Introduction

Autor(en): **Borel, L. / Morf, J.-J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **68 (1977)**

Heft 4

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-914990

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Introduction

Par L. Borel et J.-J. Morf

Lors de son fonctionnement en moteur thermique, une machine de Carnot disposant d'une source chaude à 293 K (20 °C) et d'une source froide à 273 K (0 °C) pourrait livrer une puissance mécanique égale au quinzième de la puissance thermique livrée par la source chaude. Le coefficient de Carnot (abusivement appelé rendement de Carnot) vaut dans ce cas

$$\frac{293\ \mathrm{K} - 273\ \mathrm{K}}{293\ \mathrm{K}} \approx \frac{1}{15}$$

En inversant le déroulement des opérations, la machine de Carnot peut être utilisée comme pompe à chaleur et fournir à 20 °C une puissance thermique quinze fois plus élevée que la puissance mécanique qu'elle demande à son moteur d'entraînement. En d'autres termes, la performance *limite* d'une pompe à chaleur idéale serait de livrer 15 kW thermiques (15 · 860 kcal/h) à un local à 20 °C en ne consommant que 1 kW tiré du réseau électrique et en retirant 14 kW thermiques (14 · 860 kcal/h) de l'air extérieur à 0 °C. On exprime cette performance en disant que l'*efficacité de chauffage* a la valeur limite de 15. Une efficacité plus élevée est fondamentalement impossible en vertu du deuxième principe de la thermodynamique.

En fait, l'efficacité réelle est située bien en dessous de cette limite. La limitation de place pour les échangeurs extérieurs et intérieurs ainsi que leur coût conduisent à des transferts chaleur sous chute de température, c'est-à-dire à des phénomènes irréversibles qui nous écartent de la performance limite citée plus haut. Le compresseur, le détendeur, les éventuels ventilateurs et les moteurs d'entraînements sont aussi le siège de phénomènes irréversibles, de sorte que l'efficacité réelle atteint actuellement 10 % à 20 % de l'efficacité limite. On exprime la qualité du système en disant que le rendement exergétique a la valeur de 10 % à 20 %. Nous obtenons, tout compte fait, une efficacité réelle comprise entre 1,5 et 3 dans les conditions choisies comme exemple.

C'est dire que les pompes à chaleur modulaires, actuellement construites en petites séries et disponibles sur le marché, peuvent effectivement réduire de 1,5 à 3 fois la consommation d'énergie électrique, si on les compare à un chauffage par simples résistances électriques.

La disparité entre l'efficacité réelle et l'efficacité limite montre aussi qu'une étude systématique des pompes à chaleur existantes et des prototypes nouveaux doit apporter un progrès sensible tout en gardant une conception simple, robuste, facilement réalisable et d'un prix raisonnable.

L'emploi généralisé de pompes à chaleur à la place de simples radiateurs électriques pourrait réduire fortement la consommation d'énergie électrique pendant les longues périodes où la température extérieure oscille entre 0 °C et 15 °C. Par contre, pour les quelques jours de froid intense, – 10 °C p.ex., les efficacités limites et réelles sont toutes deux réduites. En outre, pour les systèmes puisant l'énergie extérieure dans l'air ambiant, le givrage de plus en plus rapide de l'échangeur extérieur exige des opérations de dégivrage de plus en plus fréquentes, de sorte que l'efficacité réelle moyenne tombe au-dessous de l'unité. Il convient dès lors de recourir à une autre forme de chauffage plus traditionnelle.

Si l'on choisit, pour ces quelques jours, le chauffage par résistances («tout électrique»), on aboutit aux résultats suivants:

1. réduction de la consommation globale d'énergie grâce aux pompes à chaleur pendant les périodes pas trop froides,
2. *aucune réduction de la puissance de pointe appelée* pendant les quelques jours de froid intense,
3. investissements cumulés des deux systèmes de chauffage.

Dans ces conditions, une généralisation de l'emploi des pompes à chaleur nécessiterait le même renforcement des systèmes de production, de transport et de distribution d'énergie électrique que la généralisation du chauffage par résistances.

Si l'on désire obtenir à la fois une réduction de la consommation moyenne d'énergie et de la puissance de pointe appelée au cours de l'hiver, il convient de prévoir, dès le départ, soit des pompes à chaleur capables de bien fonctionner pendant les froids les plus intenses, soit un système de chauffage d'appoint non électrique p.ex. au gaz. Les deux cas entraînent des frais d'investissement plus ou moins élevés qu'il est encore difficile de chiffrer, mais qui devraient aller en diminuant avec le développement de l'utilisation de ce système de chauffage.

Adresse des auteurs

Lucien Borel, professeur EPFL et *Jean-Jacques Morf*, professeur EPFL, Projet d'Ecole «Energie», 33. av. de Cour, 1007 Lausanne.