CloudFridge

Lastausgleich und Effizienzsteigerung mittels Zustandserfassung von vernetzten Kältekreisläufen

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 7. Ausschreibung	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.12.2021	**Projektende**	28.02.2025
Zeitraum	2021 - 2025	**Projektlaufzeit**	39 Monate
Keywords	Sensorik; Energieeffizienz; Lastausgleich		

Projektbeschreibung

Erneuerbare Energiequellen wie Solarenergie oder Windenergie sind durch eine starke Variabilität charakterisiert. Diese stellt große Herausforderungen für das Stromnetz dar, da dieses die Variabilität der Quellen (und Verbraucher) ausgleichen muss. Der Ausgleich kann sowohl durch konventionelle Kraftwerke als auch durch Speicherung von Energie - beispielsweise mittels Pumpkraftwerken in Form von potentieller Energie - erreicht werden. Ein alternativer Ansatz, Energie in Form von Wärme (bzw. auch Kälte) zu speichern wird bislang kaum eingesetzt.
Angesichts der großen Anzahl von Kältekreisläufen in Kühlschränken, Wärmepumpen, Klimaanlagen etc. (alleine in Europa werden pro Jahr rund 22 Millionen neue Kühlschränke laut APPLIA Home Alliance Europe Report 2020 verkauft; 2050 werden laut IEA 16% des globalen Bedarfs an elektrischer Energie für Kühlen und Gefrieren aufgewendet werden) stellen diese in ihrer Gesamtheit ein beträchtliches Potential für Energiespeicherung - insbesondere unter Verwendung von Phasenwechselspeichern - dar. Kälte/Wärme kann auf Vorrat „produziert“ werden, sodass die Speicher während Energiespitzen im Netz befüllt und bei Lastspitzen entleert werden können. Dazu ist jedoch eine genaue Erfassung und Kenntnis der Betriebszustände der Kältekreisläufe im Netz erforderlich.
Das vorliegende Projekt beschäftigt sich mit Sensoren zur Erfassung dieser Betriebszustände. Neben den bereits angeführten Möglichkeiten zur Nutzung von Kältekreisläufen als Energiespeicher, ermöglichen Sensoren durch optimierte Steuerung von Betriebszuständen zusätzliche Verbesserungen der Wirkungsgrade der Geräte, was aufgrund der enormen Anzahl an Geräten ein beträchtliches Einsparungspotenzial pro Jahr darstellt.
Das modulare Sensorkonzept sieht neben Temperatur-, Druck- und Vibrationssensoren auch Sensoren zur Aneisungserkennung vor, wodurch Enteisungszyklen optimiert gesteuert werden können, wodurch sich ein zusätzliches, beträchtliches Energieeinsparungspotenzial ergibt.
Die große Herausforderung in diesem Bereich ist die enorme Kostensensitivität bei derartigen Kältekreisläufen für den Massenmarkt. Trotz der aktuellen EU-Kennzeichnungsverordnung für neue Geräte, stellen die Anschaffungskosten weiterhin einen wesentlichen Faktor in der Kaufentscheidung der Konsumenten dar. Somit müssen die Kosten für einzelne Sensoren inklusive der Montage und Anbindung in der Größenordnung von deutlich unter zehn Euro liegen. Bei drahtgebundenen Sensoren wären bereits die Kosten für Kabel, Kabeldurchführungen (durch Isolation) und Kabelverbindungen derart hoch, dass die Anforderungen nur durch drahtlose Sensoren erfüllt werden können. Zudem erfordern viele Einbausituationen

oftmals miniaturisierte Sensoren. Um bei drahtlosen Sensoren einen wartungsfreien Betrieb zu ermöglichen, ist es zudem erforderlich, dass wenn die Energieversorgung der Sensoren autark mittels Energy Harvesting erfolgen kann.
Speziell Druck und Temperaturmessungen sind nur innerhalb des Kompressorgehäuses sinnvoll möglich, gleichzeitig verhindert die normative und sicherheitstechnische Situation die zusätzliche Durchführung von Messleitungen. Daher ist eine energieautarke Lösung zwingend erforderlich. Energy Harvesting Systeme wie z.B. Solar, Pyroelektrisch oder HF basierend eignen sich aufgrund der fehlenden elektromagnetischen Durchlässigkeit bzw. zu geringer Temperaturunterschiede nicht. Batteriebetriebene Lösungen haben den Nachteil der begrenzten Lebensdauer und treffen nicht den Zeitgeist nach einer nachhaltigen Lebensweise. Damit kommen Systeme in Frage, welche die mechanische Vibrationsenergie des Kompressors nutzen können. Grundsätzlich können Piezoelektrische und induktive Systeme eingesetzt werden, wobei das piezoelektrische Element auch als Sensor verwendet werden kann und tendenziell einen günstigeren Formfaktor für die Applikation aufweist.
Das vorliegende Projekt hat daher zum Ziel, ein modulares Konzept für die in Kältekreisläufe integrierbare Sensoren zu erarbeiten und die sich daraus ergebenden Energieeinsparungspotenziale und Möglichkeiten zum Ausgleich von Erzeugungs- und Lastspitzen genau zu bestimmen. Daraus werden für Hersteller sowie Endkunden neben der Reduktion an CO2 Produktion und Energieeinsparung auch neuartige Geschäftsmodelle ermöglicht, die einen zusätzlichen wirtschaftlichen Vorteil und Anreiz bieten können, um eine rasche breite Anwendung der Technologie zu unterstützen.

Abstract

Renewable energy sources such as solar energy or wind energy are characterized by a high degree of variability. This poses great challenges for the power grid, which must compensate for the variability of the sources and loads. In addition to balancing by conventional power plants, this can be achieved by storing energy - for example, using storage power plants in the form of potential energy. An alternative approach of storing energy in the form of heat (or even cold) has hardly been used so far.
Given the large number of refrigeration circuits in refrigerators, heat pumps, air conditioners, etc. (in Europe alone, around 22 million new refrigerators are sold per year according to the APPLIA Home Alliance Europe Report 2020; according to the IEA, 16% of the global demand for electrical energy will be used for cooling and freezing in 2050), these in their entirety represent a considerable potential for energy storage - especially using phase change materials. Cooling/heating can be "produced in stock” so that storage can be filled during energy peaks in the grid and emptied during load peaks. However, this requires accurate determination and knowledge of the operating states of the refrigeration circuits in the grid.
The present project deals with sensors for the determination of these operating states. In addition to the usage of refrigeration circuits as energy storage devices, sensors enable further improvements in the efficiency of the devices by optimized control of operating states, which represents a considerable savings potential per year due to the enormous number of devices.
Besides temperature, pressure and vibration sensors, the modular sensor concept also provides sensors for icing detection, which means that deicing cycles can be optimized, resulting in additional and considerable energy savings potential.
The major challenge in this area is the enormous cost sensitivity of such products for the mass market, since despite the new EU labeling regulation for new equipment, initial costs continue to be a major factor in consumers' purchase decisions. Thus, the costs for individual sensors, including installation and connection, must be in the order of magnitude of well under ten euros. In the case of wired sensors, the costs for cables, cable feedthroughs (through insulation) and cable connections would already be too high such that the requirements can only be met by wireless sensors. In addition, many installation situations require miniaturized sensors. Maintenance-free operation is also only possible if the energy supply to the sensors

can be self-sufficient by means of energy harvesting and durable rechargeable energy storages.
Pressure and temperature measurements are of most interest from within the compressor housing; at the same time, the normative and safety situation prevents the additional implementation of feedthroughs. Therefore, a self-sufficient solution is mandatory. Energy harvesting systems such as solar, pyroelectric or HF based systems are not suitable due to the lack of electromagnetic transmission or too low temperature differences. Battery powered solutions have the disadvantage of limited lifetime and do not meet desired aspects of sustainable living. Thus, systems that can use the mechanical vibration energy of the compressor are a preferred option. In principle, piezoelectric and inductive systems can be used; the piezoelectric element can also be used as a sensor and tends to have a more favorable form factor for the application.
The present project therefore aims to develop a modular concept for sensors that can be integrated into refrigeration circuits and to precisely determine the resulting energy-saving potential and possibilities for net/grid balancing during production and load peaks. In addition to the reduction of CO2 production and energy savings, the project will also enable new business models for manufacturers as well as end customers, which can offer an additional economic advantage and incentive to support a rapid broad application of the technology.

Projektkoordinator

- Infineon Technologies Austria AG

Projektpartner

- eologix sensor technology flexco
- Nidec Global Appliance Austria GmbH
- SES-Tec OG
- TDK Electronics GmbH & Co OG
- Universität Klagenfurt Institut für Intelligente Systemtechnologien