

ET 794

Gasturbine mit Nutzturbine



Lerninhalte / Übungen

- Wellenleistung bestimmen
- spezifischen Brennstoffverbrauch bestimmen
- Turbinenkennlinie der Nutzturbine aufnehmen
- Wirkungsgrad der Anlage bestimmen

Beschreibung

- einfaches Modell einer Gasturbine
- 2-Wellen-Anordnung mit Hochdruckturbinen und Nutzturbine
- Anzeige- und Bedienfeld mit anschaulichem Prozessschema
- Propangas als Brennstoff

Gasturbinen mit freilaufenden Nutzturbinen werden bevorzugt eingesetzt als Antriebe für stark wechselnde Leistungsanforderungen in Kraftwerken, Schiffen, Lokomotiven und im Kraftfahrzeugbau.

ET 794 untersucht das Verhalten im Betrieb einer Anlage mit zwei unabhängigen Turbinen in 2-Wellen-Anordnung. Hierbei treibt eine Turbine (Hochdruckturbinen) den Verdichter an und die andere Turbinen (Nutzturbine) liefert die Nutzleistung. Leistungsänderungen in der Nutzturbine haben keinen Einfluss auf den Verdichter, der mit optimaler Drehzahl im besten Wirkungsgradpunkt weiterlaufen kann.

Der Versuchsstand beinhaltet folgende Komponenten: Verdichter, Rohrbrennkammer und Hochdruckturbinen, Brennstoffsystem, Starter- und Zündsystem, Schmieröl-System, Nutzturbine, Generator sowie Mess- und Steuerungstechnik.

Die gesamte Einheit wird Gasturbine genannt. Sie arbeitet als offener Kreisprozess, wobei der Umgebungsluft entzogen und wieder zugeführt wird. Die Hochdruckturbinen zusammen mit Verdichter und Rohrbrennkammer wird Gaserzeuger genannt, da hier das erforderliche Gas für die Nutzturbine erzeugt wird. Dazu wird angesaugte Umgebungsluft im einstufigen radialen Verdichter auf höheren Druck gebracht. Bei Eintritt in die Brennkammer wird nur ein Teil der Luft zur Verbrennung genutzt. Diese Luft wird mit Hilfe eines Turbulenzerzeugers so weit verzögert, dass der zugefügte Brennstoff mit stabiler Flamme verbrennen kann. Der größere Teil der Luft wird zur Kühlung der Brennkammerbauteile verwendet und wird am Ende der

Brennkammer den Verbrennungsgasen zugemischt. Dadurch wird die Gastemperatur auf die zulässige Eintrittstemperatur der Hochdruckturbinen herabgesetzt.

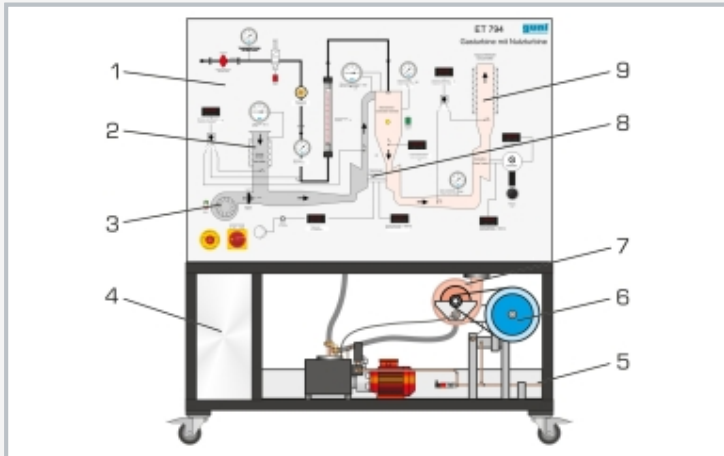
Aus der Brennkammer strömt das Gas in die einstufige radiale Hochdruckturbinen und gibt einen Teil seiner Energie an die Turbinen ab. Diese Energie treibt den Verdichter an.

In der Nutzturbine gibt das Gas den restlichen Teil seiner Energie ab, die in mechanische Energie umgewandelt wird und einen Generator antreibt. Die erzeugte elektrische Energie wird über Bremswiderstände abgeleitet. Das Starten der Gasturbine erfolgt mit Hilfe eines Startgebläses.

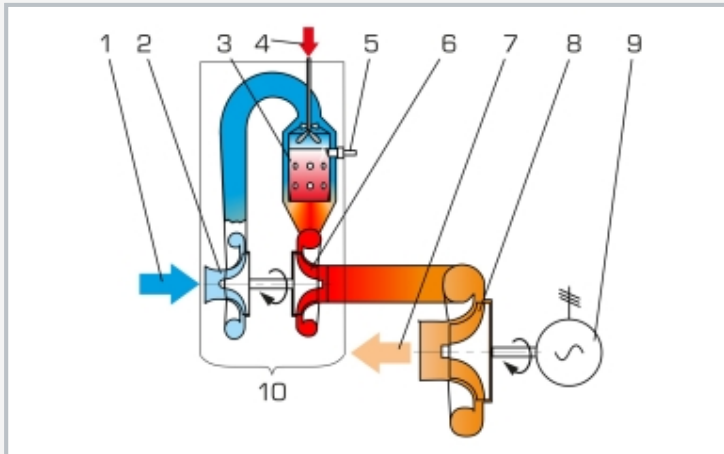
Drehzahl, Temperaturen, Drücke sowie Massenströme von Luft und Brennstoff werden mit Hilfe von Aufnehmern erfasst und angezeigt. Typische Kenngrößen werden bestimmt.

ET 794

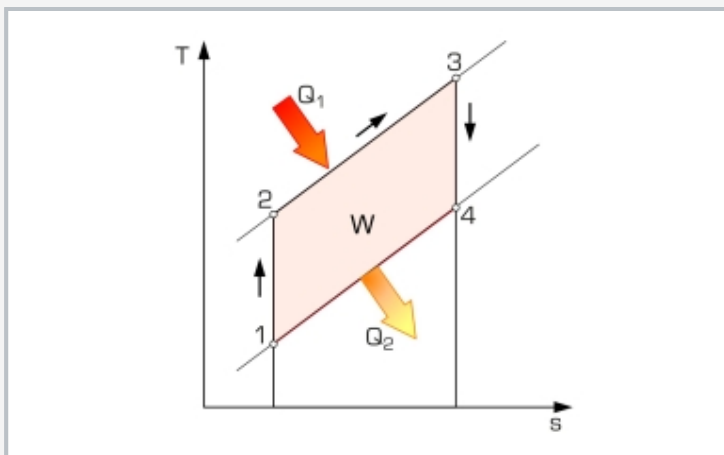
Gasturbine mit Nutzturbine



1 Prozessschema mit Anzeige- und Bedienelementen, 2 Luftansaugung mit Schalldämpfer, 3 Startergebläse, 4 Schaltschrank, 5 Kühlwasseranschluss, 6 Generator, 7 Nutzturbine, 8 Gaserzeuger (Verdichter, Brennkammer, Hochdruckturbine), 9 Schalldämpfer für Abgas



Funktionsschema der Anlage: 1 kalte Luft, 2 Verdichter, 3 Rohrbrennkammer, 4 Brennstoff, 5 Zündkerze, 6 Hochdruckturbine, 7 Abgas, 8 Nutzturbine, 9 Generator, 10 Gaserzeuger



T,s-Diagramm des offenen Gasturbinenprozesses: 1-2 verdichten, 2-3 Wärme zuführen, 3-4 entspannen; Q_1 Wärmezufuhr, Q_2 Wärmeabgabe, W Nutzarbeit

Spezifikation

- [1] Versuche zur Funktion und dem Verhalten im Betrieb einer Gasturbine in 2-Wellen-Anordnung
- [2] Betrieb mit Nutzturbine und Generator
- [3] Asynchronmotor mit Frequenzumrichter als Generator
- [4] Startergebläse zum Starten der Hochdruckturbine
- [5] Umwandlung der erzeugten elektrischen Energie in Wärme durch 4 Bremswiderstände (je 600W)
- [6] wirkungsvolle Schalldämpfung an Ansaug- und Abgasstutzen für Betrieb in Laborräumen
- [7] Aufnehmer erfassen alle relevanten Daten, die auf Displays im Prozessschema angezeigt werden

Technische Daten

Gaserzeuger (Verdichter und Hochdruckturbine)

- Drehzahlbereich: 60000...125000min⁻¹
- max. Druckverhältnis: 1:2,0
- max. Massenstrom (Luft): 0,115kg/sec
- max. Brennstoffverbrauch: 120g/min

Nutzturbine

- Drehzahlbereich: 10000...40000min⁻¹
- Leistung mechanisch: 0...1,5kW
- Leistung elektrisch: 0...1kW
- Lautstärke in 1m Abstand: max. 80dB(A)
- Abgastemperatur: 700°C

Messbereiche

- Temperatur: 4x 0...200°C / 3x 0...1200°C
- Drehzahl: 0...19999min⁻¹
- elektrische Leistung: 0...1999W
- Geschwindigkeit: 0...28m/s (Lufteintritt)
- Durchfluss: 1,5...10,5kg/h (Brennstoff)
- Druck Brennstoffversorgung: 0...25bar
- Düsendruck: 0...4bar (Brennstoff)
- Druckverlust Brennkammer: 0...20mbar
- Druck (Eintritt): 0...2,5bar (Hochdruckturbine)
- Druck (Eintritt): 0...250mbar (Nutzturbine)

230V, 50Hz, 1 Phase

230V, 60Hz, 1 Phase

230V, 60Hz, 3 Phasen

UL/CSA optional

LxBxH: 1510x770x1810mm

Gewicht: ca. 300kg

Für den Betrieb erforderlich

Kühlwasser: 200L/h, Propangas: 4...15bar
Belüftung 500m³/h, Abgasführung

Lieferumfang

- 1 Versuchsstand
- 1 Satz didaktisches Begleitmaterial