 0 ボルトで行うことができる。ただし、DC 出力を回避するために、交番する正と負のサイクルで切替えを行うことが重要である。

【0101】

このトライアック制御方法は、トライアック負荷切替えに関連するトルク変動の周波数が相対的に低いので、機械振動および応力の問題につながる場合がある。したがって、前述の切替え手法に対する代替手法は、トライアック切替えの位相角制御を用いることであり、その場合は負荷を半サイクルごとに切り替える。

20

【0102】

この結果、より大きな電流が切り替えられることになるものの、トルク変動周波数がより高くなるので、前述の手法はより円滑な制御をもたらす。

【0103】

出力 AC 電気の電圧を制御して所望の値を達成することに関しては、この場合、熱機関が「終結」したときに電圧誤差信号が電圧コントローラ 22 に提供され、電圧コントローラ 22 は、電圧誤差信号に応じた電圧制御信号を生成する。

【0104】

電圧コントローラ 22 は、電圧制御関数を使用して電圧誤差信号に応じた電圧制御信号を生成できる、任意の適したアナログまたはデジタルコントローラとすることができる。

30

【0105】

これに関し、本発明の好ましい実施形態では、電圧制御関数は以下の形式とすることができる。

$$K_1 + K_2 / s \quad \text{-----} (3)$$

上式で、 K_1 は比例項であり、 K_2 / s は積分項である (電圧制御にとって許容できないことになる定常状態誤差を回避するために使用する)。本発明の代替実施形態では、微分項 ($K_{2a} s$) を含めることもでき、その場合、電圧制御関数は以下の形式になる。

$$K_1 + K_2 / s + K_{2a} s \quad \text{-----} (4)$$

40

【0106】

電圧制御関数を式 (3) および (4) に関して述べたが、同様の結果をもたらす他の電圧制御関数を使用してもよいことを理解されたい。

【0107】

式 (3) および (4) における利得 (K_i) の値は、必要とされる応答のタイプに応じた標準的な最適化手順を使用して決定することができる。この場合、臨界減衰応答が望ましい。このような応答は、より速い応答を提供するが、オーバーシュートがより大きくなるという犠牲が伴う。

【0108】

電圧制御信号は界磁電流コントローラ 130 に提供され、界磁電流コントローラ 130 は

50

、交流発電機の界磁巻線 102 (または永久磁石ハイブリッド交流発電機上の相当物) 中の電流を制御して、所望の値を達成する。理解されるように、界磁巻線中の電流を増加または低減させると、交流発電機中の磁束も相応に変化し、これにより誘導 E m f、したがって出力電圧も相応に変化する。

【0109】

DCモータ30を使用して熱機関10を始動させることに言及したが、本発明はこのように限定する必要はないことを理解されたい。実際、本発明の代替実施形態では、交流発電機100がモータとして動作することができ、したがって別個の始動器モータの必要がなくなる。本発明のこの形態では、交流発電機(この場合はモータとして動作している)を回転させるのに使用されるAC電流は、幹線配電ネットワーク(利用可能ならば)から、またはインバータを介して電池から提供することができる。

10

【0110】

本発明の別の実施形態では、交流発電機100は、それがDCモータとして機能できるようにする追加の巻線を別個に備えることができる。この形態では、交流発電機100は、定常トルク方向を提供するのに適した機械通信または電子通信を含むことができる。

【0111】

ここで図2に移るが、始動モード200から、交流発電機が所望の周波数および電圧を有するAC電気を提供するようになると、制御システムは「スタンドアロン電気優先モード」202に移行する。

【0112】

スタンドアロン電気優先モード(Stand-alone Electrical Priority Mode)
再び図1を参照するが、制御システムは、スイッチ62を使用して家庭負荷70と擬似負荷122の両方を含む電気負荷に交流発電機の電気を提供するように構成することもでき、別法として擬似負荷122だけに出力電力を送ることもできる(始動中の場合と同様に)。

20

【0113】

スタンドアロン電気優先モードでは、バーナ11へのガス供給は最大供給レートに維持される。この場合、燃料コントローラ26は、比較器84によって所望の温度値に関して生成される温度誤差信号に応答しないように構成される。

【0114】

そうではなく、所望の温度値の代わりにしきい値温度値が使用され、燃料コントローラ26は、しきい値温度に達するまで使用不可になる。

30

【0115】

界磁電流コントローラ130はまだ電圧誤差信号に応答し、周波数コントローラ90はまだ周波数誤差信号に応答するので、交流発電機の電圧および周波数は、先に述べた方法に従って調整される。

【0116】

水温がしきい値温度に達すると、制御システムはスタンドアロンモード204(図2参照)で動作するように構成することができる。前述のように、このような移行は、物体に接続されており家庭の内部および/または外部の熱損失を最大限にしてしきい値温度に達するのを回避するか遅らせるように適切に構成された熱散逸装置(温水暖房システムなど)を制御システムが制御することによって、影響を受ける場合がある。

40

【0117】

実際、本発明の一形態では、熱散逸装置は、所望の温度値をしきい値温度値で置き換える必要がないほど十分に大きい熱負荷を提供する場合がある。

【0118】

別法として、スタンドアロンモードは、制御システムをスタンドアロン電気優先モードからスタンドアロンモードに切り替えるスイッチ(図示せず)を作動させることによって選択することもできる。

【0119】

50

幹線配電ネットワークからの幹線供給が利用可能な場合、制御システムは、(同期モードを介して)幹線接続モード206(図2参照)で動作するように構成することができる。

【0120】

スタンドアロンモードの動作(Stand-alone mode operation)

スタンドアロンモード204(図2参照)では、制御システムはスタンドアロン電気優先モード202と同じ構成を維持するが、例外として、燃料コントローラ26が燃料調整器20を制御して、水タンク中の所望の水温を維持することができる。

【0121】

この場合、燃料コントローラ26は、燃料がバーナ11によって消費されるレートを制御して、貯水タンク120中の所望の温度を維持する。貯水タンク120は、少なくとも熱機関10の廃熱を使用して加熱することのできる水を保持している。

10

【0122】

燃料コントローラ26は、比較器84から温度誤差信号を受け取る。この信号は、貯水タンク120内にあるトランスデューサ121からの感知された温度信号と所望の温度値(T_{des})との比較に従って生成される。本発明の一形態では、所望の温度値は、水タンクから熱を抽出する家庭加熱システムによって設定することができる。次いで燃料コントローラ26は、燃料制御信号を燃料調整器20に提供して、燃料がバーナ11によって消費されるレートを変化させる。本発明の好ましい実施形態では、燃料制御信号は、燃料制御関数を使用して生成される。

【0123】

これに関し、本発明の好ましい実施形態では、燃料制御関数は以下の形式とすることができる。

20

$$K_5 + K_6 / s \quad \text{-----} \quad (5)$$

上式で、 K_5 は比例項であり、 K_6 / s は積分項である(燃料制御にとって許容できないことになる定常状態誤差を回避するために使用する)。本発明の代替実施形態では、微分項($K_6 a s$)を含めることもでき、その場合、燃料制御関数は以下の形式になる。

$$K_5 + K_6 / s + K_6 a s \quad \text{-----} \quad (6)$$

【0124】

燃料制御関数を式(5)および(6)に関して述べたが、同様の結果をもたらす他の燃料制御関数を使用してもよいことを理解されたい。

30

【0125】

式(5)および(6)における利得(K_i)の値は、必要とされる応答のタイプに応じた標準的な最適化手順を使用して決定することができる。この場合、臨界減衰応答が望ましい。このような応答は、より遅い応答を提供するが、大きいオーバーシュートの発生を防ぐ。

【0126】

熱機関10への燃料の流れは、所望の温度が保たれるように維持される。しかし、水の熱質量が大きいため水温は極めてゆっくりと変化し、したがって、熱機関の速度を変化させることによって必要な電力要件を維持することができるという点からみた燃料制御システムの応答は、いくぶん遅くなる。

40

【0127】

熱機関の速度を速く変化させることは不可能なので、家庭負荷の変動の結果、著しい周波数変動が生じることがある。有利なことに、本発明の好ましい実施形態では、有効な抵抗負荷122を変化させてほぼ一定の電気負荷(すなわち家庭負荷と擬似負荷とを組み合わせた負荷)を維持することにより、負荷過渡現象に対処する。

【0128】

この場合、余分な電力を擬似負荷122に分流させ、それにより、家庭負荷の増大(例えば高出力電気機器を「オンに切り替える」ことによって引き起こされる場合のある増大)のための「上部空間」を設ける。これもやはり、周波数コントローラ90によって制御される。

50

【0129】

したがって、家庭負荷の電力要件が増大するのに伴って、擬似負荷中で散逸される余分な電力は、その所望の値から0になるまでゆっくりと減少する。0になった時点で、家庭負荷の電力は交流発電機の出力と一致する。

【0130】

擬似負荷122に提供される電力は、貯水タンク120内の水の加熱に寄与する。前述のように、水は、熱機関10からの廃熱によっても加熱される。

【0131】

生成された熱が利用されていない場合、交流発電機100の出力は、燃料コントローラ26が熱機関10への燃料を調整して湯温を調整するのに伴って低下する。実際、これにより燃料コントローラ26は、許容可能な最低燃料設定よりも低い設定で稼動するよう熱機関に要求することになる場合がある。その場合は、コージェネレーションシステムは「シャットダウン」状態208(図2参照)に戻り、熱機関が再始動する必要のあるレベルに水温が戻るまでその状態であることができる。機関が再始動すると、前述の始動サイクルが繰り返される。

10

【0132】

上の記述から明白なように、スタンドアロンモードでは、家庭への最大電気出力を得るには、温水システムに対して十分な熱負荷があるようにする必要がある。

【0133】

幹線接続モード(Mains Connected Mode)

20

図2を参照するが、幹線接続モード206に切り替わる前には、交流発電機の出力電圧および周波数を、幹線配電ネットワークからの幹線供給の対応パラメータに同期させなければならない。したがって、幹線接続モードに切り替わる前に、制御システムは「同期」モード20に移行する。同期モードでは、交流発電機は、スイッチ61(図1参照)を介して幹線配電ネットワークから分離されたままである。

【0134】

再び図1を参照するが、交流発電機の出力周波数を幹線配電ネットワークからの幹線供給の周波数に同期させることは、幹線供給の周波数を感知し、それを使用して所望の周波数値を設定することを含む。このようにして、幹線供給の周波数を使用して熱機関の速度を制御し、交流発電機100が幹線配電ネットワークからの供給の周波数よりもわずかに高い(または低い)周波数を有するようになることができる。例えば幹線供給周波数が、交流発電機の速度が1500rpmであることを必要とする場合、交流発電機の速度は実際、1502rpmで稼動するように制御されることになる。

30

【0135】

このようにして、幹線配電ネットワークからの幹線供給の周波数と交流発電機の周波数とは、速度が異なるため定期的に同期することになる。同期の時点で、スイッチ61、63、64は幹線位置に切り替わり、それによりユニットは幹線配電ネットワークに接続され、したがってコージェネレーションユニットは幹線接続モードに構成される。このモードでは、コージェネレーション出力および家庭負荷電力要件に従って、電力はグリッドに流れるかまたはグリッドから流れることができる。

40

【0136】

本発明の代替実施形態では、同期プロセスに位相ロックループ(PLL)コントローラを使用することもできる。

【0137】

同期プロセス中に幹線配電ネットワークからの幹線供給が失敗した場合(例えば「ブラックアウト(停電)」や「ブラウンアウト(電圧低下)」の間に)は、制御システムは「スタンドアロンモード」204(図2参照)に戻り、供給が利用可能になるまでこのモードに留まる。供給が利用可能になれば、制御システムは再び同期モード210(図2参照)に戻ることができる。

【0138】

50

このモードでは、次いで、一塊の水の加熱要件が、熱機関 10 に供給されるガスの量を前述の温度/ガス供給制御手法を使用して変化させることにより、コージェネレーションユニットによって生成される電力の量を決定する。

【0139】

スイッチ 63 を幹線位置に切り替えた結果、界磁電流コントローラ 130 はもはや、比較器 82 と電圧コントローラ 22 とを含む電圧帰還ループには接続されていない。そうではなく、界磁電流コントローラ 130 は、比較器 83 と力率コントローラ 24 とを含む力率帰還ループに接続されている。したがってこのモードでは、所望の力率 $P F_{des}$ を、感知ユニット 80 から実際に感知された力率と比較し、この比較から生じる差があればそれを力率誤差信号に変換して力率コントローラ 24 に提供する。力率コントローラ 24 は、力率誤差信号を受け取るのに応答して、力率制御関数を使用して力率制御信号を生成する。この力率制御信号は界磁電流コントローラ 130 に提供されて、交流発電機中の界磁巻線電流が調整され、したがって交流発電機出力の力率が調整される。

10

【0140】

力率コントローラ 24 は、力率制御関数を使用して力率誤差信号に応じた力率制御信号を生成できる、任意の適したアナログまたはデジタルコントローラとすることができる。

【0141】

これに関し、本発明の好ましい実施形態では、力率制御関数は以下の形式とすることができる。

$$K_3 + K_4 / s \text{ ----- (7)}$$

上式で、 K_3 は比例項であり、 K_4 / s は積分項である（力率制御にとって望ましくないことになる定常状態誤差を回避するために使用する）。本発明の代替実施形態では、微分項 ($K_{4a} s$) を含めることもでき、その場合、力率制御関数は以下の形式になる。

$$K_3 + K_4 / s + K_{4a} s \text{ ----- (8)}$$

この場合、 K_3 、 K_4 、 K_{4a} は負の値である。

【0142】

利得 (K_i) の値は、必要とされる応答のタイプに応じた標準的な最適化手順を使用して決定することができる。この場合、臨界減衰応答が望ましい。このような応答は、より遅い応答を提供するが、大きいオーバーシュートの発生を防ぐ。

【0143】

力率制御関数を式 (7) および (8) に関して述べたが、同様の結果をもたらす他の力率制御関数を使用してもよいことを理解されたい。

【0144】

この記述のために図 1 では、所望の力率を $(1 - PF) \text{ sign}_{des}$ として表し、実際の（感知された）力率を $(1 - PF) \text{ sign}_{actual}$ として表してある。この場合「 sign 」は、進み力率では正になり、遅れ力率では負になる。これに関し、所望の力率は、通常は幹線公益事業会社によって指定されることになる。幹線配電グリッドからのほとんどの幹線供給は遅相なので、幹線配電ネットワークへの入力は進相であることがしばしば望ましい。したがって、本発明の好ましい実施形態では、所望の力率はプログラム可能とすることができ、そのため必要時には変更することができる。

【0145】

所望の力率のプログラミングは、リモートで（例えば幹線公益事業会社によって）電話回線（例えば公衆交換電話ネットワークや公衆地上移動ネットワーク）を使用して行うこともでき、他の通信ネットワーク手段によって（例えばインターネットを介して）行うこともでき、所望の力率データを幹線供給自体に重畳することによって行うこともできる。

【0146】

幹線接続モード 206（図 2 参照）で熱機関が失敗した場合、交流発電機 100 の出力に幹線電力を加えると、交流発電機はモータとして挙動することになる。このような挙動により、交流発電機 100 の出力側で電流の流れる方向が逆転することになる。

【0147】

20

30

40

50

有利なことに、本発明の好ましい一形態では、パラメータ感知手段 80 は、電流の方向の逆転を感知することができる。電流の逆転が検出されたのに応答して、制御システムは「シャットダウン」状態 208 に移行する。

【0148】

同様に、幹線配電ネットワークが失敗した場合（例えば「ブラックアウト」や「ブラウンアウト」により）、制御システムは、幹線供給（すなわち幹線配電ネットワークからの供給の電圧および周波数）の損失（または劣化）を感知し、それに応答して、制御システムの動作をスタンドアロンモード 204（図 2 参照）に移行するように動作する。したがって、家庭負荷の電力要件が交流発電機の出力電力よりも低ければ、家庭負荷への AC 電気の供給は中断されない。

10

【0149】

したがって本発明が、中間 DC 変換プロセスに依拠せずに幹線配電ネットワークで使用するのに適した、AC 電気を生成するためのシステムおよび方法を提供することが理解されるであろう。このため本発明は、インバータに依拠せずに AC 電気を提供することができる。

【0150】

また本発明が、幹線配電ネットワークなしで使用するのに適し、電気負荷の変動を補償することのできる、AC 電気を生成するためのシステムおよび方法を提供することも理解されるであろう。

【0151】

以上、特定の実施形態に関して述べたが、本発明の範囲内で多くの変形および修正が可能であることを当業者なら理解するであろう。

20

【0152】

実際、制御信号を提供し、これらを使用してそれぞれの感知パラメータを調整することができる好ましい実施形態に関して本発明を述べたが、本発明はまた、各制御信号を使用して複数の感知パラメータを調整することができる他の形態や、複数の感知パラメータに従って 1 つまたは複数の制御信号をそれぞれ提供する形態でも実現することができることは理解されるであろう。

【0153】

複数の感知パラメータを調整することができる本発明の適した一形態は、状態空間コントローラを含むことができる。別の適した形態は、ファジイ論理コントローラを含むことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0154】

【図 1】本発明の制御システムの概略図である。

【図 2】図 1 の好ましい実施形態についての状態 - モード図である。

【符号の説明】

【0155】

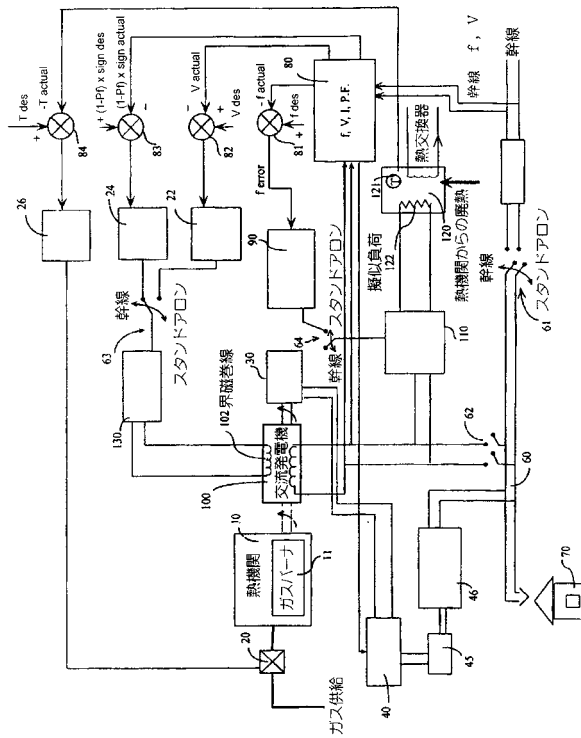
- 10 熱機関
- 11 バーナ
- 20 燃料調整器
- 24 コントローラ
- 26 燃料コントローラ
- 30 DC モータ
- 80 感知手段
- 61、62、63、64 スイッチ
- 70 家庭負荷
- 80 パラメータ感知手段
- 81 周波数比較器
- 82 電圧比較器

40

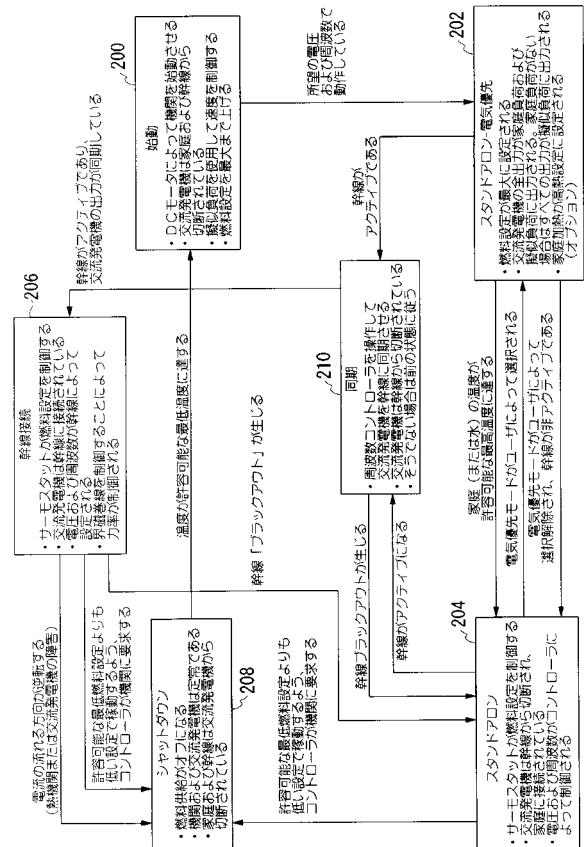
50

- 8 3 力率比較器
- 9 0 周波数コントローラ
- 1 0 0 交流発電機
- 1 2 0 貯水タンク
- 1 2 2 擬似負荷
- 1 3 0 界磁電流コントローラ
- 2 0 0 始動モード
- 2 0 2 スタンドアロン電気優先モード
- 2 0 4 スタンドアロンモード
- 2 0 6 幹線接続モード
- 2 0 8 シャットダウン状態
- 2 1 0 同期モード

【 図 1 】



【 図 2 】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
17 October 2002 (17.10.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/082631 A1

(51) International Patent Classification: H02P 9/04,
9/14, G05F 1/66, 1/70

(21) International Application Number: PCT/AU02/00391

(22) International Filing Date: 28 March 2002 (28.03.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data: PR 4189 4 April 2001 (04.04.2001) AU

(71) Applicant (for all designated States except US): APPLIED DYNES PTY LTD [AU/AU]; University of Adelaide, Commerce & Research Precinct, 35-37 Stirling Street, Thebarton, South Australia 5031 (AU).

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GU, GM, GR, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CH, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG).

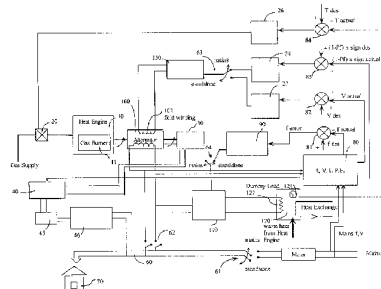
Published: with international search report

(72) Inventor; and (75) Inventor/Applicant (for US only): VAN DE LOO, Paul [AU/AU]; Lot. 26, Moores Road, Norton Summit, South Australia 5136 (AU).

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(74) Agent: PHILLIPS ORMONDE & FITZPATRICK; 367 Collins Street, Melbourne, Victoria 3000 (AU).

(54) Title: CONTROL SYSTEM FOR A COGENERATION UNIT



(57) Abstract: A control system for a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator, driven by the heat engine, which generates AC electricity for an electrical load. The control system includes a parameter sensing means for sensing one or more parameters, and providing a sensed parameter value for each sensed parameter. For each sensed parameter, a comparator means compares the sensed parameter value with a respective desired value and provides an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value. One or more controlling means use the one or more of the error signals to provide a plurality of control signals, such that each control signal is able to regulate one or more of the controlling characteristics of the alternator and a temperature of a body heated using energy from the cogeneration unit.



WO 02/082631 A1

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 1 -

CONTROL SYSTEM FOR A COGENERATION UNIT

Field of the Invention

- 5 This invention relates to cogeneration systems, and particularly to controlling a cogeneration unit that may be connected to a mains power distribution network.

Background to the Invention

- 10 Currently, most electricity is generated by large power stations using fuel such as natural gas or coal. In this traditional method of electricity generation, approximately one third of the energy from the fuel is converted to electricity, while approximately two thirds is converted into heat. This heat energy, while potentially useful, is difficult to sell to consumers, as this heat is difficult to
15 transport and potential users are generally some distance away. The heat generated is thus often not used and is surrendered to the atmosphere through cooling towers or through cooling water from the sea.

- At the same time, potential users of heat including factories, hospitals and
20 heated swimming pools often then generate their own heat by burning more fuel or by the use of electricity. This is clearly a highly inefficient method of generating heat and electricity and it has been found that it is far more cost effective and efficient for such users to install their own small "power stations", such that they can use the waste heat generated from the electricity generating
25 process directly, to meet their own heating requirements.

- The simultaneous production of usable heat and electricity in the same plant is known as cogeneration. Cogeneration units are used in many of the industrial applications described above. However, the concept is equally applicable to
30 domestic environments, such as households that require heating for hot water, and also for general heating of the environment, particularly in colder climates.

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 2 -

The benefits of cogeneration for domestic or household use can be enhanced if surplus electricity generated from such units can be provided to the mains distribution network for use by other households or commercial users.

5 Furthermore, mains connection allows power for peak household loads to be drawn from the mains distribution network. The cogeneration unit then does not need to be sized to meet these peak loads. A number of methods have previously been proposed to achieve this. However, current methods are generally very expensive and are rather complex to design and install.

10

The expense and complexity of such systems may be attributed to an inverter, which is often used with small scale power generators to provide a convenient interface to the mains distribution network. In systems of this type, AC electricity generated by an alternator is rectified to DC and fed into the inverter.

15 The inverter synthesizes AC power which exactly matches mains parameters (for example, frequency and voltage) and at the desired power factor. An inverter of this type typically senses the mains parameters and synthesizes the AC power to suit.

20 It is an aim of the present invention to provide a control system for use with a cogeneration unit that can be connected to a mains power distribution network in a more simple and cost effective manner.

25 It is also an aim of the present invention to provide a control system for use with a cogeneration unit, which unit is able to operate independently of an external AC power source (such as, the mains supply from a mains power distribution network).

Summary of the Invention

30

In broad terms, the present invention is directed to a system for, and method of, controlling a cogeneration unit, the control system enabling the cogeneration

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 3 -

unit to generate AC electricity for an electrical load, the AC electricity having parameters which have been established without the use of an inverter.

The present invention therefore provides a control system for a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the control system including:

- a. parameter sensing means for sensing one or more parameters, the parameter sensing means providing a sensed parameter value for each sensed parameter;
- b. for each sensed parameter, a comparator means for comparing the sensed parameter value with a respective desired value, each comparator means being able to provide an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
- c. one or more controlling means, the one or more controlling means being capable of using one or more of the error signals to provide a plurality of control signals, such that each control signal is able to regulate one or more of the sensed parameters;

wherein the regulation of the sensed parameters is performed by controlling characteristics of the alternator and a temperature of a body heated using energy from the cogeneration unit.

The present invention also provides a control system for a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the control system including:

- a. parameter sensing means for sensing:
 - i. designated parameter(s) of the generated AC electricity; and
 - ii. the temperature of a body heated by energy provided by the cogeneration unit;

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 4 -

- the parameter sensing means providing a sensed parameter value for each sensed parameter;
- b. for each sensed parameter, a comparator means for comparing a sensed parameter value with a respective desired value, each comparator
- 5 means being able to provide an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
- c. each comparator means being coupled to a respective controlling means, each controlling means being capable of using the error signal
- 10 from the comparator means to provide a control signal, such that each control signal being can used to regulate a respective parameter;
- wherein the regulation of the designated parameters is performed by controlling characteristics of the alternator, and the regulation of the temperature of the body is performed by controlling fuel supply to the heat engine.
- 15 The present invention is able to provide AC electricity to an electrical load either in conjunction with AC electricity obtained from an external power source (for example, a mains power distribution network) or independently of an external power source. Thus, the present invention is capable of at least two modes of operation, namely, a mains-connected mode or a stand-alone mode. In this
- 20 form of the invention, the designated parameters are mode dependent.
- More specifically, in the stand-alone mode the designated parameters are preferably the output voltage and frequency of the AC electricity generated by the alternator. In this mode, the present invention is able to regulate these
- 25 parameters so as to compensate for variations in the magnitude of a component of the electrical load, thus minimising large fluctuations in voltage and frequency which may otherwise result. In this respect, the component of the electrical load may be a household load.
- 30 In the mains-connected mode the designated parameter is preferably the power factor of the AC electricity generated by the generator.

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 5 -

It will thus be recognised that the present invention also provides a multi-mode control system for a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the control system including:

- 5 a. parameter sensing means for sensing:
- i. designated parameter(s) of the generated AC electricity; and
 - ii. the temperature of a body heated by energy provided by the cogeneration unit;
- 10 the parameter sensing means providing a sensed parameter value for each sensed parameter, the designated parameters being mode dependent such that in a first mode the designated parameters include the voltage and frequency of the AC electricity and in a second mode the designated parameters include the power factor of the AC electricity;
- 15 b. for each sensed parameter, a comparator means for comparing a sensed parameter value with a respective desired value, each comparator means being able to provide an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
- 20 c. each comparator being coupled to a respective controlling means, each controlling means using the error signal from the comparator to provide a control signal, each control signal being used to regulate a respective parameter;

wherein the regulation of the designated parameters is performed by controlling characteristics of the alternator, and the regulation of the temperature of the body is performed by controlling fuel supply to the heat engine and wherein the mode of the control system is selectable using a switch.

30 In a preferred form of the present invention the temperature of the body is sensed using a transducer. The body may be a body of water which is stored in a storage tank, the water being heated at least by waste heat obtained from the heat engine.

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 6 -

In another embodiment of the invention, the body may be a body of air heated by energy derived from a source (for example, the body of water mentioned earlier) which obtains energy from the cogeneration unit.

- 5 In yet another embodiment of the invention, the body may be water in a hydronic heating water flow circuit.

The controlling means for controlling the temperature of the body preferably includes a fuel control means which is able to provide a fuel control signal which varies according to a temperature error signal from the comparator means associated with the transducer. The fuel control signal is preferably fed to a fuel regulator which is responsive to the fuel control signal to regulate the fuel supply to the heat engine according to the fuel control signal.

- 10
15 In the preferred form of the invention, the heat engine is a steam engine that includes a gas burner. In this form of the invention, the fuel regulator is a gas regulator that provides a gas supply to the gas burner. In another form of the invention, the heat engine may be an internal combustion engine (for example, a diesel engine) which is suitable for use with the present invention.

20

In a preferred embodiment of the invention the control system may be implemented using a programmed computer. Thus the present invention also provides a programmed computer for controlling a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the
25 programmed computer including software and hardware for:

- a. sensing parameters, the parameters including:
i. designated parameter(s) of the generated AC electricity; and
ii. the temperature of a body heated by energy provided by the
30 cogeneration unit;
such that the sensing provides a sensed parameter value for each sensed parameter;

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 7 -

- b. comparing a sensed parameter value with a respective desired value, the comparison providing an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
- c. using each error signal to provide a respective control signal, such that
- 5 each control signal can be used to regulate a respective parameter;
- wherein the regulation of the designated parameters is performed by controlling characteristics of the alternator, and the regulation of the temperature of the body is performed by controlling fuel supply to the heat engine.
- 10 It will also be recognised that the present invention also provides a method for controlling a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the control system including:
- a. sensing one or more parameters, the sensing providing a sensed
- 15 parameter value for each sensed parameter;
- b. comparing a sensed parameter value with a respective desired value;
- c. providing an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
- d. using one or more of the error signals to provide at least one control
- 20 signal, such that each control signal is able to regulate one or more of the sensed parameters;
- wherein the regulation of the sensed parameters is performed by controlling characteristics of the alternator and a temperature of a body heated using energy from the cogeneration unit.
- 25 It will also be recognised that the present invention also provides a method for controlling a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the method including:
- a. sensing parameters, the parameters including:
- 30 i. designated parameter(s) of the generated AC electricity; and

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 8 -

- ii. the temperature of a body heated by energy provided by the cogeneration unit;
such that the sensing provides a sensed parameter value for each sensed parameter;
- 5 b. comparing a sensed parameter value with a respective desired value, the comparison providing an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
- c. using the error signal from the comparator means to provide a control
10 signal, such that each control signal being can used to regulate a respective parameter;
- wherein the regulation of the designated parameters is performed by controlling characteristics of the alternator, and the regulation of the temperature of the body is performed by controlling fuel supply to the heat engine.

15 General Description of the Invention

Ideally, the alternator of the present invention is a hybrid alternator. As will be appreciated, a hybrid alternator includes a rotor having a field winding which is
20 able to be magnetised by a direct current (herein referred to as the 'field current'), a permanent magnet, and a stator having a stator winding, such that when the rotor is driven by the heat engine, a rotating magnetic flux produced by combination of the magnetization of the field winding and the permanent magnet induces a voltage (Emf) in the stator winding.

25 The alternator should be of sufficiently large capacity such that the torque angle (that is, the angle between rotor field and stator field) in operation does not get too large, otherwise it may be difficult to achieve and/or maintain synchronism between the alternator and the mains as is required in a mains-connected mode (for example, if the torque angle exceeds 90 degrees then synchronism will be
30 . lost).

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 9 -

In this respect, although reference will be made to the alternator in terms of a hybrid alternator, it is to be appreciated that in another embodiment of the invention a conventional alternator may be used.

5 Furthermore, although the alternator will be described in terms of an alternator having a single phase output (which is well suited to households use) it should be understood that the control system of the present invention is equally applicable to three phase electricity production and three phase connection to the mains.

10

Finally, although the alternator referred to in this description is a synchronous alternator, other types of alternator may be used with the suitable modifications to adapt for their characteristics.

15 As mentioned earlier, pursuant to a preferred form of the present invention, the control system (and therefore, the cogeneration unit) is able to operate in one of at least two modes. In this preferred form, the control system further includes a multi-pole changeover switch that is operable to selectively switch the control system into either the stand-alone mode or the mains-connected mode. In one
20 form of the invention, the multi-pole changeover switch may be a physical switch. In an alternative form of the invention, the multi-pole changeover switch may be implemented using a programmed computer (for example, using software in a micro computer).

25 Having to this point described the two modes in quite broad terms, the description will now endeavour to describe these modes in more detail.

Stand-alone Mode Operation

30 In stand-alone mode, the changeover switch is set to configure the control system for enabling the alternator to generate AC electricity without relying on

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 10

an external AC power source (for example, AC power derived from a mains power distribution network).

5 In this mode, as mentioned previously, the designated parameters that are sensed by the control system preferably include the output voltage (V) and frequency (f) of the generated AC electricity. As will be explained in more detail later, the control of the output voltage is performed by controlling the current in the field winding of the alternator, whereas the control of the frequency is performed by controlling the speed of the alternator.

10

In this form of the invention, at least two comparator means are provided. A first comparator means is preferably provided for comparing the sensed output voltage with a respective desired voltage value (that is, V_{des}), and a second comparator means is preferably provided for comparing the sensed frequency with a respective desired frequency value (that is, f_{des}).

15

The first comparator means preferably provides a voltage error signal according to the difference between the sensed output voltage and the respective desired voltage value. In this form of the invention, the voltage error signal is preferably used by an output voltage controlling means to vary the field current (I_f) in the field winding of the alternator. As will be appreciated, varying the field current proportionally varies the electromotive force (Emf) which is coupled into the stator, thus regulating the output voltage. Thus, in this mode of the present invention, the characteristic of the alternator which is controlled to regulate the output voltage is the field current.

20

25

The second comparator means preferably provides a frequency error signal according to the difference between the sensed frequency and the respective desired frequency value. Here then, the frequency error signal is preferably used by a frequency controlling means to control an electronic switch (or regulator) so as to effectively vary the magnitude of an 'dummy' load connected to the alternator output.

30

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 11

In a preferred form of the invention, the effective magnitude of the dummy load is varied by switchably connecting the dummy load to the output of the alternator at a controllable switching rate. In this respect, reference to the term
5 'effective dummy load' throughout this specification is to be understood to be reference to the average value of the dummy load as 'seen' by the alternator output.

As will be appreciated, varying the effective magnitude of the dummy load
10 connected to the alternator output correspondingly varies a mechanical load on the rotor of the alternator, which variation is realized as a change in the torque load of the heat engine. Variation of the torque load of the heat engine correspondingly varies the angular velocity of the rotor, which in turn regulates the frequency of the AC electricity. Thus, in this mode of the present invention,
15 the characteristic of the alternator which is controlled to regulate the frequency is the torque load.

In the preferred form of the invention, the electronic switch is a triac that is switched using a control signal derived from the controlling means associated
20 with the second comparator to switchably connect the dummy load to the output of the alternator.

The dummy load is preferably a resistive load. More specifically, the resistive loads may be a heating element located in a water tank such that heat
25 generated by the dissipation of power in the resistive load contributed to the heating of water in the water tank. Thus, in this form of the invention, both the waste heat of the heat engine and heat generated by the resistive load heat the water.

30 Advantageously, in this form of the invention, where the AC electricity generated by the alternator is provided to an electrical load which includes the resistive load and a household load, the resistive load is preferably used to

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 12

dissipate excess power (that is the difference between the total power generated by the alternator, and the power requirements of the household load) as well as compensate for fluctuations the household load requirements by providing a 'buffer' load which is able to be manipulated to maintain a substantially constant total electrical load (that is, the resistive load combined with the household load). Ideally, such manipulation is able to be performed 'quickly' (that is, with one, or a few, cycles of the alternator output), whereas the response of the heat engine to a changed fuel supply rate will typically be slower. Indeed, the response of the heat engine to a changed fuel supply rate may be too slow to avoid substantial frequency fluctuations on household load switching.

As will be appreciated, increasing the power dissipated by the resistive load, tends to increase the temperature of the body of water.

The temperature of the body of water is sensed by the transducer and the resultant sensed signal is fed to a third comparator which is able to generate the temperature error signal according to the difference between the sensed temperature and the desired temperature value.

The temperature error signal is fed to the fuel control means which responds to the increase in water temperature by acting to control the fuel regulator so as to decrease the supply of fuel to the heat engine. The decrease in supply of fuel to the heat engine correspondingly reduces the frequency of the alternator output.

The decrease in frequency is sensed by the frequency sensing means and consequently, the effective magnitude of the resistive load is reduced to compensate for the decrease in frequency according to the method described earlier.

The decrease in the effective magnitude of the resistive load may inhibit the ability of the control system to respond to 'switch on' transients which may be caused by fluctuations in the household load. That is, where once the effective magnitude of the resistive load may have been sufficient to be used as a 'buffer' to accommodate fluctuations in the household load, in the situation just described the resistive load may not be large enough to enable it to be used to compensate for such fluctuations.

Advantageously, the present invention overcomes the above-mentioned problem by providing a mode (herein referred to as the 'electrical priority mode') which provides the control system with the ability to maintain supply of AC electricity suitable for the household load in circumstances where the temperature of the body would otherwise result in the AC electricity being unsuitable (for example, the frequency being too low).

A system of the present invention which is able to support an electrical priority mode may further include the following means:

A. means for disabling temperature/fuel control until a threshold temperature is reached (that is, replace the desired temperature value with a threshold temperature value);

B. same as (A), but also including means for adding an additional heat load either internal to the house or external (wasting it) or both, to delay the time before the threshold temperature is reached, or avoid reaching it; or

C. adding a large enough additional internal and/or external heat loads to ensure that maximum heat can always be dissipated at the desired temperature, and maintain control to desired temperature.

In relation to (A) and (B), in these cases the stand-alone electrical priority mode is only operable until the body reaches the threshold temperature, at which

point the control system transitions to stand-alone mode operation. In this respect, the threshold temperature may be a maximum allowable temperature which is in excess of the desired temperature value.

- 5 In relation to (B) and (C), in this form of the invention, the additional heat load may include a heat dissipation apparatus which is able to extract heat from the body, and thus delay the time which is taken to reach the threshold temperature or prevent the body from reaching the threshold temperature.
- 10 In one example of a suitable apparatus, a hydronic heating system which is typically connected to the body may be used. In this arrangement, the hydronic heating system is able to utilize the heated body (for example, water) to provide heating to a household.
- 15 In this embodiment of the invention, the control system may further include control means for controlling the hydronic heating system. Such control means may typically be used to control the hydronic heating system so as to increase its heat dissipation (for example, by increasing water flow rate, or increasing valve openings at radiators) so as to enable the cogeneration unit to generate a
- 20 maximum output power with less chance of the threshold temperature being reached quickly, or at all.

In yet another form of the invention, the electrical priority mode may be the 'default' mode of operation, and heat dissipated by the body whilst in this mode

25 may be released as waste heat. In this form of the invention, the maximum output power (and thus, a full output load capability) is always available. In one arrangement of this form of the invention the waste heat may be released using a cooling tower located outside of the household. Alternatively, where the body is water in a tank, the water may be allowed to boil and vent the steam to

30 outside of the tank.

Having described the first mode of the control system, the description will now turn to the second mode.

Mains Connected Mode Operation

5

In the second mode ('the mains-connected mode') the changeover switch is configured to enable the alternator to generate AC electricity such that designated parameters of the second mode are controlled using respective parameters of the external AC power source and the temperature of the body is controlled according to a temperature which is sensed by a transducer.

10

Preferably, the external AC power source is a mains supply obtained from a mains distribution network. In yet another embodiment of the invention, the external AC source may be derived from a source which is not a mains power distribution network (for example, a solar powered generator, a wind-turbine generator, or other suitable AC generator).

15

In the mains-connected mode, the output voltage and the frequency of the alternator output are fixed according to the corresponding parameters of the external AC power source. Here, the impedance of the mains power distribution network as 'seen' by the alternator output is so low relative to the drive capacity of the heat engine that the heat engine and the alternator frequency and voltage will be dictated by the mains supply from the mains power distribution network. Thus, the alternator output voltage is fixed to the voltage of the external AC power source, and the frequency of the alternator output is fixed to the frequency of the external AC power source.

20

25

Preferably, the designated parameter which is sensed and regulated by the control system is the power factor of the alternator output (that is, the phase angle between the stator voltage and the stator current). Thus, in this mode of the invention, the sensing of the power factor may entail sensing the phase relationship between the output voltage and the output current.

30

More specifically, the control system includes a fourth comparator means that is able to compare the sensed power factor with a desired power factor value. Ideally, the fourth comparator means provides a power factor error signal according to the difference between the sensed power factor and the respective desired power factor value. In this form of the invention, the error signal is preferably used by a power factor controlling means to vary the field current (I_f) in the field winding of the alternator which in turn regulates the power factor of the alternator output. Thus, in this form of the present invention, the characteristic of the alternator which is controlled to regulate the power factor is the field current.

Advantageously, in this form of the invention, when the household load power requirements are less than the total output power of the alternator, surplus power can be provided to the external AC power source. Indeed, in forms of the invention where the external AC power source is the mains power distribution network, surplus power may be sold to the utility provider.

Mains Connected Mode - Fault Condition Response

Preferably, the present invention includes sufficient functionality to enable the control system to respond to certain fault conditions. In this respect, it is envisaged that in an operational scenario two types of fault conditions may be encountered, namely, heat engine failure and mains power distribution network failure.

In relation to heat engine failure, in the event that the heat engine were to fail whilst the cogeneration unit was operating in mains-connected mode, the application of the mains power to the output of the alternator would result in the alternator behaving as a motor. Such behavior would result in a reversal in the direction of the flow of the current on the output side of the alternator.

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 17

Advantageously, in a preferred form of the invention, the parameter sensing means includes a current sensing means which is able to sense the reversal in the direction of the current and in response isolate the alternator from the mains power distribution network.

5

In an alternative form of the invention, the parameter sensing means may sense the reversal in the direction of the current by sensing the power factor of the alternator output. Advantageously, it is envisaged that power factor sensing may be useful in relation to the detection of other fault conditions (for example, synchronization errors).

10

In relation to failure of the mains power distribution network, here the control system preferably senses the loss of mains supply (that is, the voltage and frequency of the supply from the mains power distribution network) and in response acts to transfer the operation of the control system to the stand-alone mode. Thus, provided that the power requirements of the household load are less than the output power of the alternator, the supply of AC electricity to the household load will be uninterrupted.

15

20

It will thus be recognised that the present invention provides a system and method for generating AC electricity which is suitable for use with a mains power distribution network without relying on an intermediate DC conversion process. Thus, the present invention is able to provide AC electricity without relying on an inverter.

25

It will also be recognised that the present invention provides a system and method for generating AC electricity which is suitable for use without a mains power distribution network and which is able to compensate for fluctuations in an electrical load.

30

Brief Description of the Drawings

The preferred embodiment of the present invention will now be described in detail with reference to the following figures in which:

Figure 1 is a schematic diagram of the control system of the present invention;
5 and

Figure 2 is a state-mode diagram for the preferred embodiment of Figure 1.

Detailed Description of the Preferred Embodiment

10

Referring to Figure 1, the preferred embodiment of the present invention includes a heat engine 10 which is coupled to an alternator 100, the heat engine 10 providing a motive force for driving the alternator 100, which in the preferred embodiment of the invention is a hybrid alternator.

15

In the embodiment illustrated and described, the heat engine 10 is also coupled to a DC motor 30 which is able to be used to start the cogeneration unit in a way which will be described in more detail later.

20

In the preferred embodiment, the heat engine 10 is a steam engine having an arrangement which includes a burner 11 suitable for burning gas for the purpose of generating heat for converting water into steam so as to provide mechanical power for driving the rotor of the alternator 100.

25

The gas is routed to the heat engine via a fuel regulator 20 which is able to be controlled by a fuel controller 26 which may be a analogue or digital based controller (for example, a micro computer).

30

A sensing means 80 provides the control system with the requisite functionality to sense the designated parameters of the AC electricity generated by the alternator and provide sensed parameter values.

The designated parameters are dependent upon the mode of operation of the control system. In this respect, the preferred embodiment of the present invention may be used in at least two modes. The first mode is the stand-alone mode, in which the cogeneration unit operates in isolation of the mains power distribution network. The second mode is the mains-connected mode, in which the unit is connected to the mains power distribution network and operated in conjunction therewith.

In the first mode, the parameter sensing means 80 is preferably able to sense the voltage (V) and frequency (f) of the alternator output whereas in the second mode the parameter sensing means is able to sense the power factor (by sensing the phase relationship between the output voltage and the output current) of the alternator output.

In the preferred embodiment, the current is sensed by sensing the voltage across a shunt resistor (not shown) and using this sensed voltage to determine the current based on the measured voltage

As will be appreciated, the voltage is able to be sensed using a voltmeter.

In relation to the power factor, the power factor is computed by the parameter sensing means as the phase difference between the measured output voltage and current.

The nature of the relationship between the modes of the control system and the designated parameters will be explained in more detail later.

The control system includes switches 61, 62, 63 and 64 which are able to be actuated to configure the control system to operate in a particular mode.

In the preferred embodiment of the invention switches 61, 62, 63 and 64 are implemented using software control. More specifically, switches 61 and 62 may

each be a physical switch formed using contacts of a relay having a coil (not shown) which is able to be energised and de-energised using a respective software controlled switch (not shown) so as to actuate the respective switches 61, 62.

5

In this respect, where a microcomputer is used, switches 63 and 64 may be implemented using a software program which incorporates the appropriate functionality (for example, a 'logical' switch) so as to route a respective control signal (that is, the voltage or the power factor control signal in the case of switch 63, and the frequency control signal in the case of switch 64) to the appropriate control system component depending upon the mode of the control system.

The parameter value for each sensed designated parameter are provided to a respective comparator. Thus, the preferred embodiment of the invention includes a frequency comparator 81, a voltage comparator 82 and a power factor comparator 83. Each comparator is able to be connected to a respective controller 90, 24, depending once again on the mode of operation.

In the preferred form of the invention, these controllers, together with the fuel controller 26, may be implemented using a microcomputer.

Indeed, the use of a microcomputer is well suited to the present invention as such an implementation permits the incorporation of other features, such as optional control of a home heating circuit (for example, a hydronic heating system) and/or an external cooling tower. The significance of these elements will be described in more detail later.

Moreover, the use of a microcomputer may also provide other features such as a user interface, system diagnostic, and hour meter function. The implementation of features such as these using software would be well within the capabilities of a software engineer.

Starting the Cogeneration Unit

- At initial start up, switches 61, 63, and 64 are positioned in the stand-alone position. As is evident from inspection of figure 1, in this configuration the mains power supply from the mains power distribution network is isolated from the co-generation unit and the alternator 100 output is isolated from the household load 70. Furthermore, the frequency controller 90 preferably initially sets the effective magnitude of the dummy load 122 to a minimum value.
- 10 At start up, the fuel regulator is 'opened' to provide gas to the burner 11, and the burner 11 is lit to begin operation of the heat engine 10.
- Soon after the burner 11 is lit, the heat engine 10 starts to generate steam. At this stage, a battery 45 is used to rotate a starter motor (in this case, DC motor 30) for a short period of time to start rotation of the heat engine 10. In the preferred embodiment, the operation of the DC motor 30 is controlled by start-up controller 40 which is connected to battery 45 which in turn is connected to battery charger 46. Battery charger 46 is connected directly to power circuit 60.
- 20 Once the rotation of the heat engine 10 has been initiated by the DC motor 30, the heat engine 10 then starts to operate using mechanical power generated by the heat engine 10 itself. At this point, the start-up controller disengages the DC motor 30 from the heat engine 10.
- 25 During startup, the frequency and voltage of the electricity generated by the alternator 100 are sensed by parameter sensing means 80.
- Here then, the desired frequency value (f_{des}) and the sensed frequency value (f_{act}) are input to comparator 81, while the desired voltage V_{des} and the sensed voltage V_{act} are input to comparator 82.

Comparator 81 and comparator 82 act in response to a difference between the sensed parameter value and a respective desired value to provide a respective error signal to a respective control means such that each control means is able to either directly or indirectly regulate characteristics of the alternator, such that
5 the respective parameters of the output AC electricity generated by alternator 100 are able to achieve the corresponding desired values.

During startup then, as the heat engine 10 increases in speed, the frequency of the alternator 100 output correspondingly varies (that is, increases), thus the
10 error signal generated by comparator 81 also varies.

The variation in the frequency error signal is sensed by frequency controller 90 which gradually increases the effective magnitude of dummy load 122 connected to the output of the alternator 100 (thus providing power to the
15 dummy load 122) until the frequency matches the desired frequency.

In the preferred embodiment of the invention, the gradual increase in the effective magnitude of the dummy load 122 is performed by the frequency controller 90 in association with triac 110. More specifically, the frequency
20 controller 90 controls (using a frequency control signal) the switching operation of triac 110 to gradually increase the dummy load 122 on the output of the alternator 100.

The frequency controller 90 may be any suitable analogue or digital controller
25 which is able to use a frequency control function to generate a frequency control signal according to the frequency error signal.

In this respect, in the preferred embodiment of the invention, the frequency control function may be of the form of:
30

$$K_p + K_i / s \text{ ----- (1)}$$

where K_7 is a proportional term and K_8/s is an integral term (which is required to avoid a steady state error which would be unacceptable for frequency control). In an alternative embodiment of the invention, a derivative term (K_9s) may also be included, in which case the frequency control function will be in the form of:

$$K_7 + K_8/s + K_9s \text{ ----- (2)}$$

Here, K_7 , K_8 and K_9 are negative values, since in order to increase the frequency a decrease in the magnitude of the dummy load is required.

Although the frequency control function has been described in terms of equations (1) and (2) it is to be understood that other frequency control functions which provide a similar result may be used.

The value of the gains (K_i) in equations (1) and (2) may be determined using standard optimization procedures according to the type of response required. In this case, a critically damped response is desirable. Such a response provides a faster response, but at the expense of larger overshoots.

In operation, the triac 110 will be switched on for an entire half cycle, for each cycle that is desired to be on. In this way, all switching can be done at zero volts. It is important however that the switching occurs on alternate positive and negative cycles to avoid a DC output.

This triac control methodology may lead to mechanical vibration and stress problems as the frequency of torque fluctuations associated with the triac load switching is relatively low. Thus, an alternative to the above mentioned switching scheme is to use phase angle control of the triac switching, in which the load is switched every half cycle.

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 24

Although this results in larger currents being switched, the above-mentioned approach results in smoother control, as the torque fluctuating frequency will be higher.

- 5 In relation to the controlling the voltage of the output AC electricity to achieve the desired value, here as the heat engine 'winds up' the voltage error signal is provided to voltage controller 22 which generates a voltage control signal corresponding to the voltage error signal.
- 10 The voltage controller 22 may be any suitable analogue or a digital controller which is able to use a voltage control function to generate a voltage control signal according to the voltage error signal.

In this respect, in the preferred embodiment of the invention, the voltage control function may be of the form of:

$$K_1 + K_2 / s \text{ ----- (3)}$$

where K_1 is a proportional term and K_2 / s is an integral term (used to avoid a steady state error which would be unacceptable for voltage control). In an alternative embodiment of the invention, a derivative term ($K_{2d} s$) may also be included, in which case the voltage control function will be in the form of:

$$K_1 + K_2 / s + K_{2d} s \text{ ----- (4)}$$

25 Although the voltage control function has been described in terms of equations (3) and (4) it is to be understood that other voltage control functions which provide a similar result may be used.

30 The value of the gains (K_i) in equations (3) and (4) may be determined using standard optimization procedures according to the type of response required.

In this case, a critically damped response is desirable. Such a response provides a faster response, but at the expense of larger overshoots.

5 The voltage control signal is provided to the field current controller 130 which controls the current in field winding 102 of the alternator (or the equivalent on permanent magnet hybrid alternators) so as to achieve the desired value. As will be appreciated increasing, or decreasing, the current in the field winding correspondingly varies the magnetic flux in the alternator, which in turn correspondingly varies the induced Emf and thus the output voltage.

10 Although reference has been made to the use of a DC motor 30 to start the heat engine 10, it is to be understood that the present invention need not be so limited. Indeed, in an alternative embodiment of the invention, the alternator 100 is able to operate as a motor, thus obviating the need for a separate starter motor. In this form of the invention, AC current used to rotate the alternator 15 (which in this case is acting as a motor) may be provided by the mains power distribution network (if available) or from a battery via an inverter.

20 In yet another embodiment of the present invention, the alternator 100 may include a separate additional winding which enables it to function as a DC motor. In this form, the alternator 100 may include suitable mechanical or electronic commutation to provide a steady direction of torque.

25 Turning now to figure 2, from startup mode 200, once the alternator is providing AC electricity having the desired frequency and voltage, the control system transitions to a 'stand-alone electrical priority mode' 202.

Stand-alone Electrical Priority Mode

30 Referring again to figure 1, the control system may be configured using switch 62 to provide the alternator electricity to an electrical load which includes both the household load 70 and the dummy load 122, or alternatively, the output

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 26

power may be routed to the dummy load 122 alone (as was the case during the start up).

5 In mode stand-alone electrical priority mode, the gas supply to the burner 11 is maintained at the maximum supply rate. Here, fuel controller 26 is configured so as to not be responsive to the temperature error signal generated by comparator 84 in relation to the desired temperature value.

10 Instead, a threshold temperature value is used in place of the desired temperature value, and the fuel controller 26 is disabled until the threshold temperature is reached.

15 Since, field current controller 130 is still responsive to the voltage error signal, and frequency controller 90 is still responsive to the frequency error signal, the alternator output voltage and frequency are regulated according to the method described earlier.

20 Once the water temperature attains the threshold temperature the control system may be configured to operate in the stand-alone mode 204 (refer fig. 2). As mentioned previously, such transition may be affected by the control system controlling a heat dissipation apparatus which is connected to the body (such as a hydronic heating system) and which is suitably arranged to maximize heat loss inside and/or outside a household so as to avoid, or postpone, the threshold temperature from being reached.

25 Indeed, in one form of the invention the heat dissipation apparatus may provide a heat load which is sufficiently large so as to not require the replacement of the desired temperature value with a threshold temperature value.

30 Alternatively, the stand-alone mode may be selected by actuating a switch (not shown) which switches the control system from stand-alone electrical priority mode to stand-alone mode.

In the event that mains supply from the mains power distribution network is available, the control system may be configured to operate in the mains-connected mode (via a synchronization mode) 206 (refer fig. 2).

5

Stand-alone mode operation

In the stand-alone mode 204 (refer fig. 2) the control system maintains the same configuration as per the stand-alone electrical priority mode 202 with the exception that the fuel controller 26 is able to control the fuel regulator 20 so as to maintain a desired water temperature in the water tank.

10

Here, the fuel controller 26 controls the rate at which fuel is consumed by burner 11 so as to maintain a desired temperature in the water storage tank 120. The water storage tank 120 holds water which is able to be heated using at least waste heat of the heat engine 10.

15

The fuel controller 26 receives a temperature error signal from comparator 84 which signal is generated according to a comparison of a sensed temperature signal from transducer 121 located within the water storage tank 120 to a desired temperature value (T_{des}). In one form of the invention, the desired temperature value may be set by a home heating system which extracts heat from the water tank. The fuel controller 26 then provides a fuel control signal to the fuel regulator 20 so as to vary the rate at which fuel is consumed by the burner 11. In the preferred embodiment of the invention, the fuel control signal is generated using a fuel control function.

20

25

In this respect, in the preferred embodiment of the invention, the fuel control function may be of the form of:

30

$$K_s + K_6 / s \quad \text{-----} \quad (5)$$

where K_s is a proportional term and K_i/s is an integral term (used to avoid a steady state error which would be unacceptable for fuel control). In an alternative embodiment of the invention, a derivative term ($K_{da}s$) may also be included, in which case the fuel control function will be in the form of:

5

$$K_s + K_i/s + K_{da}s \text{ ----- (6)}$$

Although the fuel control function has been described in terms of equations (5) and (6) it is to be understood that other fuel control functions which provide a similar result may be used.

10

The value of the gains (K_i) in equations (5) and (6) may be determined using standard optimization procedures according to the type of response required. In this case, an overdamped response is desirable. Such a response provides a slower response but prevents large overshoots from occurring.

15

The fuel flow to the heat engine 10 is maintained such that the desired temperature is maintained. However, due to the large thermal mass of the water, the temperature of the water varies quite slowly, hence the response of the fuel control system in terms of being able to maintain the required power requirements by varying the speed of the heat engine is somewhat slow.

20

Since it is not possible to vary the speed of the heat engine rapidly, significant frequency fluctuations may result as a result of fluctuations in the household load. Advantageously, in the preferred embodiment of the invention, load transients are dealt with by varying the effective resistive load 122 so as to maintain a substantially constant electrical load (that is the combined load of the household load and the dummy load).

25

Here, excess power is diverted to the dummy load 122 and thus provides 'head room' for increases in the household load (for example, increases which may be

30

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 29

caused by 'switching on' a high power electrical appliance). This again is controlled by frequency controller 90.

Hence, as the household load power requirements increase, the excess power
5 which is dissipated in the dummy load is slowly reduced from its desired value until it is zero, at which point the household load power matches the alternator output.

Electrical power which is provided to the dummy load 122 contributes to the
10 heating of water inside a storage tank 120. As has been mentioned previously, the water is also heated by waste heat from the heat engine 10.

If the heat generated is not being utilized, the alternator 100 output will reduce as the fuel controller 26 regulates the supply of fuel to the heat engine 10 so as
15 the regulate hot water temperature. Indeed, this may result in the fuel controller 26 requiring the heat engine to run at less than a minimum allowable fuel setting. In this case, the cogeneration system may revert to a 'shut down' state 208 (refer to fig. 2), and remain in this state until the temperature of the water returns to a level which requires that the heat engine be restarted. Once the
20 engine has restarted the startup cycle described earlier is repeated.

As is evident from the above description, in the stand-alone mode, to obtain maximum electricity output to the household, it is necessary to ensure that there is sufficient heat load on the hot water system.

25

Mains Connected Mode

Referring to figure 2, prior to switching to the mains-connected mode 206, the output voltage and frequency of the alternator must be synchronized with the
30 corresponding parameters of the mains supply from the mains power distribution network. Thus, prior to switching to mains-connected mode, the control system transitions to a 'synchronise' mode 20 in which the alternator

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 30

remains isolated from the mains power distribution network via switch 61 (refer fig. 1).

5 Referring back to figure 1, the synchronization of the alternator output frequency with the frequency of the mains supply from the mains power distribution network entails sensing the frequency of the mains supply and using it to set the desired frequency value. In this way, the frequency of the mains supply is able to be used to control the speed of the heat engine such that alternator 100 has a slightly higher (or lower) frequency than that of the frequency of the supply from the mains power distribution network. For example, if mains supply frequency requires that the alternator have a speed of 1500 rpm, the alternator speed will actually be controlled so as to run at 1502 rpm.

15 In this way, the frequency of the mains supply from the mains power distribution network and the alternator frequency will synchronise periodically due to the speed difference. At a point of synchronisation, switches 61, 63 and 64 are switched to the mains position to thereby connect the unit to the mains power distribution network, thus configuring the cogeneration unit for mains-connected mode. In this mode, power can flow to or from the grid depending upon the cogeneration output and the household load power requirements.

In an alternative embodiment of the invention, a Phase Locked Loop (PLL) controller could be used for the synchronization process..

25 In the event that the mains supply from the mains power distribution network fails (for example, during a 'black out' or a 'brown out') during the synchronization process, the control system reverts to the 'stand-alone mode' 204 (refer to fig. 2) and remains in this mode until the mains supply is available, in which case the control system may revert back to the synchronise mode 210 (refer fig. 2).

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 31

In this mode then, the heating requirements of the body of water determines the amount of power generated by the cogeneration unit by varying the amount of gas supplied to heat engine 10 using the temperature/gas supply control scheme described earlier.

5 As a consequence of switching switch 63 to the mains position, the field current controller 130 is no longer connected to a voltage feedback loop which includes comparator 82 and voltage controller 22. Instead, the field current controller 130 is connected to a power factor feedback loop which includes comparator 83 and power factor controller 24. Thus, in this mode, the desired power factor PF_{des} is compared with the actual sensed power factor from sensing unit 80 and any difference resulting from this comparison is converted to a power factor error signal which is provided to power factor controller 24. In response to receiving the power factor error signal, the power factor controller 24 uses a power factor control function to generate a power factor control signal which is provided to field current controller 130 to regulate the field winding current in the alternator, and thus the power factor of the alternator output.

20 The power factor controller 24 may any suitable analogue or a digital controller which is able to use a power factor control function to generate a power factor control signal according to the power factor error signal.

In this respect, in the preferred embodiment of the invention, the power factor control function may be of the form of:

25

$$K_3 + K_4 / s \quad \text{-----} \quad (7)$$

where K_3 is a proportional term and K_4 / s is an integral term (which is used to avoid a steady state error which would be undesirable for power factor control).

30 In an alternative embodiment of the invention, a derivative term ($K_{d,s}$) may also be included, in which case the power factor control function will be in the form of:

$$K_3 + K_4 / s + K_{40} s \text{ ----- (8)}$$

Here, K_3 , K_4 and K_{40} are negative values.

5

The value of the gains (K_i) may be determined using standard optimization procedures according to the type of response required. In this case, an overdamped response is desirable. Such a response provides a slower response but prevents large overshoots from occurring.

10

Although the power factor control function has been described in terms of equations (7) and (8) it is to be understood that other power factor control functions which provide a similar result may be used.

15

For the purpose of this description, in figure 1 the desired power factor has been represented as $(1 - PF)sign_{des}$, and the actual (sensed) power factor has been represented as $(1 - PF)sign_{actual}$. In this case, 'sign' is made positive for a leading power factor negative for a lagging power factor. In this respect, the desired power factor will usually be dictated by the mains utility company. Since

20

most mains supplies from mains power distribution grids are lagging, it is often desired that inputs to the mains power distribution network be leading. Thus, in the preferred embodiment of the invention, the desired power factor may be programmable, and thus may be altered when required.

25

The programming of the desired power factor may be performed remotely (for example, by the mains utility company) using a telephone network (for example, a public switched telephone network, or a public land mobile network), or by other communications network means (for example, via the Internet), or by superimposing desired power factor data onto the mains supply itself.

30

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 33

Whilst in the mains-connected mode 206 (refer to fig. 2) in the event that the heat engine were to fail, the application of the mains power to the output of the alternator 100 would result in the alternator behaving as a motor. Such behavior would result in a reversal in the direction of the flow of the current on the output side of the alternator 100.

Advantageously, in a preferred form of the invention, the parameter sensing means 80 is able to sense the reversal in the direction of the current. In response to the detection of the current reversal the control system transitions a 'shut down' state 208.

Similarly, in the event that the mains power distribution network was to fail (for example, die to a 'black out' or 'brown out' the control system senses the loss (or degradation) of mains supply (that is, the voltage and frequency of the supply from the mains power distribution network) and in response acts to transfer the operation of the control system to the stand-alone mode 204 (refer fig. 2). Thus, provided that the power requirements of the household load are less than the output power of the alternator, the supply of AC electricity to the household load will be uninterrupted.

It will thus be recognised that the present invention provides a system and method for generating AC electricity which is suitable for use with a mains power distribution network without relying on an intermediate DC conversion process. Thus, the present invention is able to provide AC electricity without relying on an inverter.

It will also be recognised that the present invention provides a system and method for generating AC electricity which is suitable for use without a mains power distribution network which is able to compensate for fluctuations in an electrical load.

The above has been described with reference to a particular embodiment and it will be understood by the person skilled in the art that many variations and modifications are possible within the scope of the present invention.

- 5 Indeed, although the invention has been described in terms of a preferred embodiment which provides control signals which are able to be used to regulate a respective sensed parameter, it will be appreciated that the invention could also be realized in other forms in which each control signal is able to be used regulate multiple sensed parameters, or indeed a form in which one or
10 more control signals are each provided according to multiple sensed parameters.

- One suitable form of the invention which may be able to regulate multiple sensed parameters may include a state space controller. Yet another suitable
15 form may include a fuzzy logic controller.

WO 02/082631

PCT/AU02/00391

- 35

Claims

1. A control system for a cogeneration unit, the cogeneration unit including
a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator
5 generating AC electricity for an electrical load, the control system
including:
- a. parameter sensing means for sensing:
- i. designated parameter(s) of the generated AC electricity;
and
10 ii. the temperature of a body heated by energy provided by
the cogeneration unit;
the parameter sensing means providing a sensed parameter value
for each sensed parameter;
- 15 b. for each sensed parameter, a comparator means for comparing a
sensed parameter value with a respective desired value, each
comparator means being able to provide an error signal according
to the difference between the sensed parameter value and the
desired value; and
- 20 c. each comparator means being coupled to a respective controlling
means, each controlling means being capable of using the error
signal from the comparator means to provide a control signal,
such that each control signal being can used to regulate a
respective parameter;
- 25 wherein the regulation of the designated parameters is performed by
controlling characteristics of the alternator, and the regulation of the
temperature of the body is performed by controlling fuel supply to the
heat engine.
- 30 2. A control system for a cogeneration unit according to claim 1
wherein the electrical load includes a household load, the household load
being connected to both the alternator and an external AC power source.

3. A control system for a cogeneration unit according to claim 2 wherein the designated parameter is a power factor of the generated AC electricity and the desired value is a desired power factor value.
- 5 4. A control system for a cogeneration unit according to claim 3 wherein the desired power factor value is able to be programmed into a programmable device of the control system.
- 10 5. A control system for a cogeneration unit according to claim 3 wherein the controlling means for the power factor parameter is a power factor controller, the power factor controller being capable of providing a power factor control signal to a field current controller, the field current controller being coupled to a field winding of the alternator, wherein in response to the power factor control signal the field current controller varies the field current.
- 15 6. A control system for a cogeneration unit according to claim 1 wherein the electrical load includes a household load and a dummy load, the household load and the dummy load both being connected to the alternator and not connected to an external AC power source.
- 20 7. A control system for a cogeneration unit according to claim 6 wherein the designated parameters are the output voltage and frequency of the generated AC electricity, and the desired values are a desired output voltage value and a desired frequency value.
- 25 8. A control system for a cogeneration unit according to claim 7 wherein the controlling means for the output voltage parameter is a voltage controller, the voltage controller being capable of providing a voltage control signal to a field current controller, the field current controller being coupled to a field winding of the alternator, wherein in response to the voltage control
- 30

signal the field current controller varies the field current of a field winding of the alternator.

9. A control system for a cogeneration unit according to claim 7 wherein the
5 controlling means for the frequency parameter is a frequency controller,
the frequency controller being capable of providing a frequency control
signal to an electronic switch, such that the electronic switch varies the
effective magnitude of the dummy load according to the frequency
10 control signal, wherein the variation of the effective magnitude of the
dummy load is able to vary the speed of the alternator.
10. A control system according to claim 9 wherein the electronic switch is a
triac.
- 15 11. A control system for a cogeneration unit according to claim 6 wherein the
dummy load is a resistive element, the resistive element being capable of
heating the body.
- 20 12. A control system for a cogeneration unit according to claim 1 wherein the
controlling means for the temperature parameter is a fuel controller, the
fuel controller being capable of providing a fuel control signal to a fuel
regulator, such that the fuel regulator varies the fuel supply rate to the
heat engine according to the fuel control signal, wherein the variation of
25 the fuel supply varies the energy which is provided to the body.
13. A control system for a cogeneration unit according to claim 12 wherein
the body is a body of water which is able to be used in a hydronic heating
system.
- 30 14. A control system for a cogeneration unit according to claim 13 wherein
the desired temperature value is set using the hydronic heating system,

wherein the hydronic heating system is capable of dissipating heat obtained from the body.

15. A control system for a cogeneration system according to claim 13
5 wherein the control system further includes means for controlling the heat dissipation of the hydronic heating system.
16. A control system for a cogeneration unit according to claim 1 wherein the
10 control system further includes a switching means which is operable to select the electrical load type, the electrical load type being selected from:
- a. a household load being connected to both the alternator and an external AC power source; and
 - b. a household load and a controllable dummy load, both not being
15 connected to an external power source.
17. A method for controlling a cogeneration unit, the cogeneration unit
20 including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the method including:
- a. sensing parameters, the parameters including:
 - i. designated parameter(s) of the generated AC electricity;
and
 - ii. the temperature of a body heated by energy provided by
25 the cogeneration unit;such that the sensing provides a sensed parameter value for each sensed parameter;
 - b. comparing a sensed parameter value with a respective desired
value, the comparison providing an error signal according to the
30 difference between the sensed parameter value and the desired value; and

- c. using the error signal from the comparator means to provide a control signal, such that each control signal being can used to regulate a respective parameter;
- wherein the regulation of the designated parameters is performed by
5 controlling characteristics of the alternator, and the regulation of the temperature of the body is performed by controlling fuel supply to the heat engine.
18. A programmed computer for controlling a cogeneration unit, the
10 cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the programmed computer including software and hardware for:
- a. sensing parameters, the parameters including:
- 15 i. designated parameter(s) of the generated AC electricity;
and
ii. the temperature of a body heated by energy provided by the cogeneration unit;
- such that the sensing provides a sensed parameter value for each sensed parameter;
- 20 b. comparing a sensed parameter value with a respective desired value, the comparison providing an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
- c. using each error signal to provide a respective control signal, such
25 that each control signal can be used to regulate a respective parameter;
- wherein the regulation of the designated parameters is performed by controlling characteristics of the alternator, and the regulation of the temperature of the body is performed by controlling fuel supply to the
30 heat engine.

19. A programmed computer according to claim 16 wherein the desired values are programmable.
20. A multi-mode control system for a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the control system including:
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- a. parameter sensing means for sensing:
 - i. designated parameter(s) of the generated AC electricity; and
 - ii. the temperature of a body heated by energy provided by the cogeneration unit;

the parameter sensing means providing a sensed parameter value for each sensed parameter, the designated parameters being mode dependent such that in a first mode the designated parameters include the voltage and frequency of the AC electricity and in a second mode the designated parameters include the power factor of the AC electricity;
 - b. for each sensed parameter, a comparator means for comparing a sensed parameter value with a respective desired value, each comparator means being able to provide an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
 - c. each comparator being coupled to a respective controlling means, each controlling means using the error signal from the comparator to provide a control signal, each control signal being used to regulate a respective parameter;
- wherein the regulation of the designated parameters is performed by controlling characteristics of the alternator, and the regulation of the temperature of the body is performed by controlling fuel supply to the heat engine and wherein the mode of the control system is selectable using a switch.

21. A multi-mode control system for a cogeneration unit according to claim 20 wherein in the first mode the cogeneration unit operates independently of an external AC power source, and in the second mode the cogeneration unit operates in conjunction with an external AC power source.
22. A multi-mode control system for a cogeneration unit according to claim 21 wherein in the first mode the electrical load includes a dummy load and a household load.
23. A multi-mode control system for a cogeneration unit according to claim 22 wherein the effective magnitude of the dummy load is controlled by the controlling means associated with controller used to regulate the frequency parameter such that the control of the dummy load is able to be used to regulate the frequency of the AC electricity.
24. A multi-mode control system for a cogeneration unit according to claim 21 wherein in the second mode the electrical load includes a household load.
25. A control system for a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the control system including:
- a. parameter sensing means for sensing one or more parameters, the parameter sensing means providing a sensed parameter value for each sensed parameter;
 - b. for each sensed parameter, a comparator means for comparing the sensed parameter value with a respective desired value, each comparator means being able to provide an error signal according

- to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
- c. one or more controlling means, the one or more controlling means being capable of using one or more of the error signals to provide a plurality of control signals, such that each control signal is able to regulate one or more of the sensed parameters;
- wherein the regulation of the sensed parameters is performed by controlling characteristics of the alternator and a temperature of a body heated using energy from the cogeneration unit.
26. A control system for a cogeneration unit according to claim 25 wherein the control system is operable in at least a first and a second mode.
27. A control system according to claim 26 wherein in the first mode the cogeneration unit operates independently of an external AC power source.
28. A control system according to claim 27 wherein the sensed parameters include:
- a. frequency of the generated AC electricity;
- b. voltage of the generated AC electricity; and
- c. the temperature of the body.
29. A control system according to claim 27 wherein the electrical load includes a dummy load and a household load.
30. A control system according to claim 29 wherein the effective magnitude of the dummy load is controlled by a control signal.
31. A control system according to claim 26 wherein in the second mode the cogeneration unit operates in conjunction with an external AC power source.

32. A control system according to claim 31 wherein the sensed parameters include:
- a. power factor of the generated AC electricity; and
 - 5 b. the temperature of the body.
33. A method for controlling a cogeneration unit, the cogeneration unit including a heat engine and an alternator driven by the heat engine, the alternator generating AC electricity for an electrical load, the control system including:
- 10 a. sensing one or more parameters, the sensing providing a sensed parameter value for each sensed parameter;
 - b. comparing a sensed parameter value with a respective desired value;
 - 15 c. providing an error signal according to the difference between the sensed parameter value and the desired value; and
 - d. using one or more of the error signals to provide at least one control signal, such that each control signal is able to regulate one or more of the sensed parameters;
 - 20 wherein the regulation of the sensed parameters is performed by controlling characteristics of the alternator and a temperature of a body heated using energy from the cogeneration unit.

1/2

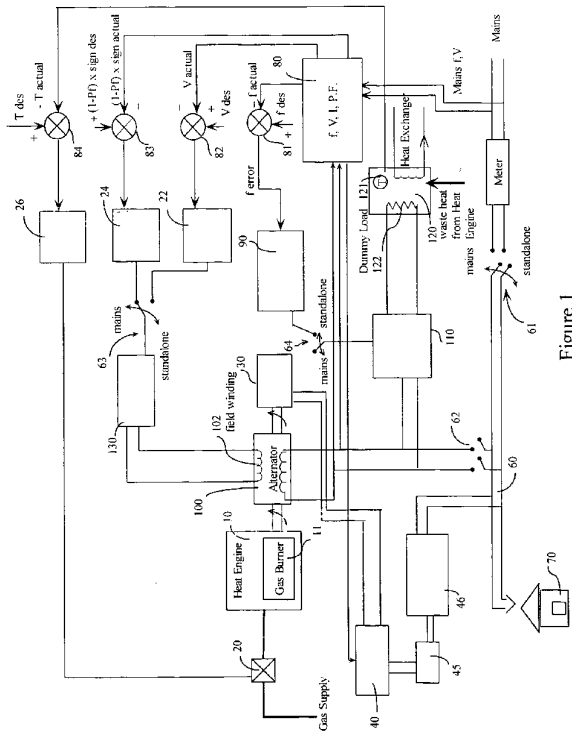


Figure 1

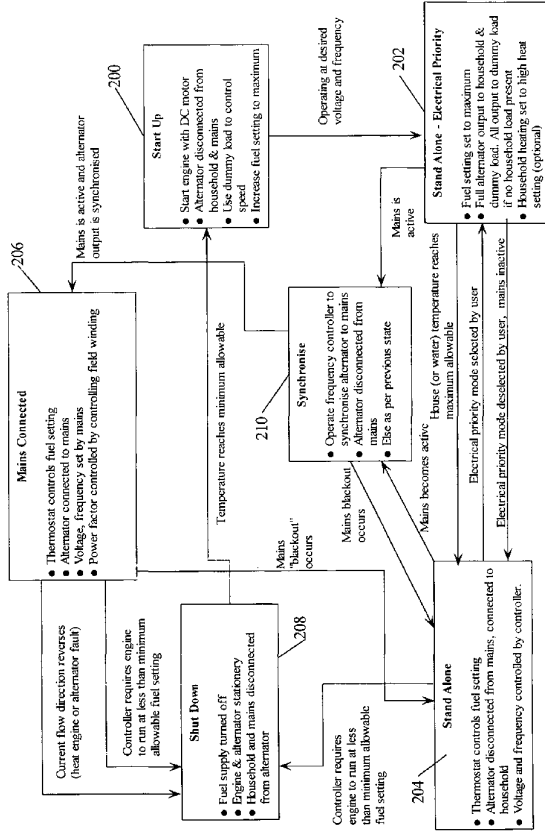


Figure 2

【手続補正書】

【提出日】平成15年6月5日(2003.6.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のためのAC電気を生成する交流発電機と、を備えるコージェネレーションユニットのための制御システムであって、

a .

i . 生成されたAC電気の指定パラメータと、

i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を感知し、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、

b . 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、それぞれが感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供することのできる比較器手段と、を備え、

c . 各比較器手段はそれぞれの制御手段に結合されており、各制御手段は比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供することができ、それにより各制御信号はそれぞれのパラメータを調整するのに使用することができ、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行う制御システム。

【請求項2】

電気負荷は家庭負荷を含み、家庭負荷は交流発電機と外部AC電源との両方に接続されている、請求項1に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項3】

指定パラメータは生成されたAC電気の力率であり、所望の値は所望の力率値である、請求項2に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項4】

所望の力率値は制御システムのプログラム可能デバイス中にプログラムすることができる、請求項3に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項5】

力率パラメータに対する制御手段は力率コントローラであり、力率コントローラは力率制御信号を界磁電流コントローラに提供することができ、界磁電流コントローラは交流発電機の界磁巻線に結合されており、界磁電流コントローラは力率制御信号に応答して界磁電流を変化させる、請求項3に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項6】

電気負荷は家庭負荷および擬似負荷を含み、家庭負荷と擬似負荷は両方とも交流発電機に接続されており外部AC電源には接続されていない、請求項1に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項7】

指定パラメータは生成されたAC電気の出力電圧および周波数であり、所望の値は所望の出力電圧値および所望の周波数値である、請求項6に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項8】

出力電圧パラメータに対する制御手段は電圧コントローラであり、電圧コントローラは電圧制御信号を界磁電流コントローラに提供することができ、界磁電流コントローラは交流

発電機の界磁巻線に結合されており、界磁電流コントローラは電圧制御信号にตอบสนองして交流発電機の界磁巻線の界磁電流を変化させる、請求項 7 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 9】

周波数パラメータに対する制御手段は周波数コントローラであり、周波数コントローラは周波数制御信号を電気スイッチに提供することができ、それにより電気スイッチは周波数制御信号に従って擬似負荷の有効な大きさを変化させ、擬似負荷の有効な大きさが変化することにより、交流発電機の変速を変化させることができる、請求項 7 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 10】

電気スイッチはトライアックである、請求項 9 に記載の制御システム。

【請求項 11】

擬似負荷は、物体を加熱することのできる抵抗素子である、請求項 6 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 12】

温度パラメータに対する制御手段は燃料コントローラであり、燃料コントローラは燃料制御信号を燃料調整器に提供することができ、それにより燃料調整器は燃料制御信号に従って熱機関への燃料供給レートを変化させ、燃料供給が変化することにより、物体に提供されるエネルギーが変化する、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 13】

物体は、温水暖房システムで使用することのできる一塊の水である、請求項 12 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 14】

所望の温度値は温水暖房システムを使用して設定され、温水暖房システムは物体から得られる熱を散逸させることができる、請求項 13 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 15】

温水暖房システムの熱散逸を制御する手段をさらに備える、請求項 13 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 16】

電気負荷のタイプを、

- a. 交流発電機と外部 AC 電源の両方に接続された家庭負荷と、
- b. どちらも外部電源には接続されていない家庭負荷および制御可能擬似負荷と

のうちから選択するように動作可能な切替え手段をさらに備える、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 17】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための AC 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御する方法であって、

a.

i. 生成された AC 電気の指定パラメータと、

ii. コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と

を含むパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、

b. 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較して、それにより感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

c. 比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供し、それにより各制御信号を使用してそれぞれのパラメータを調整できるようにすることを含み、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の

調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行う、コージェネレーションユニットを制御する方法。

【請求項 18】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための AC 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御するためのプログラム式コンピュータであって、

a .

i . 生成された AC 電気の指定パラメータと、

ii . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と

を含むパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、

b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較して、それにより感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

c . 各誤差信号を使用してそれぞれの制御信号を提供し、それにより各制御信号を使用してそれぞれのパラメータを調整できるようにすることを行うためのソフトウェアおよびハードウェアを備え、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行うプログラム式コンピュータ。

【請求項 19】

所望の値がプログラム可能である、請求項 16 に記載のプログラム式コンピュータ。

【請求項 20】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための AC 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システムであって、

a .

i . 生成された AC 電気の指定パラメータと、

ii . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を感知するためのパラメータ感知手段であって、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供し、指定パラメータは、第 1 のモードでは AC 電気の電圧および周波数を含み、第 2 のモードでは AC 電気の力率を含むようにモードに依存する、パラメータ感知手段と、

b . 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号をそれぞれが提供することのできる比較器手段とを備え、

c . 各比較器手段はそれぞれの制御手段に結合され、各制御手段は比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供し、各制御手段はそれぞれのパラメータを調整するのに使用され、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行い、制御システムのモードはスイッチを使用して選択可能である、コージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 21】

第 1 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 AC 電源から独立して動作し、第 2 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 AC 電源と共に動作する、請求項 20 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 22】

第 1 のモードでは、電気負荷は擬似負荷および家庭負荷を含む、請求項 21 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 23】

擬似負荷の有効な大きさが、周波数パラメータを調整するのに使用されるコントローラに

関連する制御手段によって制御され、それにより擬似負荷の制御を用いて A C 電気の周波数を調整することができる、請求項 2 2 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 2 4】

第 2 のモードでは、電気負荷は家庭負荷を含む、請求項 2 1 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 2 5】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットのための制御システムであって、

a . 複数のパラメータを感知するためのパラメータ感知手段であって、複数の前記パラメータが生成された前記 A C 電気の指定パラメータを含み、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、

b . 感知される各パラメータごとの、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号をそれぞれが提供することのできる比較器手段と、

c . 1 つまたは複数の誤差信号を使用して複数の制御信号を提供することのできる 1 つまたは複数の制御手段であって、それにより各制御信号が 1 つまたは複数の感知されたパラメータを調整することができる制御手段とを備え、

感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからの熱を使用して加熱される物体の温度とを制御することによって行う、コージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 2 6】

少なくとも第 1 および第 2 のモードで動作可能である、請求項 2 5 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 2 7】

第 1 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 A C 電源から独立して動作する、請求項 2 6 に記載の制御システム。

【請求項 2 8】

感知されるパラメータは、物体の温度を含む、請求項 2 7 に記載の制御システム。

【請求項 2 9】

指定されるパラメータは、

a . 生成された A C 電気の周波数と、

b . 生成された A C 電気の電圧と、を含む、請求項 2 7 に記載の制御システム。

【請求項 3 0】

電気負荷は擬似負荷および家庭負荷を含む、請求項 2 7 に記載の制御システム。

【請求項 3 1】

擬似負荷の有効な大きさが制御信号によって制御される、請求項 2 9 に記載の制御システム。

【請求項 3 2】

第 2 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 A C 電源と共に動作する、請求項 2 6 に記載の制御システム。

【請求項 3 3】

感知されるパラメータは、物体の温度を含む、請求項 3 2 に記載の制御システム。

【請求項 3 4】

生成された A C 電気の指定パラメータが生成された A C 電気の力率を含む、請求項 3 2 または請求項 3 3 に記載の制御システム。

【請求項 3 5】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御する方法であって、

a . 複数のパラメータを感知して、複数の前記パラメータが生成された前記 A C 電気の指

定パラメータを含み、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、

b. 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較すること、

c. 感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

d. 1つまたは複数の誤差信号を使用して少なくとも1つの制御信号を提供し、それにより各制御信号が1つまたは複数の感知されたパラメータを調整できるようにすることを含み、

感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからのエネルギーを使用して加熱される物体の温度とを制御する制御信号を使う、コージェネレーションユニットを制御する方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

したがって本発明は、熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のためのAC電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットのための制御システムを提供する。この制御システムは、

a. 複数のパラメータを感知するためのパラメータ感知手段であって、複数のパラメータが生成されたAC電気の指定パラメータを含み、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、

b. 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号をそれぞれが提供することのできる比較器手段と、

c. 1つまたは複数の誤差信号を使用して複数の制御信号を提供することのできる1つまたは複数の制御手段であって、それにより各制御信号が1つまたは複数の感知されたパラメータを調整することができる制御手段とを備え、

感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからの熱を使用して加熱される物体の温度とを制御することによって行う。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

また理解されるように、本発明は、熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のためのAC電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御する方法も提供する。この制御システムは、

a. 複数のパラメータを感知して、複数のパラメータが生成されたAC電気の指定パラメータを含み、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること

b. 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較すること、

c. 感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

d. 1つまたは複数の誤差信号を使用して少なくとも1つの制御信号を提供し、それにより各制御信号が1つまたは複数の感知されたパラメータを調整できるようにすることを含み、

感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからのエネルギーを使用して加熱される物体の温度とを制御することによって行う。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

有利なことに、本発明は、物体の温度のせいで通常ならAC電気が適さなくなる（例えば周波数が低すぎる）状況で、AC電気の供給を家庭負荷に適したものに維持する能力を制御システムに提供するモード（以下、「電気優先モード」と呼ぶ）を提供することにより、前述の問題を克服する。

電気優先モードでは、熱機関への燃料供給は、所定の供給速度（例えば、最大供給速度）に固定し得るか、あるいは家庭負荷を超えて固定されたバッファを維持するように変更し得る。

電気優先モードは、スイッチを使うユーザ、あるいはおそらくユーザインタフェース上のメニュー選択によって選択/接続解除し得る。選択/接続解除はコントローラに通信し得る。

本発明の別の態様では、“スマート(smart)”コントローラを使用し得る。この態様では、スマートコントローラは、家庭負荷がまさに増大しようとする予兆に基づいてコントロールシステムを電気優先モードに切り換え得る。そのような予兆は以前の使用パターン、あるいはスマートコントローラに利用し得るユーザの選択又は他のデータに基づき得る。スマートコントローラを含む本発明の態様では、家庭負荷が交流発電機出力に接近した時（すなわち、擬似負荷熱散逸が所定レベルより下に減少した時）にスマートコントローラは電気優先モードを選択することもでき、その後、バッファが再び適切なレベルまで増大した時に電気優先モードを接続解除することができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0086

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0086】

コージェネレーションユニットの始動(Starting Cogeneration Unit)

最初の始動時、スイッチ61、63、64はスタンドアロン位置にあり、スイッチ62は開放位置に切り換えられる。図1をよく見れば明らかなように、この構成では、幹線配電ネットワークからの幹線電源はコージェネレーションユニットから分離されており、交流発電機100の出力は家庭負荷70から分離されている。さらに、周波数コントローラ90は、最初に擬似負荷122の有効な大きさを最小値に設定することが好ましい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0112

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0112】

スタンドアロン電気優先モード(Stand-alone Electrical Priority Mode)

再び図1を参照するが、制御システムは、家庭負荷70と擬似負荷122の両方を含む電気負荷に交流発電機の電気を提供するようにスイッチ62を閉じることによってスタンドアロン電気優先モード用に構成することもでき、別法として擬似負荷122だけに出力電力を送ることもできる（始動中の場合と同様に）。

【手続補正書】

【提出日】平成15年8月1日(2003.8.1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機と、を備えるコージェネレーションユニットのための制御システムであって、

a .

i . 生成された A C 電気の指定パラメータと、

i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を感知し、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、

b . 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、それぞれが感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供することのできる比較器手段と、を備え、

c . 各比較器手段はそれぞれの制御手段に結合されており、各制御手段は比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供することができ、それにより各制御信号はそれぞれのパラメータを調整するのに使用することができ、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行う制御システム。

【請求項 2】

電気負荷は家庭負荷を含み、家庭負荷は交流発電機と外部 A C 電源との両方に接続されている、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 3】

指定パラメータは生成された A C 電気の力率であり、所望の値は所望の力率値である、請求項 2 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 4】

所望の力率値は制御システムのプログラム可能デバイス中にプログラムすることができる、請求項 3 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 5】

力率パラメータに対する制御手段は力率コントローラであり、力率コントローラは力率制御信号を界磁電流コントローラに提供することができ、界磁電流コントローラは交流発電機の界磁巻線に結合されており、界磁電流コントローラは力率制御信号に応答して界磁電流を変化させる、請求項 3 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 6】

電気負荷は家庭負荷および擬似負荷を含み、家庭負荷と擬似負荷は両方とも交流発電機に接続されており外部 A C 電源には接続されていない、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 7】

指定パラメータは生成された A C 電気の出力電圧および周波数であり、所望の値は所望の出力電圧値および所望の周波数値である、請求項 6 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 8】

出力電圧パラメータに対する制御手段は電圧コントローラであり、電圧コントローラは電圧制御信号を界磁電流コントローラに提供することができ、界磁電流コントローラは交流発電機の界磁巻線に結合されており、界磁電流コントローラは電圧制御信号に応答して交流発電機の界磁巻線の界磁電流を変化させる、請求項 7 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 9】

周波数パラメータに対する制御手段は周波数コントローラであり、周波数コントローラは周波数制御信号を電気スイッチに提供することができ、それにより電気スイッチは周波数制御信号に従って擬似負荷の有効な大きさを変化させ、擬似負荷の有効な大きさが変化することにより、交流発電機の変速を変化させることができる、請求項 7 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 10】

電気スイッチはトライアックである、請求項 9 に記載の制御システム。

【請求項 11】

擬似負荷は、物体を加熱することのできる抵抗素子である、請求項 6 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 12】

温度パラメータに対する制御手段は燃料コントローラであり、燃料コントローラは燃料制御信号を燃料調整器に提供することができ、それにより燃料調整器は燃料制御信号に従って熱機関への燃料供給レートを変化させ、燃料供給が変化することにより、物体に提供されるエネルギーが変化する、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 13】

物体は、温水暖房システムで使用することのできる一塊の水である、請求項 12 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 14】

所望の温度値は温水暖房システムを使用して設定され、温水暖房システムは物体から得られる熱を散逸させることができる、請求項 13 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 15】

温水暖房システムの熱散逸を制御する手段をさらに備える、請求項 13 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 16】

電気負荷のタイプを、

- a . 交流発電機と外部 AC 電源の両方に接続された家庭負荷と、
- b . どちらも外部電源には接続されていない家庭負荷および制御可能擬似負荷と

のうちから選択するように動作可能な切替え手段をさらに備える、請求項 1 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 17】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための AC 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御する方法であって、

a .

i . 生成された AC 電気の指定パラメータと、

ii . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と

を含むパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、

b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較して、それにより感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

c . 比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供し、それにより各制御信号を使用してそれぞれのパラメータを調整できるようにすることを含み、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行う、コージェネレーションユニットを制御する方法。

【請求項 18】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための AC 電気を生成する交流発電機と

を備えるコージェネレーションユニットを制御するためのプログラム式コンピュータであって、

a .

i . 生成された A C 電気の指定パラメータと、

i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と

を含むパラメータを感知して、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、

b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較して、それにより感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

c . 各誤差信号を使用してそれぞれの制御信号を提供し、それにより各制御信号を使用してそれぞれのパラメータを調整できるようにすることを行うためのソフトウェアおよびハードウェアを備え、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行うプログラム式コンピュータ。

【請求項 19】

所望の値がプログラム可能である、請求項 16 に記載のプログラム式コンピュータ。

【請求項 20】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システムであって、

a .

i . 生成された A C 電気の指定パラメータと、

i i . コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を感知するためのパラメータ感知手段であって、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供し、指定パラメータは、第 1 のモードでは A C 電気の電圧および周波数を含み、第 2 のモードでは A C 電気の力率を含むようにモードに依存する、パラメータ感知手段と、

b . 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号をそれぞれが提供することのできる比較器手段とを備え、

c . 各比較器手段はそれぞれの制御手段に結合され、各制御手段は比較器手段からの誤差信号を使用して制御信号を提供し、各制御手段はそれぞれのパラメータを調整するのに使用され、

指定パラメータの調整は、交流発電機の特性を制御することによって行い、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行い、制御システムのモードはスイッチを使用して選択可能である、コージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 21】

第 1 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 A C 電源から独立して動作し、第 2 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 A C 電源と共に動作する、請求項 20 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 22】

第 1 のモードでは、電気負荷は擬似負荷および家庭負荷を含む、請求項 21 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 23】

擬似負荷の有効な大きさが、周波数パラメータを調整するのに使用されるコントローラに関連する制御手段によって制御され、それにより擬似負荷の制御を用いて A C 電気の周波数を調整することができる、請求項 22 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 24】

第 2 のモードでは、電気負荷は家庭負荷を含む、請求項 2 1 に記載のコージェネレーションユニットのためのマルチモード制御システム。

【請求項 2 5】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットのための制御システムであって、

a . 複数のパラメータを感知するためのパラメータ感知手段であって、複数の前記パラメータが生成された前記 A C 電気の指定パラメータを含み、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、

b . 感知される各パラメータごとの、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較するための比較器手段であって、感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号をそれぞれが提供することのできる比較器手段と、

c . 1 つまたは複数の誤差信号を使用して複数の制御信号を提供することのできる 1 つまたは複数の制御手段であって、それにより各制御信号が 1 つまたは複数の感知されたパラメータを調整することができる制御手段とを備え、

感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからの熱を使用して加熱される物体の温度とを制御することによって行う、コージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 2 6】

少なくとも第 1 および第 2 のモードで動作可能である、請求項 2 5 に記載のコージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項 2 7】

第 1 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 A C 電源から独立して動作する、請求項 2 6 に記載の制御システム。

【請求項 2 8】

感知されるパラメータは、物体の温度を含む、請求項 2 7 に記載の制御システム。

【請求項 2 9】

指定されるパラメータは、

a . 生成された A C 電気の周波数と、

b . 生成された A C 電気の電圧と、を含む、請求項 2 7 に記載の制御システム。

【請求項 3 0】

電気負荷は擬似負荷および家庭負荷を含む、請求項 2 7 に記載の制御システム。

【請求項 3 1】

擬似負荷の有効な大きさが制御信号によって制御される、請求項 2 9 に記載の制御システム。

【請求項 3 2】

第 2 のモードでは、コージェネレーションユニットは外部 A C 電源と共に動作する、請求項 2 6 に記載の制御システム。

【請求項 3 3】

感知されるパラメータは、物体の温度を含む、請求項 3 2 に記載の制御システム。

【請求項 3 4】

生成された A C 電気の指定パラメータが生成された A C 電気の力率を含む、請求項 3 2 または請求項 3 3 に記載の制御システム。

【請求項 3 5】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のための A C 電気を生成する交流発電機とを備えるコージェネレーションユニットを制御する方法であって、

a . 複数のパラメータを感知して、複数の前記パラメータが生成された前記 A C 電気の指定パラメータを含み、それにより、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供すること、

b . 感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較すること、

c . 感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供すること、および

d. 1つまたは複数の誤差信号を使用して少なくとも1つの制御信号を提供し、それにより各制御信号が1つまたは複数の感知されたパラメータを調整できるようにすることを含み、

感知されたパラメータの調整は、交流発電機の特性と、コージェネレーションユニットからのエネルギーを使用して加熱される物体の温度とを制御する制御信号を使う、コージェネレーションユニットを制御する方法。

【請求項36】

熱機関と、熱機関によって駆動されて電気負荷のためのAC電気を生成する交流発電機と、を備えるコージェネレーションユニットのための制御システムであって、

a.

i. 生成されたAC電気の少なくとも1つの指定パラメータと、

ii. コージェネレーションユニットから提供されたエネルギーによって加熱された物体の温度と、を感知し、感知した各パラメータごとに感知パラメータ値を提供するパラメータ感知手段と、

b. 感知される各パラメータごとに、感知パラメータ値をそれぞれの所望の値と比較しかつ感知パラメータ値と所望の値との差に応じた誤差信号を提供する比較器と、を備え、

c. 各比較器はそれぞれの誤差信号を使ってそれぞれの感知されたパラメータを調整する制御信号を提供する制御装置に連結され、もって少なくとも1つの指定されたパラメータ制御信号が交流発電機に提供され、

少なくとも1つの前記指定パラメータの調整は交流発電機の特性を制御することによって行なわれ、物体の温度の調整は、熱機関への燃料供給を制御することによって行なわれる、コージェネレーションユニットのための制御システム。

【請求項37】

前記交流発電機に提供された制御信号が交流発電機界磁巻線電流制御信号を含んでいる、請求項1に記載の制御システム。

【請求項38】

前記交流発電機界磁巻線電流制御信号によって調整された指定パラメータが生成されたAC電気の電圧を含む、請求項2に記載の制御システム。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/AU02/00391
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int. Cl. ⁷ : H02P 9/04, 9/14, G05F 1/66, 1/70		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Refer Electronic data base consulted below		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) DWPI IPC H02P/-, H02J/-, G05F/-, F02D/-, F01K/-, F01B/-, F02C/-, F02G/- & keywords: COGENERAT, HEAT, COMBINED, ENGINE, ELECTRIC, ALTERNAT, GENERAT, CONTROL, REGULAT and similar terms.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97/02454 (RYHINER DANIEL) 23 January 1997 See whole document	1-8, 12-15, 17-22, 24-33
Y	US 4 752 697 (LYONS ET AL) 21 Jun 1988 See Abstract, Figs. 1-4, description, claims	1-8, 12-15, 17-22, 24-33
Y	US 5,552,640 (SUTTON ET AL) 03 September 1996 See whole document	1-8, 12-15, 17-22, 24-33
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex		
* Special categories of cited documents:		
"A"	Document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	Earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	Document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	Document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 26 April 2002	Date of mailing of the international search report 10 MAY 2002	
Name and mailing address of the ISA/AU AUSTRALIAN PATENT OFFICE PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA E-mail address: pct@ipaustralia.gov.au Facsimile No. (02) 6285 3929	Authorized officer DALE SIVER Telephone No : (02) 6283 2196	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/AU02/00391
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 539 258 (SUTTON ET AL) 23 Jul 1996 See Fig.1, column 2 line 22-column 5 line 40	1-8, 12-15, 17-22, 24-33
Y	US 5,751,069 (RAJASHEKARA ET AL) 12 May 1998 See Figs.1-4, description	1-8, 12-15, 17-22, 24-33
Y	US 4 648 242 (GRIESINGER) 10 March 1987 See Fig.1 and abstract	1-8, 12-15, 17-22, 24-33
Y	US 4 527 071 (AUSIELLO) 2 Jul 1985 See Fig.1 and description	1-8, 12-15, 17-22, 24-33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family membersInternational application No.
PCT/AU02/00391

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent Document Cited in Search Report		Patent Family Member					
WO	9702454	US	6274941	AU	61201/96	CA	2225915
		CZ	9704227	EP	835411	NO	976124
US	5751069						
US	4752697	CA	1292771	EP	286377	JP	1008832
US	4648242						
US	4527071	EP	83557	IT	1212649		
US	5539258	EP	643474	GB	2281984		
US	5552640	EP	644647	GB	2281985		
END OF ANNEX							

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100101465

弁理士 青山 正和

(74)代理人 100094400

弁理士 鈴木 三義

(74)代理人 100107836

弁理士 西 和哉

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(74)代理人 100110364

弁理士 実広 信哉

(72)発明者 ポール・ヴァン・デ・ロー

オーストラリア・サウス・オーストラリア・5 1 3 6・ノートン・サミット・ムーアズ・ロード・
ロット・2 6

Fターム(参考) 3G081 BA20 DA26 DA30

5H590 AA02 BB09 CA01 CC01 CE01 CE02 DD06 FA06 HA02 HA05