ET 350
Zustandsänderungen im Kältekreislauf

Screen-Mirroring ist an bis zu 10 Endgeräten möglich

Beschreibung

- **Visualisierung der Kältekreiskomponenten: transparente Bauteile, Augmented Reality Oberfläche**
- **log p,h-Diagramm in Echtzeit**
- **Game-Based Learning: komplexe Theorie leicht und spielerisch erlernen**

In einer Kompressionskälteanlage durchströmt ein Kältemittel den Kältekreislauf und erfährt dabei verschiedene Zustandsänderungen. Hier nutzt man den physikalischen Effekt, dass beim Übergang vom flüssigen zum gasförmigen Zustand des Kältemittels Energie benötigt wird, die der Umgebung entzogen wird (Verdampfungsenthalpie).

Das Versuchsgerät ET 350 stellt einen typischen Kältekreislauf dar, bestehend aus einem hermetischen Kolbenverdichter, Verflüssiger, Expansionsventil und Verdampfer. Verdampfer und Verflüssiger sind transparent, so dass der Prozess des Phasenübergangs beim Verdampfen und Kondensieren gut zu beobachten ist. Die Funktion des Schwimmerventils als Expansionsventil ist ebenfalls gut zu sehen. Vor dem Eintritt in den Verdampfer kann der Aggregatzustand des Kältemittels an einem Schauglas beobachtet werden. Ein Wasserkreislauf kühlt den Verflüssiger bzw. liefert die Kühllast für den Verdampfer.

Durchflüsse von Kühl- und Heizwasser können eingestellt werden. Der Versuchsstand wird über Touchscreen von einer SPS gesteuert.

Alle relevanten Messwerte werden durch Aufnehmer erfasst. Die gleichzeitige Übertragung der Messwerte an eine SPS ermöglicht eine einfache Auswertung und die Darstellung des Prozesses im log p-h-Diagramm. Komplexe Vorgänge, wie z.B. Zustandsänderungen werden visualisiert durch Echtzeitdarstellung des Kreisprozesses, z.B. im log p,h-Diagramm. Durch intuitive Bedienung der SPS können alle Elemente des Kreisprozesses einfach eingestellt werden. Die Auswirkung der Modifikationen werden sofort am Touchscreen sichtbar. Zur Visualisierung der Kältekreiskomponenten steht eine Augmented Reality Oberfläche (Vuforia View) für mobile Endgeräte zur Verfügung.

Die SPS liefert exakte Daten zum Zustand des Kältemittels, die zur präzisen Berechnung des Kältemittelmassenstroms herangezogen werden. Die Berechnung liefert somit ein wesentlich genaueres Ergebnis als die Messung mit herkömmlichen Methoden.

Im Media Center steht digitales Multimedia-Lehrmaterial zur Verfügung.

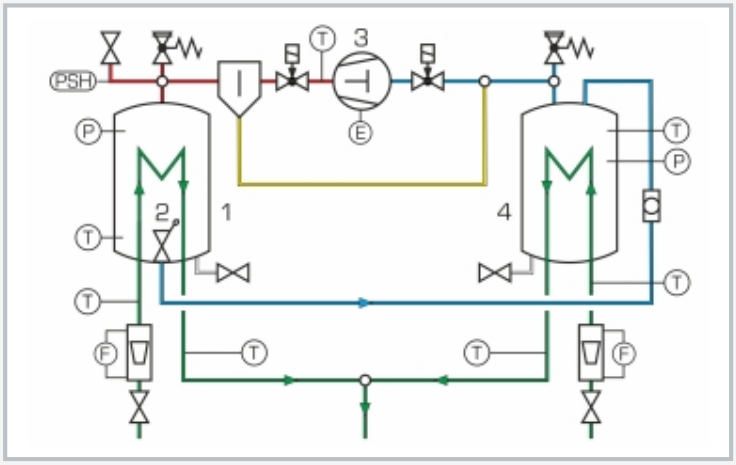
Lerninhalte / Übungen

- Aufbau und Funktion einer Kompressionskälteanlage
- Verdampfung und Kondensation des Kältemittels beobachten
- Kältekreisprozess im log p,h-Diagramm darstellen und verstehen
- Energiebilanzen
- Bestimmung wichtiger Kenngrößen
  - Leistungskoeffizient
  - Kälteleistung
  - Verdichterarbeit

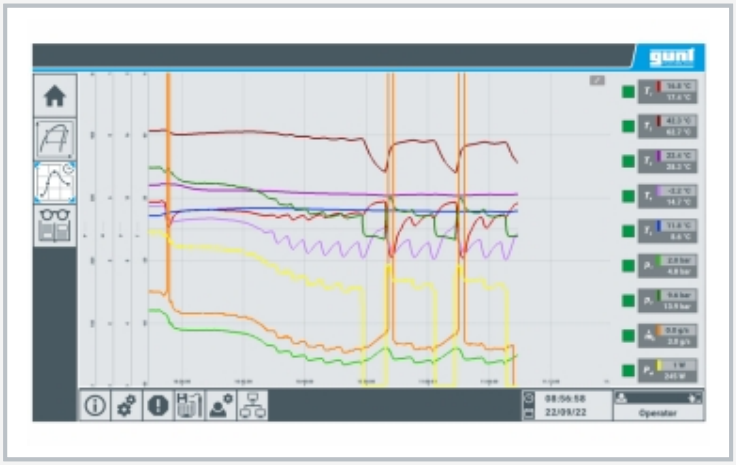
- GUNT Media Center, digitale Kompetenzen entwickeln
  - Informationen aus digitalen Netzen beschaffen
  - digitale Lernmedien nutzen, z.B. Web Based Training (WBT)
  - Augmented Reality zur Visualisierung der Komponenten im Kältekreislauf

ET 350
Zustandsänderungen im Kältekreislauf

1 Druckschalter, 2 Durchflussmesser, 3 Verflüssiger, 4 Expansionsventil, 5 Verdichter, 6 Verdampfer, 7 Schauglas



1 Verflüssiger, 2 Expansionsventil, 3 Verdichter, 4 Verdampfer; T Temperatur, P Druck, E elektrische Leistung, F Durchfluss, PSH Druckschalter; blau: Niederdruck, rot: Hochdruck, grün: Wasser, gelb: Öl



Steuerung der Versuchsanlage mit einer SPS, über Touchscreen bedienbar

Spezifikation

[1] Demonstration der Vorgänge in einem Kältekreislauf
[2] Augmented Reality: Visualisierung der Kältekreiskomponenten
[3] zur besseren Prozessbeobachtung sind Verdampfer und Verflüssiger transparent ausgeführt
[4] Verdampfer und Verflüssiger mit Rohrschlange
[5] Expansionsventil in Form eines Schwimmerventils
[6] Druckschalter zum Schutz des Verdichters
[7] Temperaturaufnehmer, Leistungsmesser, Manometer im Kältekreislauf, Durchflussmesser für Warm- und Kühlwasser und Kältemittel
[8] Sicherheitsventile am Verdampfer und Verflüssiger
[9] Kältemittel R1233zd, GWP: 1
[10] für optimale Versuchsbedingungen liefern WL 110.20 und ET 350.01 die Kalt- bzw. Heißwasserversorgung
[11] Datenerfassung über SPS auf internem USB-Speicher, Zugriff auf gespeicherte Messwerte über WLAN/LAN mit integriertem Router/LAN-Anbindung zu kundeneigenem Netzwerk oder direkter LAN-Anbindung ohne Kundennetzwerk
[12] digitales Multimedia-Lehrmaterial online im GUNT Media Center: E-Learning Kurs, Arbeitsblätter, Videos

Technische Daten

SPS: Weintek cMT3162X

hermetischer Kolbenverdichter
- Hubraum: 18,3cm^3

Volumen Verdampfer: ca. 2450mL
Volumen Verflüssiger: ca. 2450mL

Kältemittel: R1233zd, GWP: 1, Füllmenge: 2kg, CO_2-Äquivalent: 0t

Messbereiche
- Temperatur: 8x -20...200°C
- Druck: 2x -1...1,5bar
- Durchfluss: 2x 0...1620cm^3/min (Wasser)
- Leistung: 0...1200W

230V, 50Hz, 1 Phase; 230V, 60Hz, 1 Phase
120V, 60Hz, 1 Phase; UL/CSA optional
LxBxH: 1100x470x670mm
Gewicht: ca. 50kg

Für den Betrieb erforderlich

Wasseranschluss kalt max. 16°C oder WL 110.20; Wasseranschluss warm min. 20°C oder ET 350.01; Abfluss

Lieferumfang

Versuchsgerät, 1 Satz Schläuche, Online-Zugang zum GUNT Media Center, Satz didaktisches Begleitmaterial

ET 350
Zustandsänderungen im Kältekreislauf

Optionales Zubehör

ET 350.01	Warmwassererzeuger
WL 110.20	Kaltwassererzeuger
WP 300.09	Laborwagen