

# ET 400

## Kältekreislauf mit variabler Last



### Lerninhalte / Übungen

- Aufbau und Komponenten einer Kälteanlage
  - ▶ Verdichter
  - ▶ Verflüssiger
  - ▶ thermostatisches Expansionsventil
  - ▶ Verdampfer
  - ▶ Druckschalter
- Darstellung des thermodynamischen Kreisprozesses im log p,h-Diagramm
- Bestimmung wichtiger Kenngrößen
  - ▶ Leistungszahl
  - ▶ Kälteleistung
  - ▶ Verdichterarbeit
- Betriebsverhalten unter Last

### Beschreibung

- Kältekreislauf mit Wasserkreislauf als Last
- definierte Kühllast über geregelte Wassertemperatur
- Anzeige aller relevanten Werte
- dynamische Aufnahme des Kältemittelmassenstroms

Mit ET 400 wird ein Kältekreislauf unter einer einstellbaren Last untersucht. Der Kältekreislauf besteht aus einem Verdichter, einem Verflüssiger mit Ventilator, einem thermostatischen Expansionsventil und einem Koaxialwendel-Wärmeübertrager als Verdampfer. Als Last dient ein Wasserkreislauf, bestehend aus einem Behälter mit Heizer und einer Pumpe. Die Temperatur im Behälter wird an einem Regler eingestellt.

Die Aufgabe dieses Kältekreislaufs ist die Erzeugung von kaltem Wasser.

Dazu durchströmt das Wasser den Mantel des Koaxialwendel-Wärmeübertragers, gibt Wärme an das Kältemittel ab und kühlt dadurch ab.

Alle relevanten Messwerte werden mit Aufnehmern erfasst. Die gleichzeitige Übertragung der Messwerte an eine Datenerfassungssoftware ermöglicht die einfache Auswertung und die Darstellung des Prozesses im log p,h-Diagramm. Die GUNT-Software liefert exakte Daten des Kältemittelzustandes, mit deren Hilfe der Kältemittelmassenstrom präzise berechnet wird. Die Berechnung ergibt somit ein deutlich genaueres Ergebnis als die Messung mit konventionellen Verfahren. Die Software zeigt auch die wichtigsten Kenngrößen des Prozesses, wie z.B. Verdichterdruckverhältnis und Leistungszahl, an.

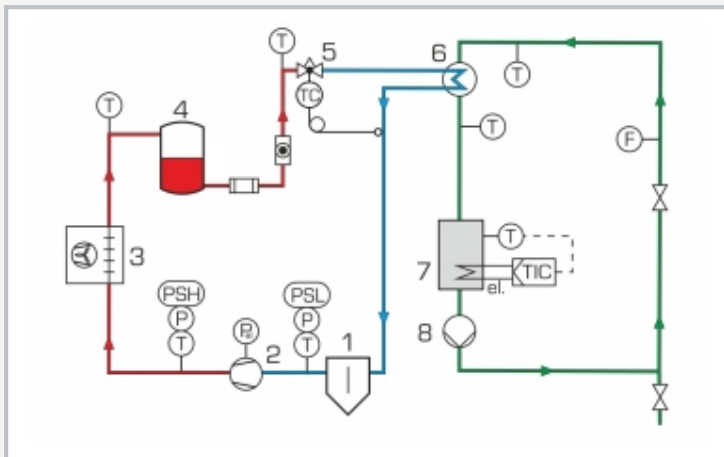
Die übersichtlich angeordneten Komponenten erleichtern das Verständnis.

# ET 400

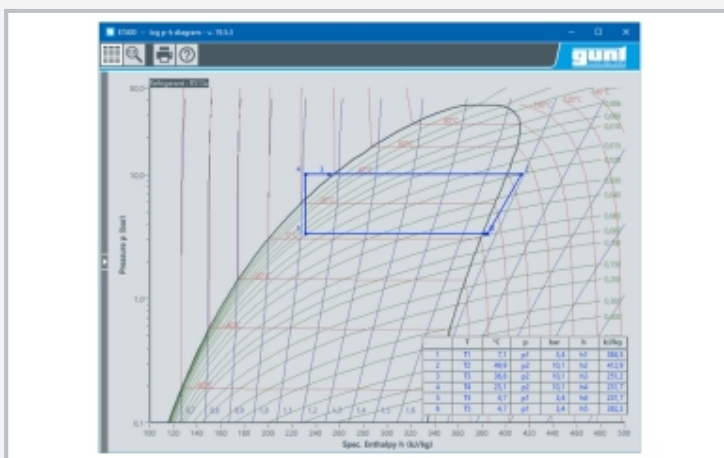
## Kältekreislauf mit variabler Last



1 Verflüssiger mit Ventilator, 2 Sammler, 3 Hochdruckschalter, 4 Anzeige- und Bedienelemente, 5 Regler für Heizer, 6 Verdichter, 7 Flüssigkeitsabscheider, 8 Pumpe, 9 Warmwasserbehälter mit Heizer, 10 Filter/Trockner, 11 Schauglas, 12 Expansionsventil, 13 Verdampfer



1 Flüssigkeitsabscheider, 2 Verdichter, 3 Verflüssiger, 4 Sammler, 5 Expansionsventil, 6 Verdampfer, 7 Warmwasserbehälter mit Heizer, 8 Pumpe; T Temperatur, P Druck, F Durchfluss, TIC Temperaturregler, PSH, PSL Druckschalter; blau-rot: Kältekreislauf, grün: Wasserkreislauf



Screenshot der Software: log p,h-Diagramm

### Spezifikation

- [1] Untersuchung eines Kältekreislaufs mit Wasserkreislauf als Last
- [2] Kältekreislauf mit Verdichter, Verflüssiger mit Ventilator, thermostatischem Expansionsventil und Koaxialwendel-Wärmeübertrager als Verdampfer
- [3] EC-Ventilator ermöglicht sehr große Lastvariabilität
- [4] Wasserkreislauf mit Pumpe, Behälter mit Heizer als Kühllast am Verdampfer
- [5] Heizer mit Regler zur Einstellung der Temperatur im Behälter
- [6] Erfassung aller relevanten Messwerte
- [7] Kältemittelmassenstrom präzise berechnet über GUNT-Software
- [8] GUNT-Software zur Datenerfassung über USB unter Windows 11
- [9] Kältemittel R513A, GWP: 631

### Technische Daten

- Verdichter**
- Kälteleistung: ca. 479W bei 7,2/54,4°C
  - Leistungsaufnahme: 168W bei 7,2/54,4°C
- Verdampfer**
- Volumen Kältemittel: 0,4L
  - Volumen Wasser: 0,8L
- Verflüssiger**
- Übertragungsfläche: ca. 1,25m<sup>2</sup>
  - Luftstrom 0...1710m<sup>3</sup>/h
- Pumpe**
- max. Förderstrom: 1,9m<sup>3</sup>/h
  - max. Förderhöhe: 1,4m
- Behälter**
- Volumen: ca. 4,5L
  - Heizer: ca. 450W
- Kältemittel: R513A, GWP: 631**
- Füllmenge: 800g
  - CO<sub>2</sub>-Äquivalent: 0,5t

- Messbereiche**
- Druck: 2x -1...15bar
  - Leistung: 0...750W
  - Temperatur: 6x 0...100°C
  - Durchfluss:
    - ▶ Wasser 0,05...1,8L/min
    - ▶ Kältemittel berechnet 0...17kg/h

230V, 50Hz, 1 Phase; 230V, 60Hz, 1 Phase  
 120V, 60Hz, 1 Phase; UL/CSA optional  
 LxBxH: 1620x790x1910mm  
 Gewicht: ca. 192kg

### Für den Betrieb erforderlich

PC mit Windows empfohlen

### Lieferumfang

Versuchsstand, GUNT-Software + USB-Kabel, Satz didaktisches Begleitmaterial

# ET 400

## Kältekreislauf mit variabler Last

Optionales Zubehör

für Remote Learning

GU 100      Web Access Box

mit

ET 400W      Web Access Software