ฉบับภาษาไทย

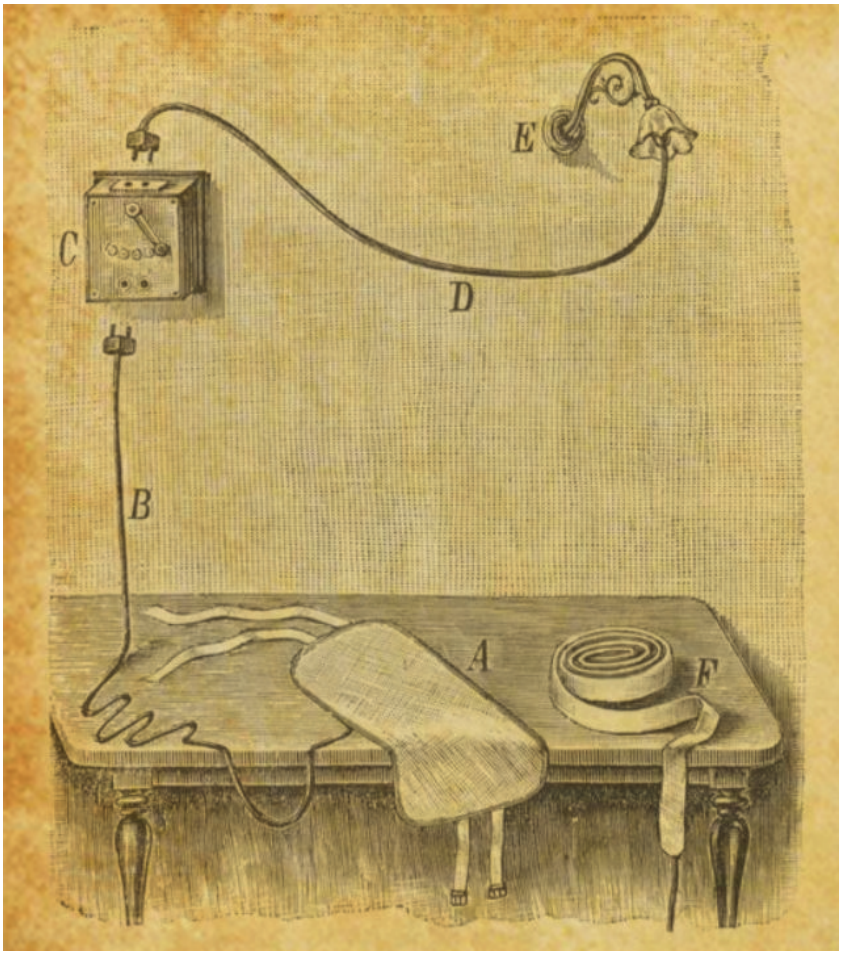
ULTIMHEAT® MUSEUM

Jacques Jumeau

ประวัติของเทคโนโลยีทีเชื่อมโยงกับการทำความร้อน

บทที 7

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น



ลิขสิทธิ์: Jacques Jumeau
อนุญาตให้คัดลอกได้หากคุณอ้างอิงที่มา: พิพิธภัณฑ์ Ultimheat

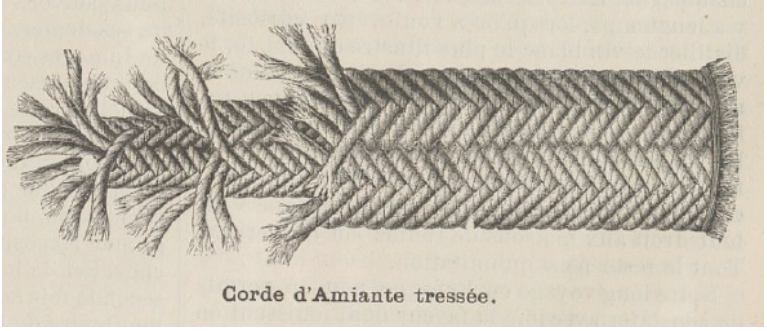
บทนำด้านประวัติศาสตร์สำหรับองค์ประกอบสำหรับ
การทำความร้อนไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น
ภายใต้ชื่อต่อไปนี้ด้วยเช่นกัน:

ในสาขาการแพทย์: แผ่นความร้อน ผ้าประคบร้อนไฟฟ้า อุปกรณ์รัดเข่าแบบทำความร้อน เทอร์มาพลาสมา เทอร์โมพลาสมา
ในเครื่องใช้ในครัวเรือน: ถุงนอนเด็กไฟฟ้า อุปกรณ์อุ่นเตียงแบบยืดหยุ่น อุปกรณ์อุ่นเตียง อุปกรณ์อุ่นเท้า แผ่นทำความร้อน ผ้าห่มทำความร้อน ผ้าห่มทำความร้อนตาข่ายทำความร้อน เตาหลุมให้ความร้อน พรมทำความร้อน พรมเช็ดเท้าทำความร้อน ที่แขวนผ้ากับผนังทำความร้อน เทอร์โมไฟล์ไฟฟ้า
ในอุตสาหกรรมและพืชสวน: สายทำความร้อน ลวดไฟฟ้าความร้อนเทอร์โมฟิลลิก แถบทำความร้อน ผ้าทำความร้อน ผ้าสำหรับทำงานหนัก แถบทำความร้อน
ในสาขายานยนต์และวิชาการบิน: เครื่องทำความร้อนในรถยนต์ ถุงมืออุ่น เสื้อกั๊กอุ่น เสื้อถักอุ่น เสื้อผ้าอุ่น

ตอนที่หนึ่ง:
การเกิดขึ้นและวิวัฒนาการขององค์ประกอบสำหรับทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

การประดิษฐ์อุปกรณ์เหล่านี้ในปีสุดท้ายของศตวรรษที่ 19 ถูกเชื่อมโยงกับการบรรจบกันของการพัฒนาเทคโนโลยีหลายอย่าง:
- การพัฒนาวิทยาศาสตร์การแพทย์และการศึกษาผลกระทบของความร้อนในการรักษาโรคบางชนิด (โดยเฉพาะโรคไขข้อและโรคประสาท)
- การทอผ้าของใยหินในเกลียวรอบ ๆ ลวดทำความร้อน
- ความคืบหน้าของเทคนิคการดึงลวดทำให้สามารถผลิตเกลียวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กได้ตามคำสั่งได้เล็กถึงหนึ่งในสิบของมิลลิเมตร
- การปรับปรุงกระบวนการทำให้บริสุทธิ์สำหรับนิกเกิลและอัลลอยด์ซึ่งจะทำให้มันอ่อนตัว
- การพัฒนาระบบจำหน่ายไฟฟ้าในประเทศ

แร่ใยหินทอผ้าซึ่งได้รับการขนานนามว่า "ปอเรืองแสง" หรือ "ขนซาลาแมนเดอร์" โดยนักเล่นแร่แปรธาตุสมัยโบราณเป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ การประดิษฐ์เครื่องทำความร้อนที่ใช้แก๊สในช่วงครึ่งหลังของศตวรรษที่ 19 ได้พัฒนาการใช้ไส้ตะเกียงในบ้านที่มีการทำความร้อน (1857 Marini วิศวกรรมอุตสาหการ) ใยหินเป็นเพียง "สิ่งทอ" ชนิดเดียวที่ทนต่ออุณหภูมิของลวดต้านทานความร้อนมาเป็นเวลานาน ในราวปี 1882 โรงงานเบนเดอร์และมาร์ตินีในตูรินเริ่มผลิตสายถักใยหินแบบยืดหยุ่น
(ตุลาคม 1982 ใยหินในอิตาลี วิศวกรรมอุตสาหการ)
1887: Mr. Geoffroy [Saint Hilaire] ประสบความสำเร็จในการถักผ้าใยหินที่ไม่ติดไฟรอบ ๆ ลวดโลหะที่หุ้มฉนวนและทำให้มันไม่สามารถติดไฟได้แม้ในขณะที่กระแสไฟฟ้าสูงพอที่จะละลายมันได้
(1887 พจนานุกรมไฟฟ้าและแม่เหล็ก นิรุกติศาสตร์ ประวัติศาสตร์ ทฤษฎี เทคนิคโดย Ernest Jacquez)
ในปี 1892 ใยหินถูกนำมาใช้เป็นฉนวนรอบ ๆ ลวดทำความร้อนไฟฟ้าของหัวแร้งบัดกรีไฟฟ้า (1892 ธรรมชาติ การความร้อนด้วยไฟฟ้า) และเครื่องทำความร้อนไฟฟ้าเครื่องแรกทำจากลวดแพลตตินัมทองคำที่ล้อมรอบด้วยแร่ใยหิน
(1896 Teymon วารสารความรู้ที่มีประโยชน์ ฉบับที่ 46)
ถึงแม้ว่าเครื่องทำความร้อนไฟฟ้าฉนวนใยหินเครื่องแรกมีองค์ประกอบในการทำความร้อนแบบคงที่และไม่ยืดหยุ่น แต่ใยหินถักที่มีความยืดหยุ่นทำให้สามารถพัฒนาองค์ประกอบในการทำความร้อนที่มีความยืดหยุ่นได้



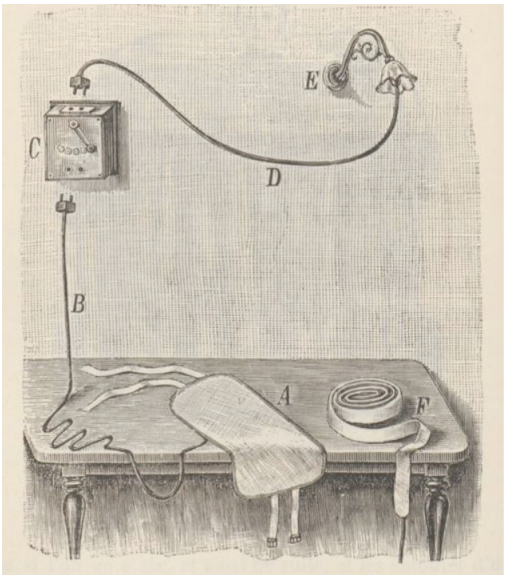
สายไฟใยหินถักโดย Bender และ Martini (ตุลาคม 1892, ใยหินในอิตาลี วิศวกรรมอุตสาหการ)

นิกเกิลมีความอ่อนและจะสามารถยืดได้เมื่อถูกทำให้บริสุทธิ์แล้วเท่านั้น มันเป็นความอยากรู้ในห้องปฏิบัติการโดยไม่ได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเป็นเวลานาน การค้นพบเหมืองแร่นิกเกิลในนิวแคลิโดเนียโดย Jules Garnier ผู้ได้จดสิทธิบัตรกระบวนการทำให้บริสุทธิ์และสร้างโรงงานใน Septeme ในภูมิภาค Bouches du Rhone ใกล้กับ Henri Marbeau ทำให้สามารถผลิตนิกเกิลบริสุทธิ์ 98% ได้ในปี 1878 (1938 Nickel Story โดย Joseph Dhavernas พิพิธภัณฑ์ Ultimheat) การพัฒนาอุตสาหกรรมของการใช้นิกเกิลเกิดขึ้นเมื่อทหารสังเกตเห็นว่าเสื้อเกราะมีความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มนิกเกิลเข้าไปในเหล็กและเมื่อบางรัฐใช้นิกเกิลแทนเงินและทองแดง
การก่อตั้งโรงงาน "Fonderie de Nickel et Métaux Blancs" ของ Henri Marbeau ใน Lizy sur Ourcq ซึ่งในปี 1884 กลายเป็น "Le Ferro Nickel" ทำให้สามารถผลิตนิกเกิลอ่อนสำหรับตัวต้านทานทำความร้อนได้ (1884 Le Ferro Nickel พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

จากจุดเริ่มต้นของการทำความร้อนด้วยไฟฟ้าเราได้หมกมุ่นอยู่กับการใส่ตัวต้านทานเข้าไปในผ้าและส่งกระแสไฟฟ้าเพื่อให้ผ้าร้อนเนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในตัวต้านทาน
"อย่างไรก็ตามมีการทดสอบบางอย่างเพื่อสร้างเนื้อผ้า อันดับแรกตัวนำไฟฟ้าถูกยึดกับพื้นผิวของผ้าทนไฟธรรมดาและลวดเหล่านี้ถูกทอกับผ้าใยหิน เป็นผลให้เกิดอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น รีโอสแตททำความร้อนเพื่อให้อุณหภูมิสูงและพรมและอุปรกรณ์ปูผนังอุ่น"
(1910 รีวิวอุตสาหกรรม: การรีวิวทางเทคนิคและเศรษฐกิจรายเดือน)

1893-1913: การประดิษฐ์ผ้าอุ่นสำหรับการใช้งานทางการแพทย์

ดูเหมือนว่าผ้าอุ่นแบบ "ยืดหยุ่น" ผืนแรกถูกนำมาใช้ในปี 1893 โดยดร. S. Salaghi ศาสตราจารย์วิชาฟิสิกส์ที่คณะแพทยศาสตร์ในโบโลญญา ผ้าอุ่นถูกจัดแสดงในงาน International Medical Exhibition ที่จัดขึ้นในกรุงโรมในปี 1894 สำหรับการประชุมนานาชาติของแพทยศาสตร์ ผ้าอุ่นใช้พลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าแห่งชาติของประเทศและมีสวิตช์เพื่อให้สามารถทำงานในระดับพลังงานต่าง ๆ
ดร. S. Salaghi ตั้งชื่อผ้าอุ่นนี้ว่า 'เทอร์โมพลาสซึมไฟฟ้า'

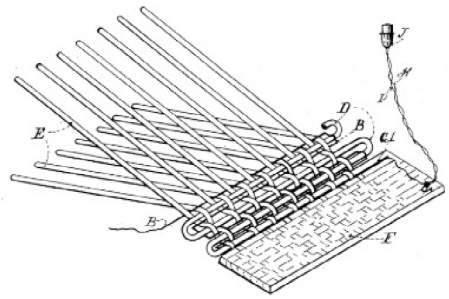


เทอร์โมพลาสซึม โดยดร. S. Salaghi (1893) มีรูปทรงวงรี (A) สำหรับให้ความร้อนที่ลำตัวและในแถบยาว (F) สำหรับการใช้งานตั้งแต่หัวจรดเท้า

การทดสอบครั้งแรกเกี่ยวกับผ้าอุ่นเกิดขึ้นในฝรั่งเศสโดย Charles Camichel ในขณะที่เขาเป็นอาจารย์ที่คณะวิทยาศาสตร์ของลีลล์ ตั้งแต่ปี 1895 ถึงปี 1900 ที่เขาสอนไฟฟ้าอุตสาหกรรม ผลของการทดสอบที่เขาทำนั้นเป็นที่น่าพอใจ แต่น้ำหนักและความแข็งของผ้าทำความร้อนทำให้ไม่สามารถนำไปใช้กับการทำเสื้อผ้าได้ ในทางกลับกันฉนวนมักไม่สมบูรณ์ซึ่งอาจเป็นอันตรายได้ หรือความต้านทานต่อการสึกหรอไม่เพียงพอ หรือโลหะขององค์ประกอบในการทำความร้อนขึ้นสนิมอย่างรวดเร็ว อันเป็นผลมาจากข้อเสียเหล่านี้ความคิดของการผลิตผ้าอุ่นอุตสาหกรรมจึงถูกทอดทิ้งเพราะมันเห็นว่าไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้งานจริง ๆ ได้
อุปกรณ์เหล่านี้ใช้ลวดทำความร้อนที่ถูกเย็บลงบนแผ่นใยหินหรือบนผืนผ้าใบที่เกิดจากโครงลวดต้านทานที่หุ้มฉนวนด้วยแร่ใยหินและคลุมด้วยผ้าธรรมดา
การผลิตผ้าอุ่นที่สัมผัสกับผิวหนังมีข้อจำกัดที่สำคัญ: อุณหภูมิพื้นผิวต้องไม่เกิน 60-70°C ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อพลังงานสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 0.04 วัตต์/ซม.^{2} จึงจำเป็นต้องใช้ลวดทำความร้อนที่มีความต้านทานเชิงเส้นสูงซึ่งสามารถทำได้โดยการลดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดให้มากที่สุด ผลที่ตามมาคือการใช้ลวดทำความร้อนยาว สำหรับพลังงานเฉลี่ย 50 วัตต์ที่ 110 โวลต์โดยใช้เส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของลวดที่มีอยู่ในตลาด (0.1 มม.) จำเป็นต้องใช้ลวดเหล็กดีบุกประมาณ 20 เมตร (ลวดต้านทานที่พบมากที่สุดในเวลานั้น) 15 เมตร ถ้าใช้โลหะผสมทองแดง-นิกเกิล และยาวถึง 110 เมตร ถ้าใช้ทองแดง

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

ตัวอย่างของผ้าทำความร้อนในยุคนี้ซึ่งถูกคิดค้นโดยชาวอเมริกันชื่อ John Emory Meek ภายใต้สิทธิบัตรเลขที่ 540398 ลงวันที่ 4 มิถุนายน 1895 ที่อธิบายวิธีการทอผ้าเบื้องต้นโดยใช้เส้นยืนและเส้นพุ่งที่เป็นใยหินในโลหะที่เป็นสื่อกระแสไฟฟ้า



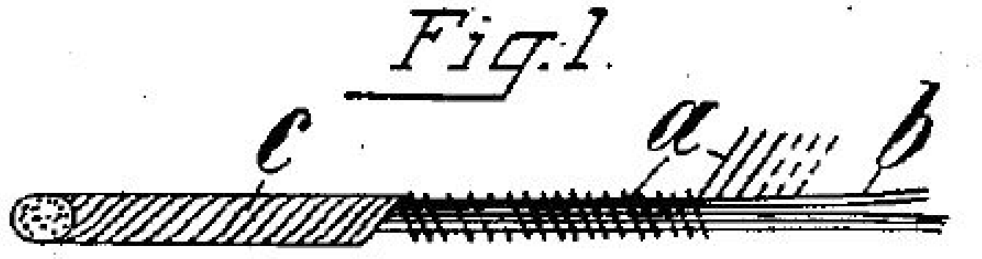
4 มิถุนายน 1895, สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกาหมายเลข 540398, John Emory Meek ในเดนเวอร์, สำหรับ Johns Manufacturing Cy ของนิวยอร์กอธิบายถึงผ้าทำความร้อนที่มีเส้นด้ายยืน (E) ทำจากแร่ใยหินและเส้นด้ายพุ่ง (B) ที่ทำจากโลหะที่เป็นตัวนำ ที่มีใยหินระหว่างชั้นที่สอง (D) ปลายทั้งสองขององค์ประกอบทำความร้อน (F) ไม่รวมลวดทำความร้อน

ในปี 1896 Camille Herrgott (1) วิศวกรโยธาเริ่มสร้างผ้าห่มและเสื้อผ้าทำความร้อน Camille Herrgott เป็นลูกชายคนเดียว เมื่ออายุ 3 ขวบเขาสูญเสียพ่อของเขา เขาเป็นวิศวกรของ บริษัท Forges d 'Audincourt แม่ของเขาออกจาก Audincourt กับลูกชายของเธอเพื่อไป Le Valdoie ที่ Joséphine Hergott น้องสะใภ้ของเธอซึ่งเป็นภรรยาของ Michel Page ผู้ก่อตั้ง Ets Page อาศัยอยู่ใน Valdoie พวกเขาสร้างเครื่องดึงทองแดงและอุปกรณ์อื่น ๆ ขึ้นที่นั่น

(สารบบของสมาคมประวัติศาสตร์ของภูมิภาค Thann-Guebwiller 1985 T16 โดย Joseph Baumannn)

(1) (Joseph, Michel, Camille Herrgott เกิด 31 สิงหาคม 1870 ใน Audincourt Doubs ตาย 16 กรกฎาคม 1942 ใน Valdoie, Territoire-de-Belfort แต่งงานใน Valdoie วันที่ 19 เมษายน 1904 ตอนอายุ 34 กับ Marie Agathe Thérèse Riss (1881-1971) ซึ่งเขามีลูก 4 คน 1905 1906 1909 และ 1916)

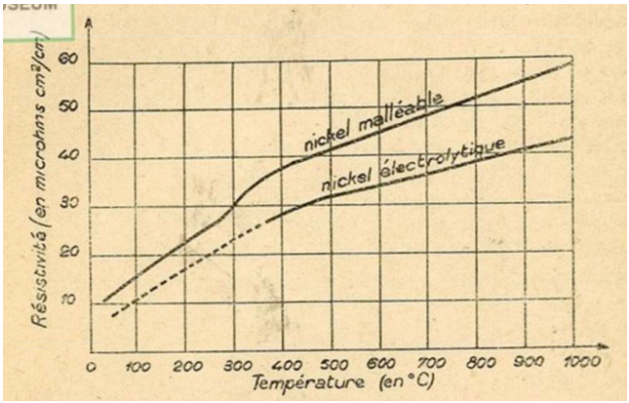
ในปี 1897 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความร้อนไม่ค่อยเป็นที่รู้จักกันดีในปารีสแม้ว่าจะมีการทดลองน่าสนใจเกิดขึ้นในย่าน Place de Clichy
ในลอนดอนมีการใช้อุปกรณ์ที่คล้ายกันที่เรียกว่าผ้าประคบร้อนไฟฟ้าซึ่งในความเป็นจริงแล้วเป็นเพียงฟูกใยหินที่ผู้ป่วยพบว่าใช้ได้ดีเท่านั้นเอง
(รายงานจากสภาเทศบาลเมืองปารีสเรื่องกระแสไฟฟ้าและวิวัฒนาการของเครื่องใช้ไฟฟ้า 1897)
หลังจาก 5 ปีของการพัฒนาจากปี 1896 ถึง 1901 ในเดือนมกราคม 1902 ในฝรั่งเศสอังกฤษและเยอรมนีและในสหรัฐอเมริกาในเดือนสิงหาคมของปีนั้น Camille Herrgott ยื่นสิทธิบัตรสำหรับผ้าอุ่นที่เขาเรียกว่า 'เทอร์โมไฟล์ไฟฟ้า' คำที่ยังคงใช้มานานกว่า 30 ปี
สิทธิบัตรเหล่านี้อธิบาย**สอง**คุณสมบัติพื้นฐานขององค์ประกอบการให้ความร้อนที่มีความยืดหยุ่นทั้งหมดที่สร้างขึ้นจากนั้น:
ลักษณะพิเศษแรกซึ่งใช้กับสายไฟทำความร้อนอธิบายวิธีการม้วนลวดทำความร้อนบนแกนฉนวนสิ่งทอทำให้สามารถเพิ่มความยาวของลวดทำความร้อนต่อเมตรของสายไฟทำความร้อน จนถึงจุดนี้เทคนิคการพันด้ายที่ละเอียดและทนทานมากบนลวดฉนวนเดี่ยว (ใยหิน) ทำให้เกิดลวดทำความร้อนที่ใหญ่เกินไปและแข็งเกินไปสำหรับการทอผ้าและสามารถใช้กับผ้าเช่นลวดโลหะเท่านั้น ในปี 1910 หลังจากการพัฒนาหลายครั้งเทคนิคนี้ทำให้มีความเป็นไปได้ในการผลิต สายไฟทำความร้อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กมากประกอบไปด้วยเกลียวแบนของด้ายนิกเกิลบริสุทธิ์ที่หมุนวนรอบแกนขนสัตว์ หลังจากนั้นลวดทำความร้อนนี้จะถูกพันเกลียวสองวงพันในทิศทางตรงกันข้ามเกิดจากผ้าลูกไม้บาง ด้วยวิธีนี้จะได้ด้ายที่ยืดหยุ่นซึ่งจะไม่งอและมีการเสียดสีกับด้ายขนสัตว์และผ้าลูกไม้ด้านนอกไม่ใช่เสียดสีกับด้านทำความร้อน
เทคนิคการผลิตสายไฟทำความร้อนนี้ได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในผ้าห่มอุ่นในช่วงกลางศตวรรษที่ 20



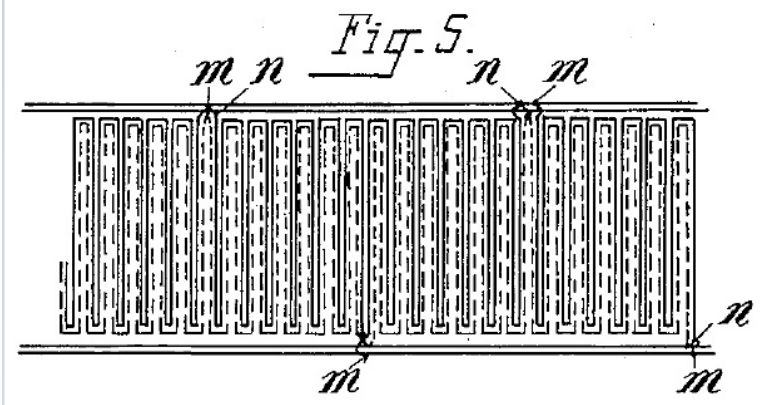
สายไฟทำความร้อน(จดสิทธิบัตรโดย Camille Herrgott ปี 1901) A = ลวดทำความร้อน B = แกนสิ่งทอ C = ส่วนห่อหุ้มภายนอกพันในทิศทางตรงกันข้ามของลวดทำความร้อน

นวัตกรรมที่สองของสิทธิบัตรนี้อยู่ในการทอผ้าด้วยมือหรือเครื่องจักรกลโดยใช้โซ่รองรับลวดที่ไม่ติดไฟและโครงลวดทนความร้อน
เทคนิคนี้ไม่ใช่เทคนิคใหม่ (ดูสิทธิบัตรของ Meek ข้างต้น) แต่จนถึงตอนนั้นลวดทำความร้อนจะวนซ้ำในหัวและตะเข็บผ่านการสึกหรอทำให้เกิดการลัดวงจรและ

การคัตเอาต์ Camille Hergott ใช้ลวดทำความร้อนขดเพื่อหยุดลวดทำความร้อนนอกพื้นที่เหล่านี้ เขาได้สร้างตัวนำกระแสไฟฟ้าด้วยลวดพิเศษหนึ่งเส้นในแต่ละตะเข็บที่วางหลังจากทอผ้า การประกอบเช่นนี้ทำให้เป็นไปได้ที่จะทำให้กลุ่มวงจรใน 'ชันต์' หรือเป็นชุด ลวดทำความร้อนถูกทอระหว่างลวดเส้นพุ่งเป็นฉนวนสองชั้น ในปี 1904 เทคนิคนี้ทำให้มันเป็นไปได้ที่จะผลิตพรมและผ้าห่มรวมถึงอุปกรณ์ทางการแพทย์ อุปกรณ์เหล่านั้นถูกติดตั้งด้วยหน่วยรักษาความปลอดภัยเกี่ยวกับความร้อนซึ่งประกอบด้วยฟิวส์ยูเทคติกที่อุณหภูมิ 70°C การใช้นิกเกิลซึ่งเขาใช้ทดแทนลวดโลหะอื่น ๆ ประมาณปี 1910 โดยเฉพาะแทนเหล็ก ทำให้ทั้งระบบทำจากสแตนเลสและกันสนิม ต้องใช้ความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคทั้งหมดของวิศวกรจากโรงงานดึงลวดเพื่อทำลวดนิกเกิลที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 มม. (แม้กระทั่งทุกวันนี้การยืดลวดนิกเกิลเชิงพาณิชย์ก็ไม่ได้ลดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 0.025 มม.) ในส่วนนี้จะต้องใช้ลวดทำความร้อนยาวประมาณ 20 เมตรเพื่อให้ได้ค่าความต้านทาน 50 วัตต์ ซึ่งสามารถครอบคลุมพื้นผิวของผ้าทำความร้อนขนาด 350x350 มม.ได้ นอกจากนี้นิกเกิลบริสุทธิ์ซึ่งความต้านทานเพิ่มขึ้นอย่างมากกับอุณหภูมิทำให้ระบบมีฟังก์ชันควบคุมตนเอง มันง่ายที่จะคำนวณว่าพลังงานขององค์ประกอบในการทำความร้อนที่เป็นนิกเกิล 50 วัตต์ที่อุณหภูมิห้องลดลงถึง 36 วัตต์ ที่ 100°C และ 26 วัตต์ ที่ 200°C



การแปรผันของความต้านทานของนิกเกิลตามอุณหภูมิ: ผลของการควบคุมตนเอง
(1945 วัสดุ Electrotechnical สมัยใหม่ พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

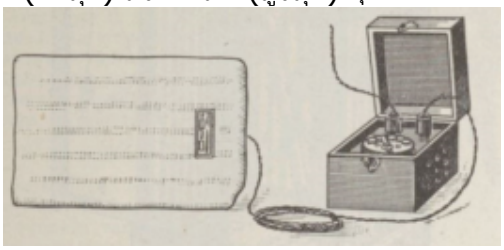


m, n: รายละเอียดของการเชื่อมต่อบนสายไฟในตะเข็บ
เทคนิคนี้ยังคงใช้อยู่ทุกวันนี้ในการหากระแสไฟฟ้า(จดสิทธิบัตรโดย Camille Herrgott ในปี 1901)

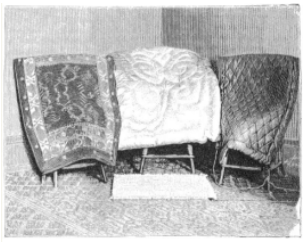
ในปี 1902 ดร. Jules Larat ที่โรงพยาบาล Paris Children's Hospital เป็นโรงพยาบาลแห่งแรกในฝรั่งเศสที่ใช้ผ้าทำความร้อนสำหรับการใช้งานทางการแพทย์: "เทอร์โมพลาสซึมประกอบด้วยสองส่วนแยกกัน แผ่นทำความร้อนและหน่วยควบคุม หน่วยควบคุมมีคันโยกและชุดสัมผัสที่ทำให้สามารถเปลี่ยนได้อย่างค่อยเป็นค่อยไปตั้งแต่ 40 ถึง 100°C ไฟแสดงสถานะขนาดเล็กจะสว่างขึ้นทันทีที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปและเพิ่มความสว่างขึ้นตามส่วนของความร้อนที่เกิดขึ้นในผ้าประคบร้อนไฟฟ้า ส่วนที่สองถูกติดตั้งบนลวดที่มีความยืดหยุ่นและสามารถใช้แผ่นทำความร้อนในตอนเย็นได้ง่ายเมื่อเข้านอน สามารถเปิดใช้งานได้ทั้งคืนโดยที่อุณหภูมิคงที่ อุปกรณ์นี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมายนี้ ข้อเสียเพียงอย่างเดียวของมันก็คือมันสามารถทำงานได้ในเชิงเศรษฐกิจหากมีการให้แสงสว่างด้วยไฟฟ้าอยู่แล้วเท่านั้น มันสามารถใช้ในทุกกรณีที่ต้องใช้การรักษาด้วยความร้อน: ไขข้อ

อักเสบ โรคประสาท ฯลฯ (รายงานของสถาบันการแพทย์ เซสชั่นลงวันที่ 21 มกราคม 1902)
องค์ประกอบทำความร้อนทำจากใบมีดไมกาพันด้วยลวดต้านทานที่คำนวณไว้แล้ว ใบมีดถูกเชื่อมต่อกันด้วยลวดที่มีความยืดหยุ่นหุ้มฉนวนและป้องกันด้วยผ้าใยหินห่อหุ้มด้วยขนแกะและผ้าไหม จุดประสงค์ของการห่อหุ้มเหล่านี้คือการกระจายความร้อนอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นผิวทั้งหมดของผ้าประคบร้อนไฟฟ้าและหลีกเลี่ยงการระบายความร้อน หน่วยที่สองสามารถทำเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ได้: รองเท้าแตะ รองเข่า เข็มขัด ยางรัด ฯลฯ (แฟชั่นและความงาม ธันวาคม 1902)
ในเดือนมกราคม 1902 Larat ได้ก่อตั้ง Larat and Dutar General Partnership เพื่อดำเนินการระบบยาที่เรียกว่า «เทอร์โมพลาสซึมของดร. Larat»

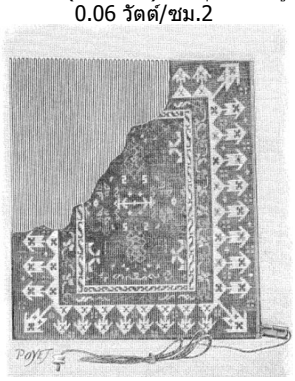
ในเดือนเมษายน 1903 จากคำอธิบายเกี่ยวกับการใช้งานใหม่ ๆ เหล่านี้ บริษัทในอดีต Parvillée brothers and Co. ซึ่งเป็นที่รู้จักในเรื่องเครื่องทำความร้อนไฟฟ้าและเครื่องใช้ในการปรุงอาหาร ได้จัดแสดงเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับเวชภัณฑ์ รวมถึงเทอโมพลาสซึมไฟฟ้าหรือผ้าประคบร้อนไฟฟ้ายาพอก ซึ่งประกอบด้วยผ้าใยหินชนิดไม่ติดไฟพับอยู่และมีต้านทานอยู่ ตัวนำไฟฟ้า อุปกรณ์นี้รวมถึงเทอร์โมพลาสซึมและอุปกรณ์ควบคุม
อุปกรณ์ควบคุมถูกเชื่อมต่อผ่านซ็อกเก็ตหินอ่อนและลวดยืดหยุ่นสีเขียวไปยังขั้วแปลงหลอดไฟซึ่งถูกนำมาใช้แทนหลอดไส้ร้อนธรรมดา
หลังจากนั้นจะเชื่อมต่อเทอร์โมพลาสซึมกับอุปกรณ์ควบคุมด้วยลวด ตำแหน่ง 0 คือหยุด ตำแหน่ง 1 2 3 และ 4 คือระดับความร้อน 4 ระดับต่าง ๆ ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากเบอร์ 1 (ต่ำสุด) ถึงเบอร์ 4 (สูงสุด) อุปกรณ์นี้ยังมาในรูปของแผ่นทำความร้อน



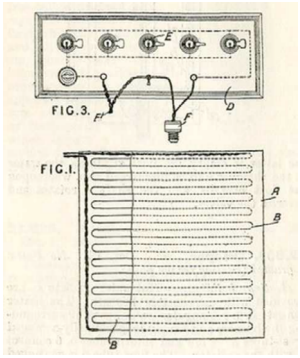
'Thermoplasme Parvillée' 1903 ขนาด 25 ซม. x 35 ซม. พลังงาน: "น้อยกว่าหลอดเทียน 5 หลอด" หรือประมาณ 50 วัตต์ (ในเวลานี้) ประจุพื้นผิวอยู่ที่ประมาณ 0.06 วัตต์/ซม.2



ในปี 1904 Camille Hergott ได้เปิดตัวพรมทำความร้อนและผ้าห่มไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีการประดิษฐ์ของเขา (1904, La Nature, Ultimheat Collection)



ภายในมุมมองของแผ่นทำความร้อนด้านซ้ายบน - สายไฟที่ต่อผ่านกระแสไฟด้านล่างขวา - ปลั๊กไฟ (1904, La Nature, ชุด Ultimheat)



ในประเทศอังกฤษในปี 1906 RF Lafoon นำเสนอแนวคิดของการปรับพลังงานโดยการวางหลอดไฟเตือนแบบขนานบนตัวต้านทาน (สิทธิบัตรลงวันที่ 13 ตุลาคม)

หลังจากนั้นผ้าอุ่นของ Camille Herrgot ได้ถูกกล่าวถึงอย่างกว้างขวางในสื่อวิทยาศาสตร์ซึ่งมองไปที่การพัฒนาในอนาคตใน "เสื้อผ้าอุ่นด้วยไฟฟ้า" Mr Hergott จาก Valdoie-Belfort เพิ่งสร้างผ้าอุ่นซึ่งหากประชาชนมีความสนใจจะสามารถปฏิวัติศิลปะการแต่งตัวและการทำความร้อนให้ตัวเองได้ มันประกอบด้วยผ้าที่ถูกทำให้อุ่นด้วยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครือข่ายลวดที่สอดเข้าไปในเนื้อผ้าอย่างชาญฉลาด อย่างไรก็ตามฉันมีความหวังที่จะเห็นผ้าเหล่านี้ปรากฏในเสื้อผ้าจริงวันหนึ่งซึ่งในความคิดของฉันแล้วมันจะมีข้อได้เปรียบทางเศรษฐกิจอย่างมากเนื่องจากมันจะไม่เป็นปัญหาของการทำความร้อนให้กับอากาศในห้องที่มีปริมาณค่อนข้างมากอีกต่อไป แต่เพียงแค่ทำความร้อนเฉพาะพื้นที่เล็ก ๆ รอบร่างกายเท่านั้น ในรถรางเราเพียงแค่เชื่อมต่อแผ่นทำความร้อนกับม้านั่งเพื่อให้ความรู้สึกอบอุ่นและสบาย และทำไมไม่ทำบนถนนด้วย เราสามารถประดิษฐ์แท่นเล็ก ๆ ที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าเชื่อมต่อกับปลั๊กเพื่อให้ความอุ่นกับผู้คน" (ระเบียบแรงงานใหม่:

สุขภาพและความปลอดภัยในการพาณิชย์และอุตสาหกรรม 1906)
ในปี 1907 ในระหว่างการจัดนิทรรศการอุปกรณ์การแพทย์ประจำปีในปารีสตั้งแต่วันที่ 3 ถึง 5 เมษายน Georges AndréFélix Goisot ได้จัดแสดงเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับการทำความร้อนด้วยไฟฟ้าที่ยืดหยุ่น)(คลังเก็บการแพทย์ไฟฟ้า, 10 เมษายน 1907) การทดสอบครั้งแรกของผ้าทำความร้อนของเขาแสดงให้เห็นว่าลวดทำความร้อนตัวนำความร้อนเดี่ยวของเขาละเอียดอ่อนเพียงใดและเขายื่นจดสิทธิบัตรในปีเดียวกันโดยอธิบายถึงสายไฟที่ประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าหลาย ๆ เส้นแม้ว่าสิ่งเหล่านี้จะถูกจดสิทธิบัตรโดย Herrgot ไปแล้วก็ตาม

ในปี 1909 เทคนิคที่พัฒนาโดย Camille Hergott ทำให้เขาได้รับเหรียญทองในงานแสดงสินค้านานาชาติของฝรั่งเศสตะวันออกใน Nancy และในวันที่ 17 พฤษภาคม 1910 รายงานที่น่าสรรเสริญที่นำเสนอโดย D'Arsonval ให้กับ Academy of Sciences (รายงานรายสัปดาห์จาก Academy of Sciences, 1910-05-17 หน้า 1234) เขาส่งมอบการจัดจำหน่ายและการผลิตเครื่องใช้ในครัวเรือนให้กับ Paz and Silva (ปารีส) และเครื่องมือที่ใช้ในทางการแพทย์ให้กับ G. Gaiffe (ปารีส)
เขายังคงผลิตอุปกรณ์สำหรับใช้ในอุตสาหกรรม (ตัวกรองการอบแห้งสายพานลำเลียงแบบเคลื่อนที่) ที่ La Sablière ที่ Valdoie ใกล้ Belfort

เสื้อผ้าอุ่นสำหรับใช่ในทางการแพทย์โดย Hergott ปี 1910 (ที่เก็บเอกสารเกี่ยวกับไฟฟ้าทางการแพทย์ 25 สิงหาคม 1910)
ในภาพนี้เราสามารถเห็นแผ่นสายไฟสำหรับทำความร้อนที่ถูกเย็บได้

การใช้ผ้าอุ่นสำหรับการใช้งานทางการแพทย์ได้รับการพัฒนาและในปี 1913 ได้มีข้อความต่อไปนี้: "ฉันใช้ระบบทำความร้อนด้วยไฟฟ้าของ Herrgott ที่จำหน่ายโดย Gaiffe and Paz and Silva ผ้า "เทอร์โมฟิลลิกของ Herrgott" เหล่านี้ถูกนำเสนอโดย Academy of Sciences โดย D'Arsonval ซึ่งศึกษาโดย Bergonié จาก Bordeaux ด้วยทักษะที่เป็นที่รู้จักทั้งหมดของเขาเพิ่งได้รับรายงานที่โดดเด่นจาก Daniel Berthelot ที่สมาคมการสนับสนุนอุตสาหกรรมแห่งชาติฝรั่งเศส อุปกรณ์เหล่านี้มีข้อได้เปรียบสองประการในการทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนในลักษณะเดียวกับเสื้อผ้าและผ้าห่มและเป็นเครื่องกำเนิดความร้อนที่สามารถปฏิบัติการได้ตามปกติอย่างสมบูรณ์ ลวดนิกเกิลบริสุทธิ์ชั้นดีที่ประกอบกันเป็นตัวต้านทานทำความร้อนนั้นถูกพันไว้บนแกนสิ่งทอและหุ้มด้วยผ้าหุ้ม ระบบนี้มีขนาดใหญ่พอที่จะให้ชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบสามารถถักได้ด้วยมือหรือด้วยเครื่องจักรก็ได้ ส่วนที่ให้ความร้อนเรียงด้วยผ้าขนสัตว์ถักธรรมดาที่ช่วยปกป้องส่วนที่ให้ความร้อนและยังใช้ในการเก็บลวดที่นำกระแสไฟฟ้าไปยังตัวต้านทาน เนื่องจากลักษณะของลวดโลหะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ เทอร์โมไฟล์เองนั้นเป็นตัวควบคุมของมันเอง: ยิ่งร้อนก็ยิ่งใช้ไฟฟ้าน้อยลงเท่านั้น การทดลองของ Daniel Berthelot มีความปลอดภัยสูงสุดเมื่อใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้ เขาได้นำมาตรการต่าง ๆ มาใช้เพื่อป้องกันไม่ให้มีการลัดวงจรและการทำความร้อนที่ผิดปกติเกิดขึ้น สำหรับความร้อนที่ผลิตโดยผ้าของ Herrgott อาจแตกต่างกันได้ตั้งแต่ 40 ถึง 150 องศาตามข้อมูลของ Berthelot ฉันใช้ผ้าประคบร้อนเหล่านี้หลายครั้งและฉันได้รับผลลัพธ์ที่น่าพอใจอย่างมากเสมอ

ชุดของงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการผ่าตัดและศัลยกรรมกระดูก 1913-11

1912-1917: จุดเริ่มต้นของผ้าห่มทำความร้อนในครัวเรือน ผ้าทำความร้อนอุตสาหกรรมและผ้าทำความร้อนในครัวเรือนที่ใช้ไฟฟ้า

ในปี 1912 10 ปีหลังจากการจดสิทธิบัตรของ Camille Herrgott และ 8 ปีหลังจากมีการขายผ้าห่มของเขา แพทย์ชาวอเมริกันชื่อ Sidney I Russel ได้สร้างเครื่องทำความร้อนฝูกที่มีความยืดหยุ่นเรียกว่า "อันเดอร์แบลงค์เค็ต" ซึ่งให้เครดิตเขาในสหรัฐอเมริกาในฐานะ "ผู้ประดิษฐ์ผ้าห่มไฟฟ้า"

ในปีเดียวกันนั้นเอง ปี 1912 Camille Hergott ได้รับเหรียญเงินทองจากสมาคมส่งเสริมอุตสาหกรรมแห่งชาติเพื่อตอบแทนเขาที่พัฒนาผ้าทำความร้อนมาเป็นเวลาหลายปี (แถลงการณ์ของสมาคมแห่งชาติเพื่อการสนับสนุนอุตสาหกรรมแห่งชาติ 1 กุมภาพันธ์ [1,] 1913 หน้า 218)

ปี 1913 ปัญหาส่วนใหญ่ที่ถูกรายงานได้รับการแก้ไขโดยวิศวกรของ Belfort ชื่อ Mr C Herrgott ผ้าที่เขาคิดค้นผ่านการทดสอบทั้งหมดที่นักข่าวที่มีหน้าที่ดูแลการตรวจสอบทางเทคนิคของเขา นอกจากนี้เขายังได้ผลการทดสอบที่น่าประทับใจในภาคปฏิบัติที่ดำเนินการในโรงพยาบาลใน Bordeaux ภายใต้การดูแลของศาสตราจารย์ Bergonié อีกด้วย Mr. Daniel Berthelot กล่าวถึงความเหนือกว่าอย่างชัดเจนของเนื้อผ้าของ Herrgott ในการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับด้ายพุ่งของตัวนำไฟฟ้าหรือโครงใยหินที่รองรับลวดเกลียว ตัวนำเป็นส่วนสำคัญของเนื้อผ้าและตัวนำไม่ลดความยืดหยุ่นที่ขาดไม่ได้ โลหะที่เลือกใช้ในการทำตัวนำคือนิกเกิลบริสุทธิ์ซึ่งมีความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชันได้ ระหว่างลวดสองเส้นที่อยู่ใกล้กันศักย์ไฟฟ้าน้อยเกินไปที่จะเสี่ยงต่อการลัดวงจรและฉนวนจะทำให้มั่นใจได้ว่านำที่อยู่บนผ้าจะไม่ทำให้เกิดความร้อนที่ผิดปกติ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นนักประดิษฐ์ก็เลือกที่จะไม่ขยายเครือข่ายตัวนำไฟฟ้าไปที่ขอบของผ้าเพื่อที่การสึกหรอใด ๆ จะไม่ทำให้โลหะโผล่ออกมาได้ ในที่สุดเต้ารับธรรมดาสามารถใช้เชื่อมต่อผ้ากับไฟฟ้า 110 หรือ 220 โวลต์ เช่นเดียวกับโคมไฟธรรมดาได้

รายงานที่ส่งโดย Mr. Daniel Berthelot ต่อสมาคมเพื่อการสนับสนุนอุตสาหกรรมแห่งชาติ (แถลงการณ์ของสมาคมแห่งชาติเพื่อการสนับสนุนอุตสาหกรรมแห่งชาติ 1 กุมภาพันธ์ 1913 หน้า 218)

ปี 1924 Le Correspondant: นิตยสารรายเดือนเกี่ยวกับศาสนา ปรัชญาและการเมือง

https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k415185c/f882.item.r=%22C%20Herrgott%22.texteImage

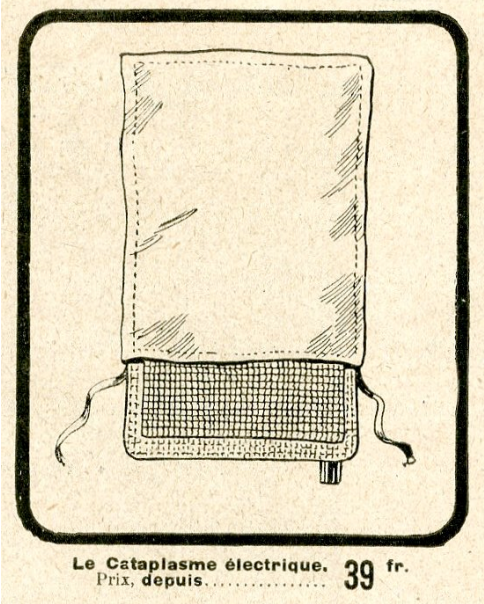
1914-1918: ชุดทหารสำหรับทำความร้อนและการใช้งานยานยนต์หลังสงคราม

ในปี 1914 Camille Herrgott ได้รับรางวัลใหญ่ในเมือง Lyon
เมื่อสงครามโลกครั้งที่หนึ่งเกิดขึ้นเขาอายุ 44 ปี เขาอยู่ในกองทหารรุ่นปี 1890 ถูกเรียกตัวในปี 1915
L'Ouest éclair วันที่ 14 พฤศจิกายน 1915 "ทหารเยอรมันสร้างความอุ่นด้วยไฟฟ้า"
เมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายนที่ Zurich Leipzeiger Neuste รายงานเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์แปลก ๆ โดยศาสตราจารย์ชาวเยอรมัน Bech และ Chroter: การทำความร้อนด้วยไฟฟ้าถูกใช้เพื่อให้ความอบอุ่นกับทหาร
การประดิษฐ์นี้ประกอบด้วยกางเกงในและเสื้อกั๊กที่มีลวดยืดหยุ่นนำไฟฟ้า เสื้อผ้าเหล่านี้ไม่ได้ขัดขวางอิสระในการเคลื่อนไหวและน้ำหนักของกางเกงในจะเพิ่มขึ้นเพียง 850 กรัมเท่านั้น เสื้อผ้าเหล่านี้ถูกเคลือบด้วยผ้ากันน้ำซึ่งป้องกันแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้าซึ่งจะสร้างความอบอุ่นให้ทหาร แหล่งพลังงานนี้ไม่ได้อยู่บนตัวบุคคลดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่แบบพกพาเช่นที่พบในหลอดไฟฟ้าขนาดเล็ก ทหารจะถูกเชื่อมต่อกับหน่วยพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กที่อยู่ด้านหน้าและตัวหักเหลวดจะถูกใช้เป็นสิ่งกีดขวางแรงดันไฟฟ้าสูง ทหารใช้มันเปลี่ยนเส้นทางลวดเล็กขนาดที่เชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยที่หม้อแปลงจะลดกำลังไฟลง มีการคำนวณว่ามันง่ายมากที่จะใช้วิธีนี้ที่ระยะ 500 เมตร จุดสัมผัสทำให้ทหารสามารถใช้หรือหยุดกระแสไฟได้หากมีความร้อนมากเกินไป ค่าใช้จ่ายของกางเกงเหล่านี้และทั้งระบบคิดเป็นเงิน 125 ฟรังก์

L'Ouest éclair วันที่ 17 พฤศจิกายน 1915
เรียน ท่านผู้อำนวยการ ฉันกำลังอ่านบทความใน Ouest-Eclair ของวันนี้ที่มีชื่อว่า "ทหารเยอรมันสร้างความอุ่นด้วยไฟฟ้า" ฉันอดไม่ได้ที่จะพูดเมื่อเห็นอาจารย์ Bech และ Chroten อ้างว่าพวกเขาคิดค้นอุปกรณ์ที่ผลิตในฝรั่งเศสเมื่อสองสามปีก่อนที่ฉันจะออกจากตูนิเซียซึ่งน่าจะประมาณปี 1907 ในเวลานั้นหนึ่งในเพื่อนของ

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

เราคือ Mr. Hergott วิศวกรจาก Chaudet-Page ใน Valdoie (ใกล้ Belfort) กำลังผลิตเสื่อทำความร้อนสำหรับอพาร์ทเมนต์ ผ้าห่มทำความร้อนและเสื่อทำความร้อนที่สามารถใช้ในสวนสาธารณะหรือริมแม่น้ำได้แม้ว่าจะอยู่ห่างจากแหล่งไฟฟ้าหลายร้อยเมตรก็ตาม ผ้าเหล่านี้ไม่ติดไฟและถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ Mr. Hergott บอกฉันว่าเขายื่นสิทธิบัตรในฝรั่งเศสและเยอรมนีและเขาขายเครื่องใช้บางส่วนให้กับร้านค้าในกรุงปารีส



November 1916 Paz & Silva Electric Poultice Compress by Camille Hergott

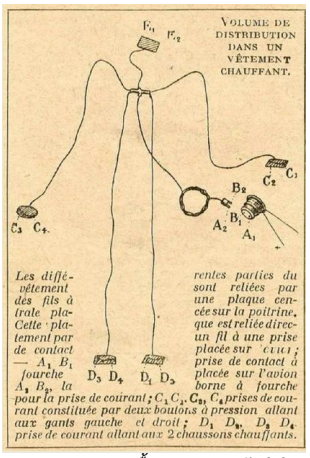
ในช่วงสงครามโลกครั้งที่1 การพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องบินเช่น การบินที่ระดับความสูงที่สูงขึ้นไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งความสูง 4,000 ถึง 5,000 เมตร ทำให้เกิดความต้องการเสื้อผ้าอุ่นในเดือนเมษายน 1918 ชุดอุ่นเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์นักบิน ซึ่งแตกต่างจากเสื้อผ้าอุ่นทางการแพทย์ที่ทำขึ้นก่อนสงครามโดย Camille Hergott เสื้อผ้าเหล่านี้ใช้พลังงานจากแรงดันไฟฟ้าต่ำ นี่คือสาขาของผู้เชี่ยวชาญของผู้ผลิต G. Goisot (Boulevard Gouvion, Saint Cyr ในปารีส)
"และในช่วงสงครามครั้งล่าสุด เราใช้เสื้อผ้าและชุดชั้นในที่อุ่นด้วยไฟฟ้า การทำความร้อนนี้ถูกผลิตด้วยด้ายเย็บภายใต้ปลอกผ้าในเสื้อผ้า ลวดเหล่านี้ถูกทำให้มีความร้อนเล็กน้อย โหมดการทำความร้อนนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการรักษาทุกส่วนของคนให้สามารถขยับได้ในช่วงอากาศเย็น รายการหลักของเสื้อผ้าคือ ถุงมือ รองเท้า หมวก รองเข่าและผ้ากันเปื้อน รถยนต์ใช้ประโยชน์จากระบบนี้เนื่องจากลวดสองเส้นที่นำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตโดยไดนาโมไปยังอุปกรณ์ไร้สายถูกใช้สำหรับเสื้อผ้าอุ่น" 1920 วิทยาศาสตร์และการเดินทาง ฉบับที่ 26

ในเดือนเมษายน 1916 AndréAimé Lemercier ได้ยื่นจดสิทธิบัตรในประเทศฝรั่งเศส (หมายเลข 468588) และในสหรัฐอเมริกาสำหรับถุงมืออุ่นด้วยไฟฟ้าและเสื้อผ้าอุ่นอื่น ๆ เขาเป็นบุตรชายของ Charles François Ernest Lemercier ผู้ซึ่งก่อนปี 1910 เชี่ยวชาญด้านเสื้อผ้าสำหรับนักบิน ในตอนที่สงครามสิ้นสุดลง เขาเข้าร่วมมือกับพี่ชายของเขา Henri Gaston เพื่อก่อตั้งบริษัทชื่อ Lemercier Brothers เนื่องจากความชำนาญเดิมของพวกเขา พวกเขาจึงเป็นคนแรกที่สร้างผ้าอุ่นด้วยไฟฟ้าก่อนที่จะทำเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนอื่น ๆ ด้วยความเชี่ยวชาญด้านการบินพี่น้อง Lemercier ยังคงผลิตชุดอุ่นสำหรับนักบินต่อไปจนกระทั่งสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่สองและมีธุรกิจสิ่งทอที่ผลิตร่มชูชีพ
การมีส่วนร่วมของเลมเมอร์เซียในสาขาผ้าอุ่นเริ่มขึ้นในปี 1913 ตามคำพูดของ Henry Letorey ในงานของเขา "ฉันขอเสนอสุขภาพ ความร่าเริงและความเป็นอยู่ที่ดีแก่คุณ ฉันเป็นนางฟ้าแห่งไฟฟ้า" ตีพิมพ์ในปี 1923 ซึ่งอธิบายว่า Lemercier มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีในด้านนั้น

การประยุกต์ใช้ผ้าของ Camille Herrgott ไม่ได้สร้างผลลัพธ์ทั้งหมดที่คาดหวังจากงานของเขา ในความเป็นจริงผ้าของเขาถูกนำมาใช้เพื่อทำผ้าห่มหรือเสื้ออุ่นเท่านั้นและในช่วงสงครามเขาได้ทำ "เสื้อคลุม" สำหรับนักบินเป็นหลัก
(1924 Le Correspondant: นิตยสารรายเดือนเกี่ยวกับศาสนา ปรัชญาและการเมือง)

ในเดือนมกราคม 1919 จากประสบการณ์ทางทหารของเขา Georges Goisot ได้ตีพิมพ์แคตตาล็อกอุปกรณ์ทำความร้อนด้วยไฟฟ้าที่ยืดหยุ่นได้ 12 หน้า มันมีเสื้ออุ่นสำหรับสำนักงานและห้องรับรอง บีนแบ็ก หมอนอิง ผ้าคลุมเตียง ผ้าประคบอุ่นเข็มขัด อุปกรณ์อุ่นคอ รองเข่า ถุงมือ รองเท้าแตะและอื่น ๆ ทั้งหมดทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (4 มกราคม 1919 รีวิวไฟฟ้าทั่วไป)

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น



เสื้อผ้าอุ่นด้วยไฟฟ้า (1920 วิทยาศาสตร์และการเดินทาง ฉบับที่ 26)

1919 ถุงมืออุ่น G. Goisot (แค็ตตาล็อก Ultimheat)

2462 ถุงมือทำความร้อนที่เสนอโดยอุปกรณ์ไฟฟ้า (Automobilia รถสำหรับกองทัพ 15 ตุลาคม 1919)

1918-1940 การขยายการใช้งานไฟฟ้าในบ้าน

เมื่อสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่ 1 เป็นช่วงของการขาดแคลนถ่านหินเนื่องจากความเสียหายต่อเหมืองฝรั่งเศสในภูมิภาค Nord/Pas de Calais และราคานำเข้าถ่านหินที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตเครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ยืดหยุ่นของ Georges Goisot ถูกลอกเลียนแบบในไม่ช้า ที่งานแสดงสินค้า Lyon ในเดือนมีนาคม 1917 L. Brianne ผู้ผลิตชาวปารีสได้นำเสนอ เสื้ออุ่นและผ้าประคบอุ่นไฟฟ้า (1917 แคตตาล็อกงานแฟร์ Lyon พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

1920 L. Brianne, เสื้ออุ่น 350x350mm, 10 rue Allibert ก่อตั้งขึ้นในปี 1890, ปารีส)(แคตตาล็อก Ultimheat)

ที่งานแสดงสินค้าใน Lyon ในเดือนมีนาคม 1919 ที่บูธ #8 กลุ่ม 10 โรงงานเครื่องทำความร้อนไฟฟ้า George Fox ได้จัดแสดงอุปกรณ์ใหม่สำหรับการใช้งานทางการแพทย์ อุตสาหกรรมและในบ้าน เช่น: ผ้าประคบอุ่น รองเท้าแตะ รองเข่า ไฟกระพริบและถุงมือ เครื่องทำความร้อนแบบซ่อนหรือแบบมองเห็น หัวแร้งบัดกรี เตารีดเวิร์คช้อป เตารีดสำหรับครัวเรือนและการเดินทาง เตารีดดัดผม เครื่องทำความร้อนเตียง อุปกรณ์อุ่นเท้า กาต้มน้ำ เตา ไฟแช็ก เสื้อทำความร้อน ฯลฯ รวมถึงเครื่องทำความร้อนของเหลว "Thermo-Fox" ที่ได้รับการตอบรับเป็นอย่างดี (รีวิวการไฟฟ้าทั่วไป 15 มีนาคม 1919)

ในงานแฟร์เดียวกันนี้ "บริษัทผลิตเครื่องทำความร้อนไฟฟ้าและเครื่องใช้ภายในบ้าน" (Calor) ตั้งอยู่ที่ 200 rue Boileau ใน Lyon ไม่ได้จัดแสดงเทอร์โมพลาสซึมหรือผ้าห่มทำความร้อน แต่ประกาศว่าบริษัท" ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่นำเข้าก่อนสงคราม" ในเดือนตุลาคมปี 1919 งานแฟร์ฤดูใบไม้ร่วง บริษัทประกาศขายเครื่องใช้ไฟฟ้า 300,000 ชิ้น

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

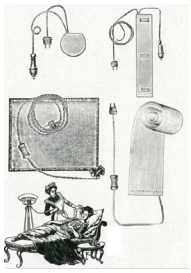
เมื่อสิ้นปี 1919 บริษัท Lemercier Brothers ถูกสร้างขึ้นซึ่งพัฒนา "เทอร์โมพลาสซึม" และได้เปิดตัวแคมเปญโฆษณาในหนังสือพิมพ์ของกรุงปารีส "ในช่วงเวลาที่จำกัด เทอร์โมพลาสม่าไฟฟ้าที่มีตัวควบคุมความปลอดภัยเป็นสิ่งจำเป็นในบ้านทุกหลัง มันจะเข้ามาแทนที่เครื่องทำความร้อนสำหรับเตียงที่เย็นลงเพื่อให้คนมีสุขภาพดี สำหรับผู้ป่วยหรือผู้ที่อ่อนแอ มันจะแทนที่ผ้าประคบอุ่นที่ส่งกลิ่นเหม็นไม่สะดวกและจะป้องกันจากไข้หวัดเนื่องจากการกระทำปฏิกิริยาของมัน" (Le Figaro 4 มกราคม 1920 และวารสาร Petit ของพรรคสังคมฝรั่งเศส 1 มกราคม)

ทีอุ่นเท้า ผ้าห่มไฟฟ้า เทอร์โมพลาสซึม
(1922 Lemercier)

สำหรับ Camille Herrgott สถานการณ์เริ่มยากขึ้น สิทธิบัตรอายุ 15 ปีของเขาตกไปเป็นของสาธารณะในปี 1916 ระหว่างสงครามในขณะที่ลุงของเขา Henri Chaudel หัวหน้าโรงงานถูกเรียกตัว การผลิตที่โรงงาน Valdoie อุทิศให้กับอุตสาหกรรมสงครามเพียงอย่างเดียว (ระเบิดมือ ลูกปืนใหญ่ การผสมผงไร้ควันและตัวเกี่ยว) ไม่มีที่ว่างสำหรับการพัฒนาผ้าห่มอุ่น วันที่ 9 กันยายน 1918 Henri Chaudel ตายในสนามรบ ลูกชายของเขา Edmond เข้ามาแทนที่เขาด้วยความช่วยเหลือจาก Camille Hergott เมื่อสงครามสิ้นสุดลงกิจกรรมของโรงงานส่วนใหญ่จะทุ่มเทให้กับการผลิตอุปกรณ์สำคัญแบบเร่งด่วนสำหรับการทำให้ลำเหมืองที่ถูกน้ำท่วมแห่ง ภายใต้แรงกดดันจากการแข่งขันที่รุนแรงและความเป็นไปได้ที่ลดลงในการผลิตเขาจึงเลิกทำผ้าห่มอุ่นไว้ในปี 1921 ผ้าและเครื่องแต่งกายที่ทำความร้อนทางการแพทย์ที่มีความยืดหยุ่นจาก Gaiffe-Gallot และ Pilon ในปารีสถูกทิ้งร้างราวปี 1923

ในปี 1921-22 ในขณะที่สถานพักฟื้นได้รับการพัฒนา จำเป็นต้องใช้ผ้าห่มทางการแพทย์ที่จะช่วยให้ผู้ป่วยอยู่ในที่โล่งนานขึ้นซึ่งทำให้เกิดผู้ผลิตรายใหม่ เช่น Victor Russenberger (ผลิตผ้าประคบอุ่น ผ้าอุ่นเตียง เสื่อทำความร้อน และเป็นที่รู้จักในภายหลังสำหรับสวิตช์ของเขา) Albert Bourgain (เสื่อทำความร้อน Fulgator) Fare และ Calor

2464 เสื่อทำความร้อน Fulgator ที่ผลิตโดย Albert Bourgain



1921 องค์ประกอบในการทำความร้อนที่ยืดหยุ่นจาก Fare (แคตตาล็อก Ultimheat)

"จากที่ไม่ค่อยมีใครรู้จักก่อนสงคราม การทำความร้อนด้วยไฟฟ้าของเสื้อผ้าเพิ่มมากขึ้นอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ตอนนี้สามารถพูดได้ว่าในรถยนต์ไม่จำเป็นต้องทนทุกข์ทรมานจากความหนาวเย็นอีกต่อไปแม้ในช่วงฤดูหนาวที่ยาวนานที่สุด ในช่วงสงครามกองทัพอากาศต้องการการป้องกันที่มีประสิทธิภาพต่ออุณหภูมิของไซบีเรีย (-40° ถึง -50°) สำหรับนักบินที่บินในระดับสูง อันเป็นผลมาจากความจำเป็นนี้จึงได้เกิดอุตสาหกรรมที่สร้างและพัฒนาชุดอุปกรณ์ที่เพิ่มความสะดวกสบายของกิจกรรมที่หลายคนมองว่าเป็นเพียงวิธีการขนส่งเท่านั้น ในขณะที่ลวดทำความร้อนเป็นตัวนำที่ดีสำหรับส่วนที่ทำความร้อนซึ่งภายในกลายเป็นความต้านทานมาก เช่น ยาวและบาง ซึ่งให้ความยืดหยุ่นที่จำเป็นสำหรับการใช้งานในเสื้อผ้า หุ้มด้วยฉนวนอย่างดีและทำจากโลหะสแตนเลสที่มีความต้านทานสูง ลวดนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงไม่กี่ส่วนในร้อยส่วนของมิลลิเมตร (10 ถึง 11 ส่วนในร้อยส่วน) เท่านั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของมัน: นิกเกิลหรือนิกเกิลเงิน มันมีความยาวหลายเมตรจึงสร้างเส้นโค้งจำนวนมากในผ้า อย่างไรก็ตามผ้าไม่ได้มีความเฉพาะเจาะจงและการประยุกต์ใช้นั้นง่ายมากจนโรงงานสามารถแปลงผ้าห่มธรรมดาเป็นผ้าห่มทำความร้อนได้ภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง" (L'Ouest Eclair ลงวันที่ 15 พฤษภาคม 1922)

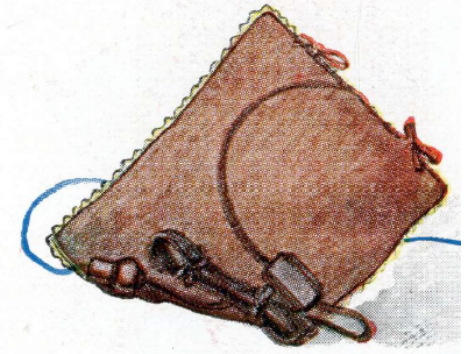
ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

1923 โฆษณาสำหรับเทอร์โมพลาสติกของ Calor

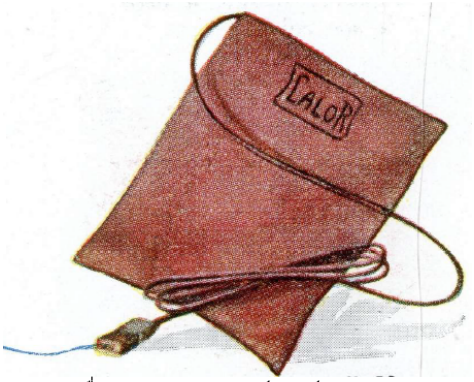
ในปี 1922 Calor เริ่มผลิตเทอร์โมพลาสซึมที่ถูกนำเสนอดังนี้ "เหตุผลสำหรับความเหนือกว่าของเนื้อผ้าของเราคือเราสามารถสานเกลียวต้านทานของเราลงบนเครื่องได้โดยตรง กระบวนการนี้ช่วยให้เราสามารถแนะนำอุปกรณ์ที่มีข้อได้เปรียบอย่างเห็นได้ชัดที่ไม่มีใครรู้มาก่อนจนถึงตอนนี้ การไม่มีแร่ใยหินและฉนวนกันความร้อนที่ผ่านไม่ได้ครอบคลุมผ้า "Calor" ทำให้มันทนต่อความชื้นได้อย่างเต็มที่ มันถูกออกแบบมาสำหรับแรงดันไฟฟ้าทุกระดับตั้งแต่ 12 ถึง 220 โวลต์โดยไม่ต้องเพิ่มราคาใด ๆ ไม่สามารถใช้เป็นเครื่องอุ่นเตียงได้" (1923 Calor)

1925 Charles Mildé และลูกชาย (พรมอุ่น พลังงานที่ใช้: 30 วัตต์) เราสามารถทำผ้าห่มอุ่นทั้งหมดที่ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้าใด ๆ ก็ได้ เราผลิตผ้าห่มสำหรับอพาร์ตเมนต์ (ใช้งานที่ 110 โวลต์) รถยนต์และเครื่องบิน (ใช้งานที่ 12 หรือ 16 โวลต์)

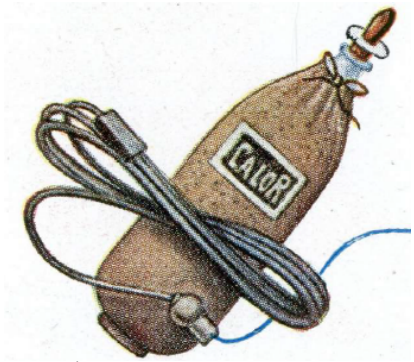
เทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับเทอร์โมพลาสซึมนั้นทำให้เกิดผลิตภัณฑ์อีกสองตัวจาก Calor โดยใช้องค์ประกอบในการทำความร้อนที่ยืดหยุ่น: เสื้ออุ่นและที่อุ่นขวด (แคตตาล็อก Calor 1926 พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)



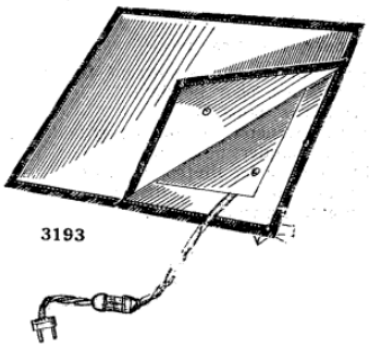
1926 เทอร์โมพลาสมาของ Calor พร้อมสวิตช์บนสายไฟ (แคตตาล็อก Calor 1926 พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)



1926 เสื้ออุ่นของ Calor (แค็ตตาล็อก Calor 1926 พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)



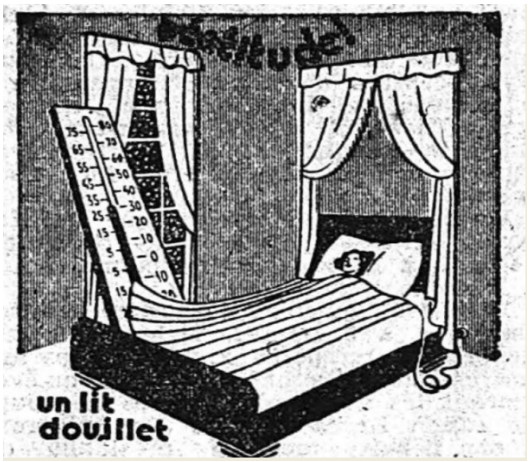
1926 เครื่องอุ่นขวดแบบยืดหยุ่นของ Calor พร้อมสวิตช์บนสายไฟ (แคตตาล็อก Calor 1926 พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)



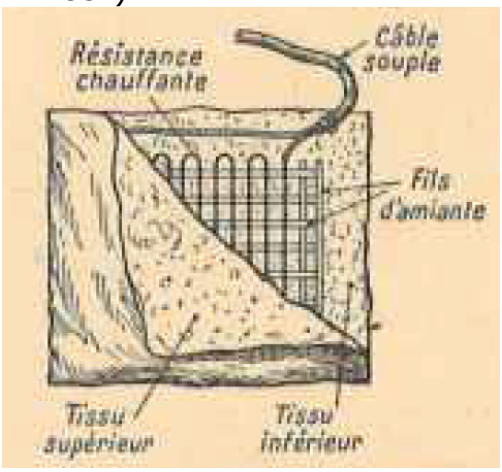
1930 ผ้าห่มอุ่น 120 x 80 ซม. ประมาณ 50 วัตต์ มันใช้งานได้จริงและสามารถเชื่อมต่อทิ้งไว้เป็นเวลาหลายชั่วโมงบนเตียงที่มีผ้าคลุมเตียง (Bazar d'électricité, G Cochet) สวิตช์บนสายไฟนั้นเหมือนกับสวิตช์บนสายไฟหลอดไฟให้แสงสว่าง

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

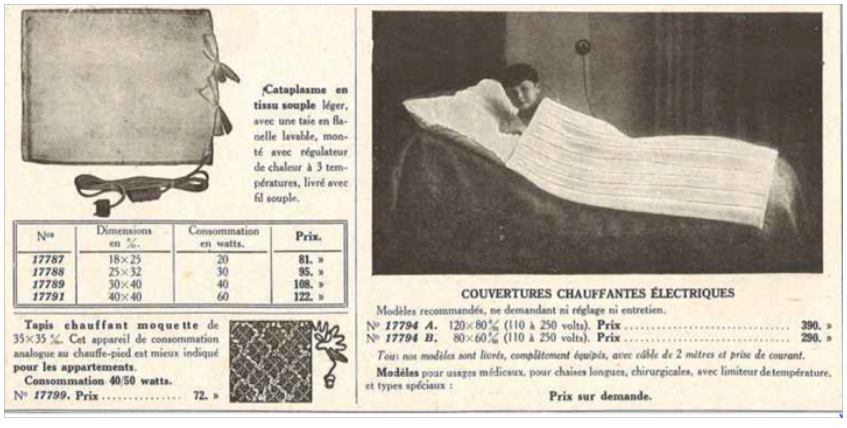
1930 สหรัฐฯ ผ้าห่มไฟฟ้าผืนแรกวางจำหน่ายโดย Samson United Corporation



ในเดือนมกราคม 1929 Abkin ผู้ซึ่งเพิ่งจดสิทธิบัตรรุ่นผ้าห่มไฟฟ้าได้เริ่มผลิตและจำหน่ายผ้าห่มไฟฟ้ารุ่นดังกล่าว จากนั้นเขาจะนำเสนอเป็นครั้งแรกที่งาน Salon des Arts Ménagers ในปารีสในปี 1930 ภายใต้แบรนด์ Perfecta มันถูกอธิบายว่า 'ไม่มีคู่แข่ง' (ภาพจากปี 1931)



ข้อความต่อไปนี้เกี่ยวกับการทำความร้อนส่วนบุคคลมาจากปี 1932 ผ้าอุ่นในรูปแบบของพรม รองเท้า ผ้าห่ม เสื้อถัก แจ็คเก็ต... ที่ความตึงทานความร้อน (50 วัตต์) หุ้มฉนวนโดยใช้ลวดใยหินสองเส้นทอระหว่างผ้าสองชั้น (1932 Boll ไฟฟ้าไปยังเมืองและชนบท)
.. 1932 Alsthom และ La Cie Générale d'électricité เสนอเทอร์โมพลาสซึมของ Lemercier เทอร์โมพลาสซึมของ Lemercier และพรม



1933 Bouchery แสดงผ้าประคบอุ่นไฟฟ้าสำหรับพอกยา เสื้ออุ่นและผ้าห่มไฟฟ้าในแคตตาล็อก

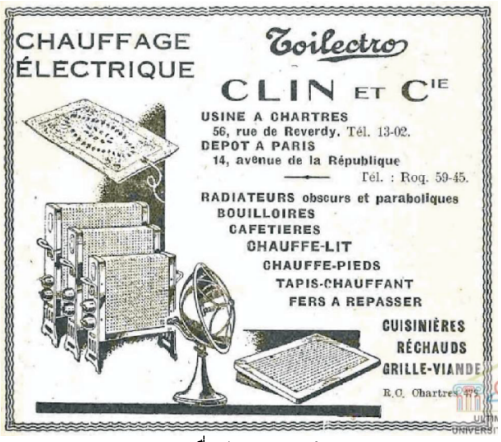
1939-1945:

- ข้อจำกัดในการใช้และการผลิตในฝรั่งเศส

- การพัฒนาในอังกฤษและสหรัฐอเมริกา

1939: สงครามโลกครั้งที่สองและหลายปีหลังจากนั้นทำให้เกิดข้อจำกัดและการขาดแคลนเชื้อเพลิง ทำให้เกิดความสนใจในผ้าห่มไฟฟ้าอีกครั้งซึ่งประหยัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของพลังงานไฟฟ้าเช่นเดียวกับในระบบเครื่องอุ่นเตียงไฟฟ้าทั้งหมด อย่างไรก็ตามเนื่องจากการขาดวัตถุดิบโดยเฉพาะอย่างยิ่งนิกเกิลและโครเมียมซึ่งเป็นวัสดุที่จำเป็นสำหรับลวดทำความร้อน การผลิตผ้าห่มไฟฟ้าจึงได้หยุดชะงักลง นอกจากนี้ ตั้งแต่วันที่ 6 มิถุนายน 1943 การขายเครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้า ผ้าห่ม เครื่องอุ่นเตียงและเทอร์โมพลาสซึมเป็นสิ่งต้องห้ามยกเว้นว่าจะมีบัตรอาหาร

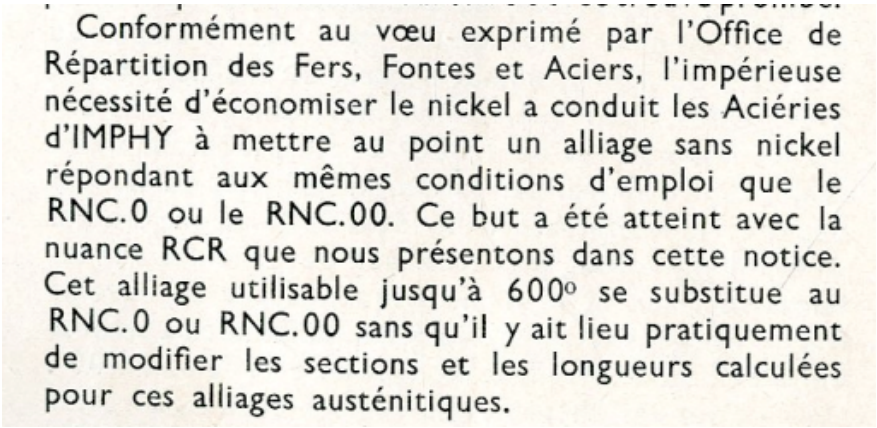
1941 Roger Marchand Storage Sleeper
(Mastier, การทำความร้อนด้วยไฟฟ้าในบ้าน)



1941 เสื่ออุ่นของ Toilectro
(Mastier, การทำความร้อนด้วยไฟฟ้าในบ้าน)

941 (7 กุมภาพันธ์) ในขณะที่เริ่มมีการจำกัดในวัตถุดิบ Chaluvia Electrical Applicances, 33 rue Bergère ในปารีสเสนอเครื่องอุ่นเตียงและผ้าประคบอุ่นไฟฟ้า "ในอุดมคติ"

1942 การใช้นิกเกิลสำหรับการผลิตตัวต้านทานทำความร้อนส่วนใหญ่ถูกแบนในฝรั่งเศสซึ่งทำให้ Imphy ซึ่งเป็นบริษัทโลหะวิทยาต้องพัฒนาโลหะผสมที่มีความต้านทานที่ปราศจากนิกเกิลใหม่: RCR


Conformément au vœu exprimé par l'Office de Répartition des Fers, Fontes et Aciers, l'impérieuse nécessité d'économiser le nickel a conduit les Aciéries d'IMPHY à mettre au point un alliage sans nickel répondant aux mêmes conditions d'emploi que le RNC.0 ou le RNC.00. Ce but a été atteint avec la nuance RCR que nous présentons dans cette notice. Cet alliage utilisable jusqu'à 600° se substitue au RNC.0 ou RNC.00 sans qu'il y ait lieu pratiquement de modifier les sections et les longueurs calculées pour ces alliages austénitiques.

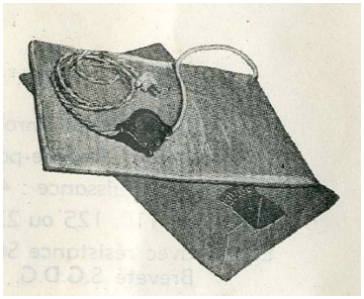
เอกสารจาก Imphy 1942 โลหะผสม RCR (พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)
มิถุนายน 1943: การห้ามขาย คำสั่งของวันที่ 5 มิถุนายน (OJ ของวันที่ 9 มิถุนายน) ประกาศห้ามมิให้บริษัท ขายตรงสู่สาธารณะ เสนอขาย ให้เช่าหรือแลกเปลี่ยนเครื่องทำความร้อนบนเตียง เครื่องอุ่นเท้า แผ่นทำความร้อน (ผ้าประคบอุ่นไฟฟ้า) ผ้าห่มไฟฟ้าหรือเสื่ออุ่นยกเว้นคูปองอาหาร

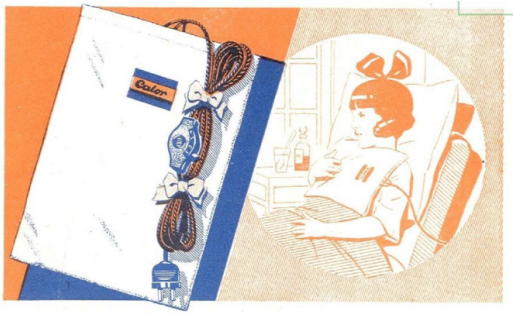
นอกประเทศฝรั่งเศสงานวิจัยเกี่ยวกับชุดอุ่นด้วยไฟฟ้าสำหรับนักบินขับไล่ในช่วงสงครามทำให้ความปลอดภัยเพิ่มขึ้นและทำให้ผู้ผลิตสามารถทำผ้าห่มได้บางขึ้นและพับได้ง่ายขึ้น หนึ่งในนั้นคือบริษัท General Electric ในสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นหนึ่งในผู้ผลิตผ้าห่มไฟฟ้ารายใหญ่ที่สุด ในปี 1945 บริษัทเริ่มโฆษณาผ้าห่มอัตโนมัติโดยเน้นการเชื่อมโยงกับการผลิตชุด "อุ่น" ในช่วงสงครามสำหรับนักบินที่ไปรบในญี่ปุ่น

Lemercier ผู้ผลิตชาวฝรั่งเศสได้พัฒนาชุด "การบิน" อุ่นซึ่งเป็นมาตรฐานหลังสงครามเช่นเดียวกับ Airaile ซึ่งเป็นบริษัทคู่แข่ง

1945-1960 หลังสงคราม ยอดขายผ้าห่มไฟฟ้าเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการขาดแคลนถ่านหิน การเริ่มผลิตเทอร์โมสแตทและไทม์เมอร์ เพื่อความปลอดภัยในผ้าห่มทำความร้อนและผ้าประคบอุ่น

ในปี 1946 มีผู้ผลิตเพียงไม่กี่รายเท่านั้นที่สามารถเริ่มการผลิตใหม่ได้อย่างรวดเร็ว: Airaile ใน Angers (ผ้าห่ม ผ้าประคบอุ่น ชุดทำความร้อนสำหรับทหารและพลเรือน) Calor ใน Lyon (เทอร์โมพลาสซึม) Suzor ใน Boulogne sur Seine, (เทอร์โมพลาสซึม ผ้าทำความร้อน) และ Verpillat (ผ้าห่มอุ่น) ใน Lyon





1947 เทอร์โมพลาสซึมของ Suzor ผ้าประคบอุ่นทำความร้อน 3 ระดับควบคุมโดยตำแหน่งสวิตช์ 3 ตำแหน่ง มีความปลอดภัยด้วยเทอร์โมสแตทคู่และเบาะภายในทำให้มั่นใจว่าพลังงานในการทำความร้อนจะถูกควบคุมได้ดีมาก: 50 วัตต์ ขนาด: 250 X 320 มม. มีให้เลือก 110 หรือ 220 โวลต์ (แคตตาล็อก Ultimheat)

เทอร์โมพลาสซึมจะกระจายความร้อนที่เป็นประโยชน์โดยเพียงแค่นำไปวางบนส่วนที่เป็นโรค มันมาแทนที่ผ้าประคบอุ่นแบบเก่าที่ไม่สะดวกและไม่เป็นระเบียบ มันทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับไข้หวัด หลอดลมอักเสบ ภาวะเยื่อหุ้มปอดอักเสบ ไข้หวัดใหญ่ อาหารไม่ย่อย ฯลฯ...
มันมีสวิตช์ที่เข้าถึงได้ง่ายและปรับได้ซึ่งสามารถตั้งค่าที่อุณหภูมิ 3 ระดับ ร่องขนาดเล็กทำให้สามารถทราบตำแหน่งของสวิตช์ได้ตามระดับความร้อนที่ต่างกันและสามารถปรับได้แม้ในที่มืด
เครื่องควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ ตัวควบคุมอุณหภูมิสองตัวทำงานโดยอัตโนมัติให้ความปลอดภัยสูงสุดในกรณีที่อุปกรณ์ถูกลืมในขณะที่เชื่อมต่อกับกระแสไฟฟ้า "เทอร์โมพลาสซึมไฟฟ้าของ Calor" ที่แนะนำโดย Medical Corps มีจำหน่ายในร้านขายยาสำหรับครอบครัวรวมถึงการใช้งานทางการแพทย์ที่จำเป็น)(แคตตาล็อก Calor, 1947, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

สายไฟยาว 3 เมตรมาพร้อมกับสวิตช์ Bakelite หินอ่อนซึ่งผู้ป่วยสามารถใช้งานได้อย่างง่ายดายด้วยมือเดียวและปรับอุณหภูมิได้สามระดับและสวิตช์ปิด ตำแหน่ง 0: ตำแหน่งปิด 1: ตำแหน่งต่ำ 2: กลาง ตำแหน่งที่ 3: ร้อน
เมื่อได้อุณหภูมิที่ต้องการ อุณหภูมิจะคงที่โดยอัตโนมัติ ต้องขอบคุณเทอร์โมสแตทหรือตัวควบคุมอุณหภูมิสองตัวที่หยุดกระแสไฟฟ้าทันทีเมื่อความร้อนสูงเกินและปล่อยกระแสไฟฟ้าทันทีที่อุณหภูมิกลับสู่ปกติ
(แผ่นทำความร้อนของ Thermor 1949)

ในปี 1949 ผู้ผลิต Angevinois Airaile ซึ่งมีประสบการณ์เกี่ยวกับผ้าอุ่นและเสื้อผ้าทหารอุ่นมานานกว่า 25 ปี ตัดสินใจเปิดสำนักงานที่ 27 Avenue Mozart ในปารีส
เขาจัดแสดงผ้าห่มอุ่นและเทอร์โมพลาสซึมตั้งแต่ 50 ถึง 180 วัตต์ ที่งานแฟร์ในปารีสในปี 1949 และใน Metz ในปีเดียวกัน (ซึ่งเขาได้รับรางวัลใหญ่)

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ใช้สายไฟทำความร้อนสำหรับการบินประเภท "ผสม" ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยนิกเกิลบริสุทธิ์หลายชนิดที่ควบคุมตัวเองขดอยู่บนแกน สิ่งทอที่มีความแข็งแรงเชิงกลสูงและหุ้มฉนวนโดยโอเวอร์ไกดิ้ง มีเทอร์โมสแตทที่แม่นยำซึ่งจะจำกัดการทำความร้อนโดยอัตโนมัติแม้ว่าผู้ใช้จะลืมว่าพวกเขาเชื่อมต่ออยู่ ถือว่าทันสมัยมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับคู่แข่ง เทอร์โมสแตทเหล่านี้ถูกเร่งด้วยความต้านทานเพิ่มเติม พลังงานถูกตั้งค่าด้วยสวิตช์โรตารี่ที่มีตำแหน่งสัมผัสสามตำแหน่งและสองขั้วตัดพลังงาน
นอกจากนี้ยังมีเสื่อกักทำความร้อน 40 วัตต์ซึ่งเป็นเอี๊ยมแขนกุด มันค่อนข้างกว้างทำจากผ้าใบฝ้ายที่แข็งแกร่งและมีแรงดันไฟฟ้าต่าง ๆ ตั้งแต่ 6 ถึง 220 โวลต์สำหรับการใช้งานในชนบท การเกษตรและอุตสาหกรรม
(แคตตาล็อก Air-Aile ต่าง ๆ ตั้งแต่ปี 1949 และแคตตาล็อก Ultimheat จากปี 1951)

ระหว่างปี 1950 และ 1960 ในตลาดที่เฟื่องฟูการแข่งขันเริ่มทวีความรุนแรงมากขึ้นระหว่างผู้ผลิตผ้าห่มและเทอร์โมพลาสซึมจำนวนมาก นี่คือตัวอย่างรายการผลิตภัณฑ์ของบริษัทเหล่านี้:
Abkin (**A.**), 95, boulevard Soult, Paris 12th (แบรนด์ Perfecta)
AEM ., 5, rue de la Procession, Paris
AirAile, 1 bis, rue J.-P.-Timbaud, Issy-les-Moulineaux (Seine)
Amplelec, (marque Morphée)
Area (A.) Grand-Gallargues (Gard)
Armand (M.), Digne (B.-A.)
Astoria, 26, r St-Charles, Schiltigheim (Bas-Rhin)
Baugas et Cie, Chemillé (M.-et-L.)
Barrière (A.), 282 boulevard Voltaire, Paris 11éme ผลิตภัณฑ์ล่าสุด: ผ้าห่มไฟฟ้ารุ่นล่าสุดทำจากผ้าใยแก้วซิลิโคน (แบรนด์Tentation)
Bois (M.), 2, rue Condorcet, Cachan (Seine)
Botteau, 37, rue Cambronne, Paris
Buga (Ets), Obernai (Bas-Rhin)
Calor, place A. Courtois, Lyon
Camulco
Chromex, (1953)15 rue du Port, Le Mans (Sarthe)
Coillard (R.), pl. de la République, Cours (Rhône)
Constellation, 16 ter, rue Censier, Paris
Covex
C.R.E.O. rue de la Barillerie, Le Mans (Sarthe)
Degois (Jean), (ต่อมากลายเป็น Raymond Degois) แบรนด์ Jidé (1949 ca, 1962) สายไฟทำความร้อนทำให้สามารถทำผ้าห่มทำความร้อนได้ง่ายโดยไม่ต้องมีความรู้เรื่องไฟฟ้า ตาข่าวอุ่นเตียง น้ำหนักเบามาก ขนาดกะทัดรัดและพกพาสะดวก ตัวต้านทานที่ไม่แตกหัก เกลียวขดโดยกระบวนการที่ได้รับการจดสิทธิบัตร ผ้าห่มอุ่น สบาย ผ้าขนสัตว์ที่มีคุณภาพ รับประกันความปลอดภัย ผู้สร้างตัวต้านทานสำหรับผ้าห่มไฟฟ้า 66, Rue Francois-Chénieux Limoges (Hte Vienne)
Despont, 276, rue de Belleville, Paris
Elefo, Obernai (Bas-Rhin)
Eletex, 27, r Ferrandière, Lyon
Euphorie, (1950, 1955) 71 rue Hippolyte-Kahn, Lyon-Villeurbanne เวิร์คช้อป Euphorie เปิดตัวผ้าห่มอุ่น 25,000 ผืนในฤดูกาลนี้ด้วยประสบการณ์มากกว่า 20 ปี)
Fox, 64, bd de Ménilmontant, Paris (เฉพาะเทอร์โมพลาสซึมเท่านั้น)
Gautier (A.), 7, rue de la Mignonne, St-Rambert (Rhône)
Petit (G.), (Gelux brand) **,** 6, Place Léon Deubel, Paris 16th (ความต้านทานของโครเมียมนิกเกิล 80-20)
Gervaiseau, 151, av. Georges-Durand, Le Mans (เทอร์โมพลาสซึมเท่านั้น) สิทธิบัตรเทอร์โมสแตทแผ่นโลหะคู่ในเดือนมีนาคม 1957 (Evo-Stop)
Guérillot (Pierre), (แบรนด์อิเล็กทรอนิกส์ Filecho) เครื่องอุ่นเตียงไฟฟ้าที่มีความปลอดภัย แผ่นทำความร้อนสำหรับรถยนต์และรถบรรทุก หม้อน้ำทำความร้อนป้องกันน้ำแข็งสำหรับท่อ หุ่มอนอิงเครื่องทำความร้อนและเทอร์โมพลาสซึม ความร้อนชั้น (แชสซี) เสื่อกักทำความร้อนสำหรับรถจักรยานยนต์และรถแทรกเตอร์

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

Pierre Guerillot ยื่นจดสิทธิบัตรในปี 1951 สำหรับผ้าทำความร้อนที่มีความยืดหยุ่นซึ่งประกอบด้วยแผ่นพีวีซีสองแผ่นพร้อมกับแผ่นทำความร้อนแบบเปลือย นี่เป็นผลิตภัณฑ์รุ่นแรกของผ้าอุตสาหกรรมที่ยืดหยุ่นในอนาคตที่ทำจากซิลิโคน
305 rue de Belleville, Paris 19
Hawai,16, rue Léopold-Bellan, Paris
Hudson France, 29, rue de l'Hôtel-de-Ville, Lyon
Hornung, 12, quai St-Nicolas, Strasbourg (เฉพาะเทอร์โมพลาสซึมเท่านั้น)
Hydro-Electrique A.M.C., Arpajon sur Cère (Cantal)
Irga, 5, rue du Parchemin, Strasbourg
Jema ผ้าห่มความร้อนที่ถอดออกได้พร้อมตัวควบคุมอุณหภูมิที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ปลอดภัยมาก ขนแกะสวยทุกสี (180 x 120 และ 140x120), 46 rue de Paradis, Paris 10
Jost (J.), Beblenheim (Ht-Rhin) เฉพาะเทอร์โมพลาสซึมเท่านั้น
Kalliste, คลุมด้วยตัวต้านทานที่มีการควบคุมตนเอง
Lampargent, 25, rue Claude-Terrasse, Paris
Manufacture de tissus thermiques 1, rue Girard, Vienne (Isère)
Menneret (PA), ผู้จัดจำหน่ายแบบขายส่ง Andalouse brand, 38 Chapeau Rouge, Bordeau
Philibert et Maury, 14 rue Bèchevelin, Lyon
Floor (Ateliers P.), 93 rue Oberkampf, Paris 11th บริษัทก่อตั้งขึ้นในปี 1900 สายไฟทนความร้อนสำหรับผ้าห่มและหมอนอิงทำทำความร้อน
Rachline (Ets), 39, boulevard Ornano, St-Denis (Seine) (Heating mattresses)
Radialaine , Le Mans
Central Electric Heaters , St-Pourçain-sur-Sioule (Allier)
Raveleau (A.), La Grange-St-Pierre, Poitiers (แบรนด์ Equator)
Rhoneclair, (1954) rue de Chauffailles, Cours (Rhône)
Rossi-Paret, 49, rue Victor-Hugo, Vienne (Isère)
Seecta, 3, rue Royet, Caluire (Rhône)
Sibéria ผ้าห่มทำความร้อนที่ทำด้วยขนสัตว์และฝ้ายที่ปรับความร้อนได้ 3 ระดับ (Lower Alps)
Solis France (1955 ca), 12 rue Guillaume Tell, Mulhouse
Thermel, 33, rue du Hochât, Châteauroux (แบรนด์ California)
Thermodor, 12, rue Victor-Bonhommet, Le Mans
Tisselec, 66 avenue Felix Faure, Lyon
Treselle (Fernand.), Mark Ellesert Securematic พร้อมเทอร์โมสแตทและการตั้งค่า 3 ระดับ; 12, rue Godefroy St-Hilaire, Lille
Electro-Rivoli, (แบรนด์ Vedette) 1, rue de l'Ysere Grenoble, หลังจากนั้นประมาณปี 1961, 19 rue de l'Ordre, Lyon 3

ในปี 1955 Calor เริ่มผลิตผ้าห่มควบคุมอุณหภูมิภายใต้ลิขสิทธิ์ของสหรัฐอเมริกา อุณหภูมิสามารถปรับได้และเทอร์โมสแตทใหม่จะป้องกันไม่ให้ความร้อนสูงเกินไป (1955 โฆษณาคอลเล็คชั่น Calor Ultimheat)
หนึ่งในการวิพากษ์วิจารณ์ของผ้าห่มทำความร้อนในเวลานั้นคือผู้ใช้อาจนอนหลับโดยที่เปิดผ้าห่มไว้ที่ความร้อนสูงสุดซึ่งอาจทำให้เกิดการเผาไหม้ในบางกรณีได้ ปี 1956-1957 จะเห็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ปรากฏขึ้นรวมฟังก์ชั่นเพื่อหยุดความร้อนโดยอัตโนมัติหลังจากการใช้งานไประยะเวลาหนึ่ง

ในปี 1957 Jidé ได้เปิดตัว "Jidéstop" ตัวจับเวลาที่จะปิดผ้าห่มอุ่นโดยอัตโนมัติ จากนั้น Coupatan ก็นำผลิตภัณฑ์ที่เทียบเท่าออกสู่ตลาดและ Calor เปิดตัว "Tempomatic" Chromex ทำตามในปี 1958 ด้วย "Stop Index" นอกจากนี้ในปี 1958 Jidé ได้เปลี่ยนเครื่องจับเวลาให้มีการความร้อนสอง

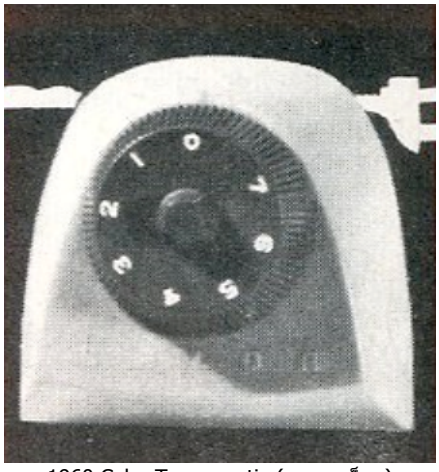
ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

ขั้นตอนโดยที่ผ้าห่มจะเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ต่ำกว่าโดยอัตโนมัติหลังจากระยะเวลาหนึ่ง (สิทธิบัตร 1.198174)
เมื่อวันที่ 1 มกราคม 1957 เครื่องหมายคุณภาพของ USE-APEL ถูกนำมาใช้โดย Technical Union of Electricity สำหรับผ้าห่มไฟฟ้า นี่เป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากผลิตภัณฑ์อันตรายที่ถูกผลิตขึ้นในช่วงหลังสงครามซึ่งก่อให้เกิดอุบัติเหตุหลายครั้ง

มาตรฐาน NFC 6023 แบบเก่าซึ่งครอบคลุมผ้าห่มและเทอร์โมพลาสซึม (ซึ่งมีข้อกำหนดและข้อจำกัดทางเทคนิคที่ง่าย เช่น การไขว้ลวด ความต้านทานต่อการดัด ความร้อนและความชื้นและเทอร์โมสแตทเดี่ยว) ถูกแทนที่ด้วยมาตรฐาน NF C 73-147 (สำหรับผ้าห่มอุ่น) และ NF C 73-123 (สำหรับเทอร์โมพลาสซึม) Vedette และ Kalliste เป็นผู้ผลิตรายแรกที่ได้รับเครื่องหมาย USE-APEL
มาตรฐานใหม่เหล่านี้สร้างสองหมวดหมู่ตามประเภทขององค์ประกอบในการทำความร้อน:
- ผ้าคลุมที่มีลวดหรือองค์ประกอบในการทำความร้อนติดอยู่กับผ้ารองโดยใช้ตะเข็บหรือกระบวนการที่เทียบเท่าอื่น ๆ หมวดหมู่นี้ถูกกำหนดโดยตัวอักษร T
- ผ้าคลุมที่ลวดหรือองค์ประกอบในการทำความร้อนไม่สามารถถอดออกได้ หมวดหมู่นี้ถูกกำหนดโดยตัวอักษร N
นอกจากนี้ยังมีการแบ่งเป็นสองรุ่นขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า:
- ผ้าห่มที่เชื่อมต่อโดยตรงกับเครือข่ายการจ่ายพลังงาน 110 หรือ 220 โวลต์
- ผ้าห่มที่ต้องการใช้พลังงานที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำมาก (Equipement ménager 1961)
ตัวควบคุมอุณหภูมิกลายเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเทอร์โมพลาสซึมและอย่างน้อยต้องมีตัวควบคุมสองตัวสำหรับผ้าห่มซึ่งตอนนี้ต้องผ่านการทดสอบมากกว่า 15 ครั้งเพื่อตรวจสอบความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

1959 Calor เปิดตัวผ้าห่มทำความร้อน Textomatic ที่มีคุณสมบัติพิเศษเป็นระบบควบคุมอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องพร้อมเครื่องวัดพลังงาน มันเพิ่มตัวเลือก “Tempomatic” ซึ่งเป็นตัวจับเวลาการปิดเครื่องอัตโนมัติสำหรับผ้าห่มที่เรียบง่ายของบริษัท

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

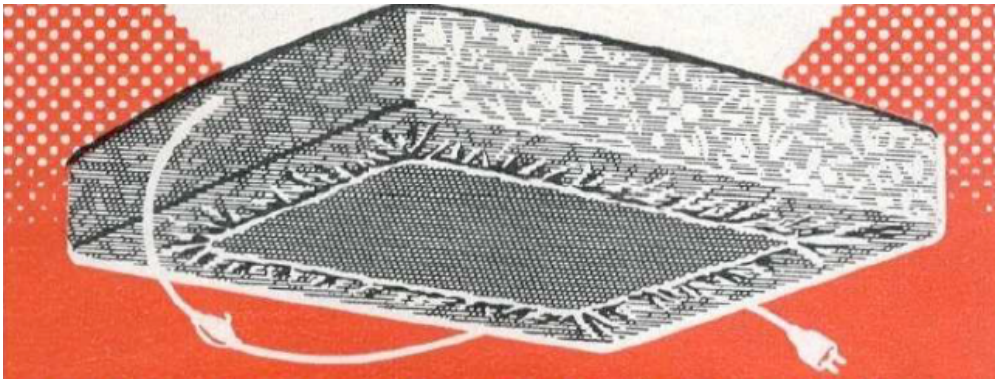


1960 Calor Tempomatic (แคตตาล็อก)

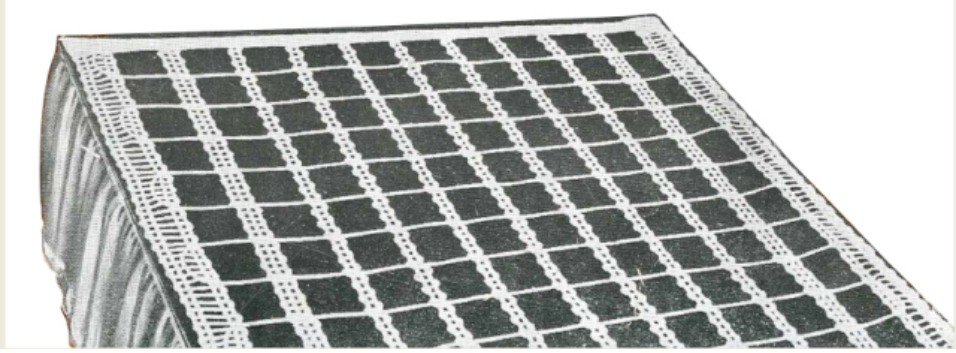
1980 Chromex นำเสนอผ้าห่มอุ่นทุกรุ่นในเวอร์ชันกันน้ำและมีฉลาก "ทนต่อเปลวไฟ" ของ NF

เครื่องทำความร้อนที่นอน

1957 เรากำลังเริ่มค้นหาระบบในตลาดที่วางไว้ใต้ตัวผู้ใช้และไม่ได้วางไว้ด้านบนตัวผู้ใช้ รายการเหล่านี้จะต้องติดตั้งด้วยระบบสายรัดและมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่หลุดลุ่ยและพับ
ผ้าคลุมฟูกอุ่นสำหรับฝูก Grizzli ทำจากตัวต้านทานที่รวมกันระหว่างผ้าสองชั้น ผ้าชั้นล่างทำหน้าที่เป็นตัวรองรับตัวต้านทานที่ยึดโดยกระบวนการทอที่ได้รับการจดสิทธิบัตร ผ้าชั้นบนนั้นติดกาว (ยึด) อยู่ด้านบนโดยขั้นตอนที่ได้รับการจดสิทธิบัตรอีกขั้นตอนหนึ่ง ตัวต้านทานเป็นแบบหลายเส้นที่ทำจากชุบนิกเกิลโครเมียมในพลาสติกทนความร้อนพิเศษ นี่เป็นกระบวนการที่ทันสมัยใหม่ที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์สามารถล้างได้ดังนั้นจึงสามารถใช้งานได้ในน้ำ
มันมีการตั้งค่าความร้อนสองระดับและส่วนที่ยื่นออกมาที่มีสวิตช์ เทอร์โมสแตทของมันกันน้ำและหุ้มฉนวนอย่างเต็มที่
(1957 โรงงานสิ่งทอทำความร้อน, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)



ผ้าห่มอุ่น Grizzli(1957 ผลิตผ้าความร้อน, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)



เครื่องอุ่นเตียง Jidé (1957) สายไฟทำความร้อนของมันถูกคลุมด้วยผ้าฝ้ายสองชั้น: Guipe และถัก) และหุ้มพลาสติก (แคตตาล็อก Jidé 1957 พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ฉนวนซิลิโคน

สายไฟทำความร้อนที่มีความยืดหยุ่นในเวลานั้นไม่มีสารเคลือบเงาที่ทำให้มันกันน้ำ จากนั้นสายไฟจะถูกเคลือบด้วยฉนวนที่ทำจากสิ่งทอ (ผ้าฝ้าย ขนสัตว์ ฯลฯ) แต่ไม่มีการเคลือบเงาที่ยืดหยุ่นพอที่จะทำให้มันกันน้ำได้ ในปี 1939 พีวีซีเริ่มถูกนำมาใช้แทนยางในการทำฉนวนสำหรับสายไฟฟ้าในบ้าน ในปี 1949 ในขณะที่การผลิตพีวีซียังอยู่ในช่วงเริ่มต้นในฝรั่งเศส Sarl Lyon Tisselec นำโดย Maurice-Pierre Marchal ได้ใช้พีวีซีชนิดยืดหยุ่นและโพลีเอทิลีนชนิดเคลือบรอบสายไฟทำความร้อน วิธีนี้รับประกันความต้านทานความชื้นและความยืดหยุ่นที่ดี อย่างไรก็ตามความต้านทานต่ออุณหภูมิของพีวีซีไม่เพียงพอที่จะใช้กับลวดที่ไฟฟ้า 7 วัตต์/ม.

คิดค้นโดย Dow Corning ในสหรัฐอเมริกาไม่นานก่อนสงครามโลกครั้งที่สองและเผยแพร่สู่สาธารณะในปี 1944 ในช่วงแรก ๆ ยางซิลิโคนถูกสงวนไว้สำหรับการใช้งานทางทหาร Rhône Poulenc เริ่มทดลองผลิตซิลิโคน (Rhodorsil) ใน Lyon ในปี 1948 จากนั้นเปิดโรงงาน Saint Fons ใกล้กับ Lyon ในปี 1954 อีลาสโตเมอร์นี้ถูกใช้เป็นครั้งแรกเพื่อชุบตัวปลอกหุ้มใยแก้วแบบถักให้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น ผ้าไหมแก้วนี้ทนความร้อนได้ดีมาก การชุบซิลิโคนของมันให้มีการซึมผ่านไม่ได้ที่ดีและทนต่อสารเคมีหลายชนิด (1954 Meci แคตตาล็อก Ultimheat)

ช่วงต้นปี 1954 ฉนวนชุบซิลิโคนถักด้วยใยแก้วผลิตโดย Silisol

-หลังจากนั้นไม่นานเมื่อมีการผสมทำให้ยางคงทนอย่างรวดเร็วเพื่อการรีดขึ้นรูปโดยตรงบนตัวนำไฟฟ้า ลวดทำความร้อนซิลิโคนก็เริ่มปรากฏขึ้น ซิลิโคนที่ถูกทำให้ยางคงทนแล้วผสมผสานความยืดหยุ่นอย่างมากกับความต้านทานต่ออุณหภูมิที่ยอดเยี่ยม (สูงถึง 200-250°C) และฉนวนไฟฟ้าที่ดีช่วยให้สามารถสร้างลวดทำความร้อนที่เหมาะสมเป็นพิเศษสำหรับผ้าห่มและองค์ประกอบในการทำความร้อนที่ยืดหยุ่น เทคนิคนี้แทนที่ฉนวนยางนีโอพรีนที่เพิ่งเริ่มปรากฏในผ้าห่มอุ่นและองค์ประกอบในการทำความร้อนที่ยืดหยุ่น

ในปี 1958 แม้ว่าจะมีราคาแพง แต่สายเคเบิลทำความร้อนหุ้มฉนวนซิลิโคนถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริกาสำหรับการละลายน้ำแข็งตู้เย็น การละลายหิมะและการใช้งานอื่นที่คล้ายกัน นี่เป็นเพราะซิลิโคนทนต่ออุณหภูมิสูงของแกนทำความร้อน ทนต่อความเย็นและมีคุณสมบัติการปิดผนึกที่ดีเยี่ยม อย่างไรก็ตามการขาดความแข็งแรงเชิงกลทำให้ผู้ผลิตต้องพัฒนาสายเคเบิลที่หุ้มด้วยโลหะถักเปียแบบยืดหยุ่นสำหรับการใช้งานบางอย่าง สิ่งนี้กลายเป็นจุดกำเนิดของการติดตามไฟฟ้าอุตสาหกรรม

ก่อนปี 1959 บริษัท Electrofil ใน Joinville ได้เสนอลวดซิลิโคนตัวต้านทานแบบแยก (Silastic) ในเวลานั้นสายเคเบิลทำความร้อนของผ้าห่มทั้งหมดทำโดยม้วนลวดทำความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงบนแกนฝ้ายและสิ่งนี้ไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิที่สูงมากซึ่งจำเป็นสำหรับการทำให้ยางคงรูปอย่างต่อเนื่อง การแทนที่แกนฝ้ายนี้ด้วยแกนใยแก้วทำให้การผลิตนี้เกิดขึ้น เทคนิคนี้ยังคงใช้มาจนถึงปัจจุบัน

ในปี 1960 มีโซลูชันทางเทคนิคใหม่ปรากฏขึ้น - การใช้ลวดทำความร้อนที่ไม่มีฉนวนหุ้มคั่นระหว่างแผ่นยางซิลิโคนและเสริมด้วยใยแก้วจากนั้นทำให้ยางคงรูปหลังจากนั้นนำมาประกอบกันเป็นแผ่นกันน้ำ ผู้ผลิต Méneret เขียนไว้ในเวลาว่า: "ผ้าห่มทำความร้อนทั้งหมดของเรามีตัวต้านทานพิเศษหุ้มฉนวนภายใต้ช่องมองไม่เห็นโดยสิ้นเชิง.."

เทคนิคนี้จะถูก (และยังคงถูก) นำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมสำหรับอุ่นถังโอ่งด้วยเข็มขัดทำความร้อน แต่ยังถูกนำไปใช้ในการใช้งานต่าง ๆ ที่ต้องอุ่นพื้นผิวเรียบหรืองอซ้ำ ในการใช้งานในอุตสาหกรรมเหล่านี้การใช้ซิลิโคนทำให้สามารถได้โหลดพื้นผิวสูงถึง 2 วัตต์/ซม.^{2}

ในปี 1961 ฉนวนกันความร้อนซิลิโคนขององค์ประกอบในการทำความ

1965 ผ้าห่มทำความร้อน Thomson ที่มีตัวต้านทานใยแก้วฉนวนและลวดทำความร้อนแบบควบคุมตัวเองได้บนแกนใส้หลอดแก้ว

ร้อนสำหรับผ้าห่มไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความยืดหยุ่นอื่น ๆ กลายเป็นโซลูชันทางเทคนิคที่ชัดเจน ผู้ผลิตบางรายเริ่มใช้มัน เช่น Tissélec ซึ่งนำเสนอไส้ 2 วงจรที่มีไส้ยางซิลิโคนและเทอร์โมสแตท 2 ตัว (บริษัทนี้ติดตั้งสายการอัดรีดที่ทำจากลวดทำความร้อนซิลิโคนหุ้มฉนวน) และ Treselle ด้วยผ้าห่มที่มีตัวต้านทานแบบควบคุมตนเองแกนซิลิโคนและฉนวนซิลิโคน ในปี 1965 Thomson ได้ดำเนินการตามและติดตั้งผ้าห่มทำความร้อนด้วยลวดที่สามารถควบคุมตัวเองได้ด้วยฉนวนซิลิโคน

ในปี 1970 Calor เปิดตัวผ้าห่มทำความร้อนในเชิงพาณิชย์โดยใช้"วงจรไฟฟ้าใหม่ที่มีปลอกฉนวนซิลิโคนที่มีความยืดหยุ่นเป็นพิเศษซึ่งทำให้องค์ประกอบในการทำความร้อนมีความทนทาน"
Resistelec-Tisselec ซึ่งผลิตตัวต้านทานที่ยืดหยุ่นชนิดนี้ถูกซื้อในปี 1973 โดยผู้จัดจำหน่าย Driver Harris (ผู้ผลิตลวดต้านทานนิกเกิลและโลหะผสมนิกเกิลของอเมริกา) และในปี 1984 โดย Flexelec บริษัทที่สร้างขึ้นเมื่อ 2 ปีก่อน ไม่นานหลังจากการซื้อกิจการครั้งนี้ Flexelec ยุติการผลิตลวดทำความร้อนซิลิโคนหุ้มฉนวน

สายเคเบิลและสายไฟทำความร้อน การใช้งานครั้งแรกในวงการพืชสวนและขั้นตอนแรกของการควบคุมอุณหภูมิเพื่อป้องกันการแข็งตัว

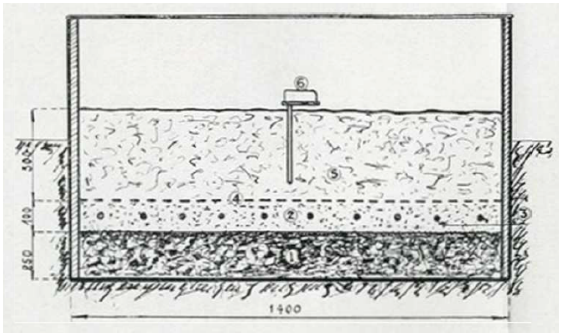
ราวปี 1925 วิศวกรชาวนอร์เวย์ชื่อ C. Jacobsen สังเกตว่าหิมะละลายและพืชพรรณพืชสามารถมองเห็นได้ชัดเจนตลอดแนวสายไฟฟ้าใต้ดิน มันทำให้เกิดความคิดในการใช้ลวดทำความร้อนเพื่อเพิ่มอัตราการเติบโตของพืช ดังนั้นสาขาการให้ความร้อนนี้จึงถือกำเนิดขึ้นซึ่งมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีข้อได้เปรียบทางด้านเทคนิคและเศรษฐกิจมากมายและดึงดูดผู้ให้ความสนใจจากชาวสวนชาวเยอรมัน ดัตช์และฝรั่งเศสอย่างรวดเร็ว

ตั้งแต่ต้นปี 1929 มีการทดลองเกี่ยวกับการทำความร้อนด้วยไฟฟ้าสำหรับการผลิตพืชที่ Fontaines School of Agriculture ใน Saone et Loire (คำตัดสินโดยสภาทั่วไปของ Saone et Loire, สิงหาคม 1929)

ในประเทศฮอลแลนด์มีการติดตั้งสายเคเบิลทำความร้อนสำหรับพืชสวนเป็นครั้งแรกในช่วงฤดูหนาวปี 1929-1930 ในกรุง Hague Delft และ Rotterdam สายเคเบิลเหล่านี้ผลิตโดยบริษัทสวีเดนชื่อ Sievert de Sundyberg สายเคเบิลเหล่านี้ประกอบด้วยลวดต้านทานเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.73 มม. มีความต้านทานเชิงเส้นที่ 1.10 โอห์มตามมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า ใยหินขดสองเส้นพันกันอย่างเป็นเกลียวในทิศทางตรงกันข้าม จากนั้นชั้นของกระดาษที่ชุบแล้ว และสุดท้ายมีปลอกตะกั่วหนา 1.3 มม. ทำให้มั่นใจได้ว่ามีฉนวนและมีการป้องกันเชิงกลของสายตัวต้านทาน สายเคเบิลทำความร้อนนี้มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกขนาด 4.7 มม. ปลอกตะกั่วที่มีความต้านทานเชิงเส้นเท่ากับ 0.13 โอห์ม และยังทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าไหลกลับ เพื่อจุดประสงค์นี้ปลายเปิดของสายเคเบิลถูกเชื่อมกับลวดตัวต้านทาน สายเคเบิลยาว 50 เมตรแต่ละเส้นสามารถชาร์จได้สูงสุด 5 แอมแปร์ หรือ 22 วัตต์/ม. (1931 ข้อมูล BIP และการโฆษณาชวนเชื่อไฟฟ้า N 37)
ในประเทศต่าง ๆ ที่มีสภาพภูมิอากาศรุนแรง เช่น ประเทศแถบสแกนดิเนเวียและเยอรมนีสายเคเบิลทำความร้อนที่ฝังไว้ที่ 30 เซนติเมตรช่วยรักษาอุณหภูมิของชั้นเรือนกระจก กระแสไฟฟ้าในตอนกลางคืนสามารถตั้งค่าให้อยู่ในอัตราที่ต่ำมากและประมาณการประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำความร้อนที่ประมาณ 75% (Le Temps, 27 เมษายน 1932)

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

1936 เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของผัก ชาวสวนใช้ชั้นพืชผลปกคลุมด้วยกระจก การทดลองที่ประสบความสำเร็จกับชั้นอุ่นด้วยไฟฟ้าได้รับการตอบรับอย่างดีในภูมิภาคต่าง ๆ ของฝรั่งเศสและต่างประเทศ เพื่อจุดประสงค์นี้จึงมีการทดลองแบบควบคุมในเมือง Nice ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ถึง 15 พฤษภาคม 1935 สายเคเบิลทำความร้อนประกอบด้วยสายเคเบิลที่เสริมด้วยตัวนำนิกเกิลและมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12/10 มม. กำลังไฟฟ้าเข้าประมาณ 3 กิโลวัตต์หรือประมาณ 200 วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ที่ดิน [หมายเหตุ: Nickeline เป็นโลหะผสมของทองแดง สังกะสีและนิกเกิลคล้ายกับเงินนิกเกิลและผลิตโดยบริษัท Obermaier ของเยอรมัน] (1936 BIP No. 93, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

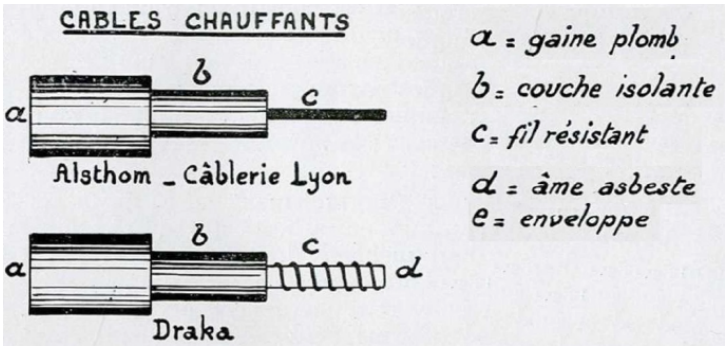


1: ตะกรัน 2: ทราย 3: สายเคเบิลอุ่น 4: ตาข่าย 5: ดินปลูก 6: ตัวจำกัดอุณหภูมิ
(1936 BIP # 93 พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

การใช้งานการปลูกพืชสวนโดยใช้การให้ความร้อนไฟฟ้าแบบเลเยอร์พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วในประเทศฝรั่งเศสและสายเคเบิลทำความร้อนชนิดนี้กลายเป็นมาตรฐานอย่างรวดเร็วโดยมีซัพพลายเออร์หลักของฝรั่งเศสสองราย: Câbles de Lyon และ Alsthom โดยใช้ลวดทำความร้อนแบบตรง นอกจากนี้ยังมีซัพพลายเออร์ชาวดัตช์ Hollandse Draad ใน Kabelfabriek (Draka) จาก Amsterdam ที่ใช้ลวดทำความร้อนเกลียวรอบแกนใยหิน

สายเคเบิลทำความร้อนโซลูชันที่พิเศษมากในการแก้ปัญหาชิ้นส่วนที่ร้อนและตั้งแต่นั้นมาก็ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในด้านการเกษตรเพื่อให้ความร้อนแก่พืช อย่างไรก็ตามสายเคเบิลเหล่านี้สามารถใช้ในอุตสาหกรรมสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่ค่อนข้างต่ำและอุณหภูมิต่ำ (ได้สูงถึง 80°C บนพื้นผิวของสายเคเบิล) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อกระจายความร้อนอย่างสม่ำเสมอที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ปัจจุบันมีสายเคเบิลทำความร้อนสามประเภทซึ่งแสดงไว้ด้านล่างตามลำดับตัวอักษร:
- A / เริ่มต้นจากกึ่งกลางไปยังรอบนอก สายเคเบิล Alsthom ประกอบด้วยลวดนิกเกิลโครเมียมที่ทนพร้อมกับแผ่นฝ้ายชุบสองแผ่น ใยหินถักสามเส้น กระดาษชุบห่อหุ้ม ปลอกตะกั่วบริสุทธิ์และในบางกรณีปลอกหรือแถบเพิ่มเติมของสังกะสีอิเล็กโทรไลติคเชิงเส้นถูกเพิ่มเพื่อหลีกเลี่ยงอิเล็กโทรไลซิสที่เกิดจากกระแสหลง เส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลตะกั่วเปลือยอยู่ที่ประมาณ 6 มม. และความต้านทานอาจแตกต่างกันตั้งแต่ 0.5 ถึง 2 โอห์มต่อเมตร (โดยทั่วไปจะเลือกจำนวนเท่ากับ 1 โอห์มต่อเมตร) พลังงานเฉพาะสูงสุดคือ 30 วัตต์ต่อเมตรหรือประมาณ 33 เมตร
- B / สายเคเบิล Câblerie de Lyon ทำจากลวดทนที่หุ้มด้วยชั้นของใยหินและกระดาษทาร์และบิดออก ระบบทั้งหมดถูกเคลือบด้วยปลอกตะกั่วและป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมีโดยการบำบัดพิเศษ (ซัลเฟอไรเซชัน) จากนั้นหุ้มด้วยกระดาษชุบและเกราะรัด โดยทั่วไปพลังงานเฉพาะจะแตกต่างกันไปตั้งแต่ 25 ถึง 40 วัตต์/ม.
- C / สาย Draka (ผลิตในประเทศฮอลแลนด์) โดยปกติจะประกอบด้วยลวดนิกเกิล-โครเมียมรีดบนแกนใยหิน (ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแร่ใยหิน) และล้อมรอบด้วยส่วนผสม (ซึ่งเราไม่ทราบองค์ประกอบ) ซึ่งรวมกันเป็นฉนวนไฟฟ้าและตัวนำความร้อน ระบบทั้งหมดถูกปกคลุมด้วยชั้นตะกั่วบริสุทธิ์ ในบางกรณีสายเคเบิลหุ้มด้วยปลอกตะกั่วใส่ยางมะตอย ห่อในกระดาษชุบแล้วเสริมด้วยแถบ 2 ชั้น ใส่ยางมะตอยอีกครั้งและสุดท้ายห่อด้วยกระดาษชุบ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของลวดตะกั่วที่ไม่มีการหุ้มมีขนาด 4.15 ถึง 6.5 มม. ปกติพลังงานจะอยู่ที่ 30 วัตต์/ม.
สายเคเบิลทำความร้อนมีข้อดีสามประการที่น่าสนใจ: ใช้งานง่าย ความต้านทานต่อสารเคมีบางอย่าง (ปลอกตะกั่วบริสุทธิ์) ราคาต่ำ (ตัวอย่างเช่นปัจจุบันสายเคเบิลขนาด 1 กิโลวัตต์ มีราคาประมาณครึ่งหนึ่งของหลอดเคลือบแมกนีเซียมมีกำลังเท่ากัน)
(1938 องค์ประกอบที่มีการป้องกัน, Gautheret, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น



สายเคเบิลทำความร้อน Alsthom, Câblerie de Lyon, Draka (องค์ประกอบทีมีการป้องกันในปี 1938, Gautheret, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

1938 สายเคเบิลทำความร้อนถือเป็นอุปกรณ์ทำความร้อนที่ตรงกับความต้องการของพืชสวนมากที่สุด มันประกอบด้วยตัวนำโลหะผสมที่มีความต้านทานสูง (นิกเกิลไลน์ นิกโครม นิกเกิล คอนสแตนตัน) ที่หุ้มด้วยใยหินและกระดาษเคลือบหลายชั้นและได้รับการปกป้องโดยกลไกจากปลอกตะกั่วที่ปกคลุมด้วยสารเคลือบป้องกันการกัดกร่อนและบางครั้งเคลือบด้วยเหล็กแผ่นสองชั้น ความต้านทานเมตริกของสายเคเบิลที่จะติดตั้งขึ้นอยู่กับความยาวที่ต้องการเพื่อให้ได้การกระจายความร้อนที่ต้องการบนพื้นผิวที่กำหนด
ผู้ผลิตกำลังสร้างสายเคเบิลที่มีความแข็งแรงในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ 0.15 ถึง 2.55 โอห์ม/ม. เพื่อตอบสนองทุกความต้องการ
(1938 เทคโนโลยีสมัยใหม่ การประยุกต์ใช้ด้านพืชสวน)

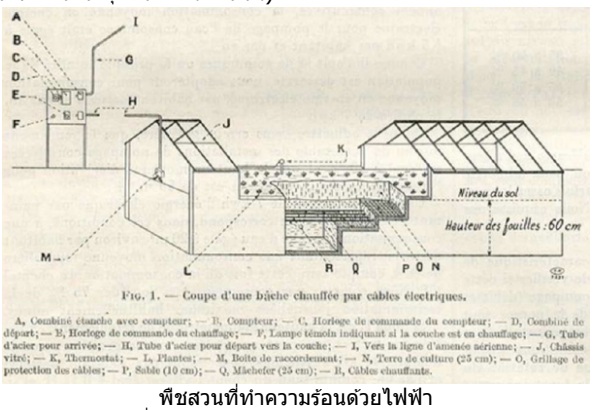


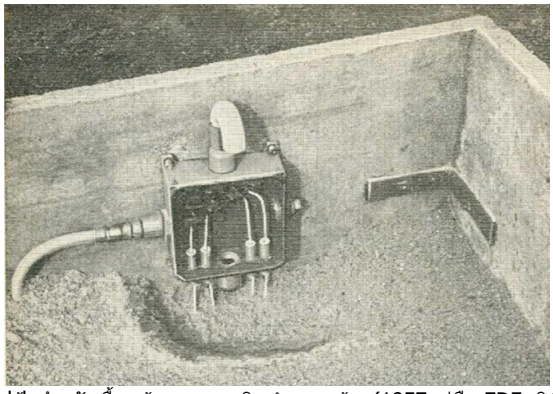
Fig. 1. — Coupe d'une bâche chauffée par câbles électriques.

A, Combiné étanche avec compteur; — B, Compteur; — C, Horloge de commande du compteur; — D, Combiné de départ; — E, Horloge de commande du chauffage; — F, Lampe témoin indiquant si la couche est en chauffage; — G, Tube d'acier pour arrivée; — H, Tube d'acier pour départ vers la couche; — I, Vers la ligne d'amenée aérienne; — J, Châssis vitré; — K, Thermostat; — L, Plantes; — M, Boîte de raccordement; — N, Terre de culture (25 cm); — O, Grillage de protection des câbles; — P, Sable (10 cm); — Q, Mâchefer (25 cm); — R, Câbles chauffants.

พืชสวนที่ทำความร้อนด้วยไฟฟ้า
(1938 เทคนิคที่ทันสมัย การทำความร้อนด้วยไฟฟ้าสำหรับพืชสวน)

ในปี 1956 ฟาร์ม 2,500 แห่งในฝรั่งเศสมีการติดตั้งอุปกรณ์นี้โดยมีพลังงานรวมประมาณ 5,000 กิโลวัตต์ และการใช้พลังงานต่อปี (เฉพาะตอนกลางคืน) ประมาณ 3 ถึง 4 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง
(การทำความร้อนโดยใช้สายเคเบิลที่มีความยืดหยุ่นใต้ดิน 1956 การทำความร้อนให้พืชสวนด้วยไฟฟ้า (พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ในปี 1957 คู่มือ EDF อธิบายการทำความร้อนด้วยไฟฟ้าในการปลูกพืชสวน ค่าที่แนะนำมีตั้งแต่ 150 ถึง 200 วัตต์/ม.² สำหรับกันสาดกลางแจ้งและ 80 ถึง 120 วัตต์/ม.² สำหรับชั้นวางเรือนกระจก



เครื่องทำความร้อนไฟฟ้าสำหรับพื้นพร้อมสายเคเบิลทำความร้อน(1957, คู่มือ EDF, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

การใช้งานต่าง ๆ ของสายเคเบิลทำความร้อน

การปรากฏตัวในปี 1929-1930 และการพัฒนาสายเคเบิลทำความร้อนสำหรับการปลูกพืชสวนทำให้เกิดการใช้งานอื่น ๆ สายเคเบิลเหล่านี้สามารถนำมาใช้อย่างง่ายดายเนื่องจากกันน้ำและเคลือบด้วยปลอกป้องกันตะกั่วเชิงกล ไม่จำเป็นต้องรวมเข้ากับผ้าลวดทำความร้อนแบบเป็นซองและอุปกรณ์ในครัวเรือนขนาดเล็ก แผงป้องกันตะกั่วทำให้สายเคเบิลมีความยืดหยุ่นในขณะที่ยังสามารถทนต่ออุณหภูมิได้ เทคโนโลยีฉนวนถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีความต้านทานต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นและค่อย ๆ เพิ่มประโยชน์ในการใช้งาน

ในปี 1938 ความสำเร็จในอุตสาหกรรมบางส่วนเกิดขึ้นด้วยสายเคเบิลทำความร้อน เช่น เตาอบแห้งสำหรับลวดเคลือบ ท่อน้ำอุ่นเพื่อป้องกันการแข็งตัว ถังสำหรับสารละลายที่ใช้ในการถ่ายภาพและถังพาราฟิน สายเคเบิลเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในการทำความร้อนที่อุณหภูมิต่ำสำหรับของเหลวและอากาศ เช่น ในเตาอบแห้ง ห้องอบ ผนังและพื้นอุ่น
(1938 องค์ประกอบที่มีการป้องกัน Gautheret)

ในปี 1946 บริษัท E Clin ใน Chartes (Toilectro) ได้ยื่นสิทธิบัตร (FR928369) สำหรับการทำความร้อนให้กระดานสำหรับการทำความร้อนให้เพดานและแผงทำความร้อน ดูเหมือนว่าไม่มีการผลิตตามสิทธิบัตรนี้
แนวคิดเพดานอุ่นนี้นำไปสู่การทดลองหลายครั้ง ดูเหมือนว่าครั้งแรกที่เกิดขึ้นในปี 1950 ใน Basel ที่ร้านค้ามีการติดตั้งเพดานที่ทำด้วยสายเคเบิลทำความร้อน 14.4 กิโลวัตต์ในท่อทองแดงวางห่างกัน 12 ซม. และฝังอยู่ในปูนพลาสเตอร์เพดาน อุณหภูมิเพดานไม่เกิน 45°C
(ASE Bulletin, 2 กันยายน 1950, 1951 BIP N 153 Arts ménagers)

1963 มีตัวอย่างแรกของการทำความร้อนภายในบ้านของฝรั่งเศส: สายเคเบิลทำความร้อนฝังอยู่ในพื้น มันถูกนำเสนอในนิทรรศการการก่อสร้างระหว่างประเทศโดยบริษัท Panélac มันใช้การสะสมความร้อนในช่วง "ชั่วโมงไม่เร่งด่วน” (1963 อุปกรณ์ในบ้าน N92, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ในปี 1966 เช่นเดียวกับผ้าห่มอุ่น ซิลิโคนได้ปรับเปลี่ยนการออกแบบของสายเคเบิลและผ้าทำความร้อนเชิงอุตสาหกรรมที่มีความยืดหยุ่น
ในตลาดเราเริ่มเห็นสายเคเบิลทำความร้อนซึ่งประกอบด้วยลวดตัวต้านทาน Fe-Ni-Cr หรือนิกเกิล-เงินตัวเดียวหรือสองตัวซึ่งได้รับการป้องกันไฟฟ้าโดยปลอกหรือสายถักใยแก้ว หรือใยแก้วและยางซิลิโคน
สำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรม (เตาอบแห้ง การให้ความร้อนด้วยของเหลว) และการควบคุมอุณหภูมิทางการเกษตร สายเคเบิลทำความร้อนเหล่านี้ได้รับการปกป้องเชิงกลโดยปลอกที่ยืดหยุ่นที่ทำจากตะกั่ว เหล็กหรือทองแดง เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 4 ถึง 9 มม. สำหรับความต้านทานเชิงเส้น 0.25 ถึง 100 Ω ต่อเมตรและกำลังทั่วไป 30 ถึง 40 วัตต์/ม. (1966 ตัวต้านทานทำความร้อนไฟฟ้า, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

การพัฒนาสายเคเบิลโพลีเอททีลีน-คาร์บอนที่ควบคุมตนเองได้ในช่วงปลายทศวรรษที่ 1960 ได้เปิดเส้นทางใหม่สำหรับตลาดการควบคุมอุณหภูมิด้วยไฟฟ้า หลังจากการใช้งานครั้งแรกของสายเคเบิลเหล่านี้ในผ้าห่มทำความร้อนในบ้านซบเซา
ไม่กี่ปีต่อมาในปี 1975 การทดสอบความร้อนทางเท้าด้วยสายเคเบิลทำความร้อนถูกทดสอบในภูมิภาค Cher (วารสารทางการของวันที่ 14 มกราคม 1976)
สายไฟทำความร้อนที่ยืดหยุ่นที่มี PVC ซิลิโคน PTFE หรือโพลีโอเลฟินโดยใช้ตัวนำโลหะที่มีความต้านทานหรือควบคุมตนเองได้กลายเป็นแขนงใหม่ที่สำคัญของการทำความร้อนด้วยไฟฟ้าโดยทำให้เกิดโอกาสใหม่ ๆ เมื่อผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่นสายไฟทำความร้อนสำหรับหน้าต่างเย็น สายเคเบิลทำความร้อนสำหรับการควบคุมอุณหภูมิ ระบบป้องกันท่อแข็ง การกำจัดน้ำแข็งบนถนน การละลายหิมะบนหลังคา การป้องกันน้ำแข็งสำหรับมาตรวัดต่าง ๆ และเครื่องทำความร้อนใต้พื้นด้วยไฟฟ้าในบ้าน

ใยแก้วและองค์ประกอบความร้อนที่มีความยืดหยุ่นอุณหภูมิสูงพร้อมฉนวนใยแก้วสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง

การปรากฏตัวของวัสดุ" สิ่งทอ” ฉนวนใหม่ที่สามารถทอได้ - ใยแก้วได้ปฏิวัติ

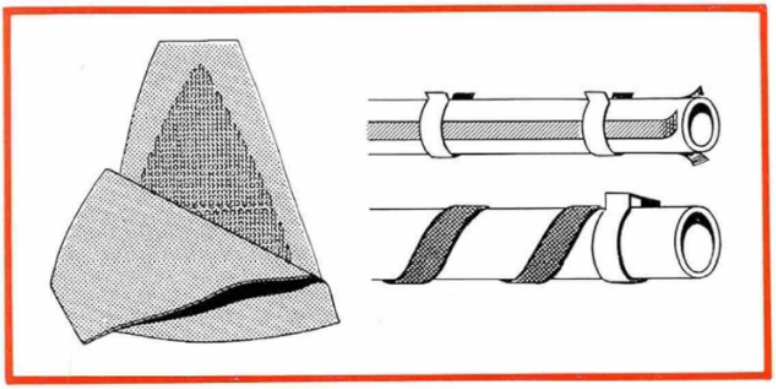
ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

การผลิตองค์ประกอบในการทำความร้อนที่ยืดหยุ่น คิดค้นและผลิตครั้งแรกในสหรัฐอเมริกาโดย Owens Corning ในปี 1937 ปรากฏในฝรั่งเศสในปี 1938 แต่มันเป็นเพียงประมาณปี 1952-1954 ที่เส้นใยนี้ถูกผลิตในอุตสาหกรรมภายใต้ใบอนุญาตในประเทศฝรั่งเศส เส้นใยที่มีความยืดหยุ่นนี้ (หรือที่เรียกว่าไหมแก้ว เนื่องจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยมีความคล้ายคลึงกับของไหม) เกิดขึ้นจากแก้วหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 1300°C จากนั้นจะถูกอัดและยืดออกเป็นเส้นใย (เส้น) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยระหว่าง 5 ถึง 9 ไมครอนรวมกันเป็นเส้นเดี่ยวจำนวน 100 ถึง 600 เส้น ลวดเดี่ยวเหล่านี้จะถูกนำมารวมกลุ่มและ "บิด" เพื่อสร้างสายไฟที่ประกอบขึ้นเป็นแกนกลางของตัวต้านทานทำความร้อนที่มีความยืดหยุ่นหรือการพันของสายไฟฟ้า
ใยแก้วเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีเยี่ยมและไม่ติดไฟและทนต่ออุณหภูมิสูง มันยังถูกถักและทอและทันทีที่ปรากฏมันถูกใช้สำหรับการผลิตแผ่นและผ้า ในรูปแบบที่มีการตัดสั้น ๆ มันถูกใช้เพื่อเสริมกำลังพลาสติกขึ้นรูป ในปี 1948 ผ้าแก้วถูกนำมาใช้โดย Tentation ในการผลิตผ้าห่มไฟฟ้าเช่นเดียวกับผู้ผลิตชาวอเมริกันบางรายที่ทำอยู่แล้ว มันยังแทนที่การใช้ใยหินจำนวนมากอย่างรวดเร็วรวมถึงแกนตัวนำที่สายตัวนำของสายไฟทำความร้อนถูกหมุนรอบ ๆ

มัดใยแก้วรวมกันเป็นเส้นลวดเส้นเดียว (การผลิตใยแก้วราวปี 1960, บทเรียนจากโรงเรียนสิ่งทอของ Verviers ในเบลเยียม, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

1948 หนังสือชี้ชวนของแบรนด์ Tentation ผลิตโดย บริษัท Barrière (พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ประมาณปี 1960 มีการนำองค์ประกอบทำความร้อนที่มีความยืดหยุ่นอุณหภูมิสูงซึ่งประกอบด้วยตัวต้านทานนิกเกิล-โครเมียมหรือนิกเกิลล้อมรอบด้วยผ้าแก้วเข้ามาในตลาดฝรั่งเศส เทคนิคนี้อนุญาตให้มีอุณหภูมิสูงสุด 550°C
ด้วยวิธีนี้ริบบิ้นหรือแถบถูกผลิตขึ้นและรวมถึงเนื้อผ้าที่เรียบง่ายของรูปทรงต่าง ๆ ที่สามารถทำเพื่อให้พอดีกับพื้นผิวใด ๆ โดยการประกอบผ้าง่าย ๆ ในแบบที่ต้องการ เนื่องจากมีความยืดหยุ่นและทนต่ออุณหภูมิมันจึงถูกใช้สำหรับการทำหม้อนึ่งความร้อน ถัง บ่อ ท่อและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ (รูปที่ 2 1)
มีประสิทธิภาพมากกว่าสายไฟผ้าห่มไฟฟ้าในครัวเรือนอย่างมีนัยสำคัญ บางแถบสามารถให้กำลังของพื้นผิวได้ 0.4 ถึง 1.25 วัตต์/ซม.2
ด้วยการแทนที่แก้วด้วยควอตซ์ทำให้สามารถทำความร้อนได้ถึง 800°C (ตัวต้านทานทำความร้อน 1966, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)



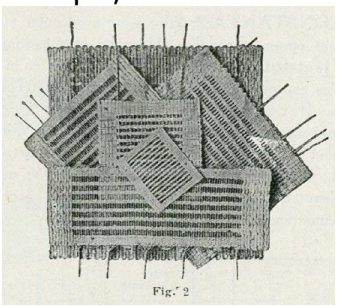
ผ้าและผ้าทำความร้อนที่ยืดหยุ่นทำจากผ้าแก้ว
(1966 ตัวต้านทานทำความร้อนไฟฟ้า, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ไม่นานก่อนปี 1966 ตัวต้านทานทำความร้อนในอุตสาหกรรมที่ทำจากกราไฟต์ที่ถูกฝังบนผ้าแก้วเริ่มปรากฏขึ้นในตลาด ตัวต้านทานประกอบด้วยเครือข่ายตาข่ายเส้นใยแก้วจำนวนมากและเครือข่ายที่ปกคลุมด้วยชั้นของกราไฟท์

คอลลอยด์ที่มีความหนาสม่ำเสมอ ผ้าที่ได้มีความยืดหยุ่นและความต้านทานไฟฟ้าของมันสามารถปรับได้ตามความหนาของแร่ อุณหภูมิสูงสุดที่ปรับได้คือประมาณ 220°C และองค์ประกอบความร้อนคาร์บอนไฟเบอร์ซึ่งต่อมาปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิเป็นลบเล็กน้อย
หนึ่งในการใช้งานที่ยาวนานของผ้าใยแก้วและลวดทำความร้อนนิกเกิลโครเมี่ยมคือเครื่องทำความร้อนขวดแก้วในห้องปฏิบัติการ หลังจากนั้นมันมักจะถูกถักด้วยมือเพื่อผลิตองค์ประกอบทำความร้อนครึ่งวงกลม

1913-1980 ผ้าอุ่นทอด้วยใยหินอุณหภูมิสูง

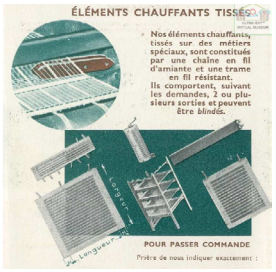
ในช่วงปลายปี 1913 บริษัท E. Clin et Compagnie ถูกก่อตั้งขึ้นในกรุงปารีส กิจกรรมของบริษัทคือการทอตัวต้านทานทำความร้อนที่ยืดหยุ่นด้วยใยหินและห่วงโซ่ผ้าที่ทำจากลวดทำความร้อนทนความร้อน นี่เป็นเทคโนโลยีที่คล้ายคลึงกับของ Camille Hergott อย่างไรก็ตามมันมีจุดประสงค์เพื่อการใช้งานที่มีอุณหภูมิสูง เพื่อจุดประสงค์นี้มันจึงใช้เครื่องทอผ้าสำหรับการตัดแต่ง ผ้าทำความร้อนส่วนใหญ่ที่พัฒนาภายใต้แบรนด์ Toilectro ถูกนำมาใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง เช่น หม้อน้ำ เครื่องปิ้งขนมปังและเตา เนื่องจากง่ายต่อการดัดงอมันจึงถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องชงกาแฟและเครื่องทำความร้อนเตียงแบบสะสมความร้อนเพื่อปกปิดรอบถังเพื่อให้ความร้อนกับของเหลว
ผ้าทำความร้อนเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นโดยกรอบที่ทำจากคอนสแตนตันหรือนิกเกิลโครเมียมและโซ่ของลวดใยหิน ลวดถูกเว้นระยะในตะแกรงที่สร้างการระบายอากาศซึ่งจะผลิตความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก ผ้าใบยืดในแนวตั้งในที่โล่งที่มีอุณหภูมิประมาณ 100°C สำหรับการใช้พลังงาน 0.4 วัตต์ต่อซม.² และ 250°C สำหรับ 2 วัตต์ต่อซม.² ที่ 3 วัตต์/ซม.² ลวดจะทำให้เป็นสีแดงและทำให้ใยหินเสียหาย
ในปี 1921 Clin ได้จดสิทธิบัตรผ้าทำความร้อนซึ่งมีผ้าใบหุ้มฉนวนระหว่างแผ่นไมกาติดตั้งในกรอบโลหะ ซึ่งทำให้เกิดระบบที่แข็งแกร่งซึ่งให้พลังงานสูงสุด 5 วัตต์ต่อซม.2 (ข้อมูลจากแค็ตตาล็อก Toilectro, 1939)
Clin ยังผลิตเสื่อทำความร้อนแบบกึ่งยืดหยุ่นได้หลากหลายโดยใช้กำลังไฟฟ้าพื้นผิวที่ต่ำกว่า 0.04 วัตต์/ซม.² (50 วัตต์ สำหรับ 35 ซม. x 35 ซม.)
การผลิตตัวต้านทานเหล่านี้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในเครื่องทำความร้อนไฟฟ้าในครัวเรือนและเครื่องพาความร้อน ต่อเนื่องโดยไม่มีการดัดแปลงทางเทคนิคจนถึงปี 1980-85 นอกเหนือจากราคาที่ต่ำแล้วความต้านทานนี้ยังเงียบเป็นพิเศษโดยไม่มีเสียงขยายตัว ผู้ผลิตหลัก ได้แก่ Clin (Toilectro), La Toile Electronique, Noirot และ Thomson



ผ้าทำความร้อนใยหิน Toilectro)(แคตตาล็อก 1931) ในวันที่ 12 พฤษภาคม 1921, E. Clin ทำสิทธิบัตรสำหรับผ้าใบไฟฟ้าด้วยการเสริมความแข็งแรงด้วยแผ่นไมกา (577486)

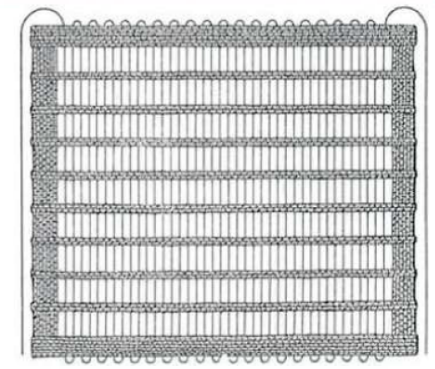
E. โฆษณา Clin และ Cie ในรีวิวของ General Electric, 1922

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

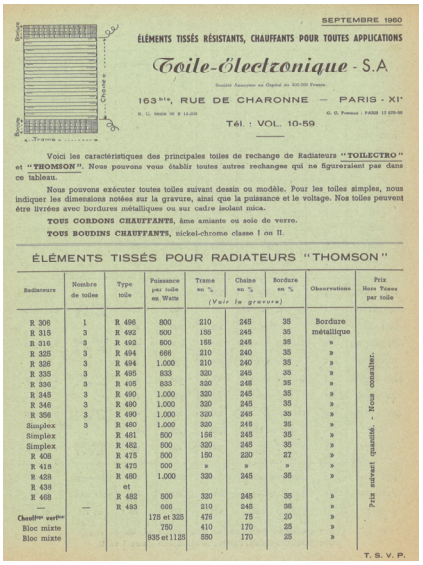


1939 องค์ประกอบทอด้วยใยหิน (แค็ตตาล็อก Noirot 2482 พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

สายเคเบิลทำความร้อนแบบไม่มีปลอกพร้อมแกนใยหินสำหรับงานอุตสาหกรรม (แคตตาล็อก Noirot 1939, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)



ผ้าทำความร้อนพร้อมโซ่ใยหินสามารถใช้งานได้สูงถึง 450°C (1950 Ohmewatt)


SEPTEMBRE 1960

ÉLÉMENTS TISSÉS RÉSISTANTS, CHAUFFANTS POUR TOUTES APPLICATIONS

Toile-Électronique - S.A.

163 bis, RUE DE CHARONNE — PARIS - XI

Tél. : VOL. 10-59

Voici les caractéristiques des principales toiles de rechange de Radiateurs "TOILECTRO" et "THOMSON". Nous pouvons vous établir toutes autres rechanges qui ne figureraient pas dans ce tableau.

Nous pouvons exécuter toutes toiles suivant dessin ou modèle. Pour les toiles simples, nous indiquer les dimensions notées sur la gravure, ainsi que la puissance et le voltage. Nos toiles peuvent être livrées avec bordures métalliques ou sur cadre isolant mica.

TOUS CORDONS CHAUFFANTS, âme amiante ou soie de verre.

TOUS BOUDINS CHAUFFANTS, nickel-chrome classe I ou II.

ÉLÉMENTS TISSÉS POUR RADIATEURS "THOMSON"

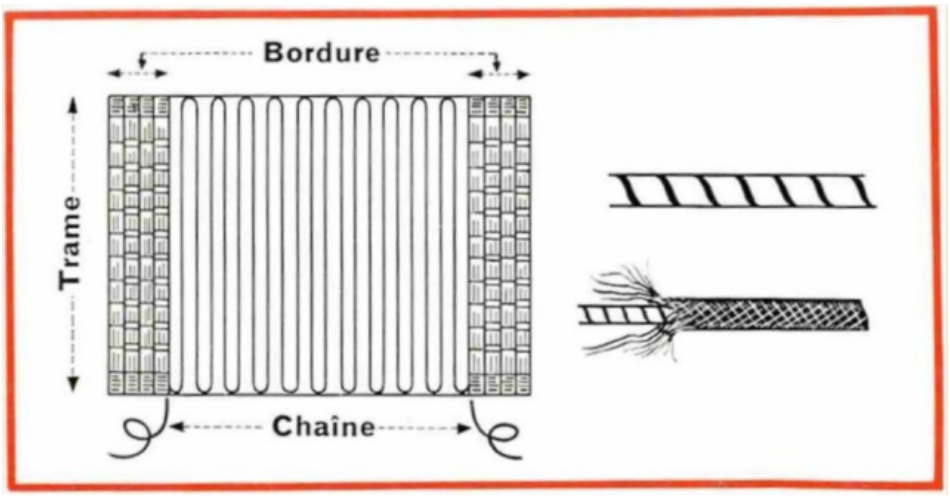
Radiateurs	Nombre de toiles	Type toile	Puissance par toile en Watts	Trame en %	Chaine en %	Bordure en %	Observations	Prix Hors Taxes par toile
				(Voir la gravure)				
R 306	1	R 496	800	210	245	35	Bordure métallique	Prix suivant quantité - Nous consulter.
R 315	3	R 492	500	166	245	35	»	
R 316	3	R 492	800	166	245	35	»	
R 325	3	R 494	666	210	240	35	»	
R 326	3	R 494	1.000	210	240	35	»	
R 335	3	R 495	833	320	245	35	»	
R 336	3	R 495	833	320	245	35	»	
R 345	3	R 490	1.000	320	245	35	»	
R 346	3	R 490	1.000	320	245	35	»	
R 356	3	R 490	1.000	320	245	35	»	
Simplex	3	R 480	1.000	320	245	35	»	
Simplex		R 481	500	166	245	35	»	
Simplex		R 482	500	320	245	35	»	
R 408		R 475	500	150	220	27	»	
R 418		R 475	500	»	»	»	»	
R 428		R 480 et R 482	1.000	320	245	35	»	
R 438								
R 468		R 482	500	320	245	35	»	
—	—	R 493	666	210	245	35	»	
Chauffrette verticale			175 et 325	476	75	20	»	
Bloc mixte			750	410	170	25	»	
Bloc mixte			935 et 1125	550	170	25	»	

T. S. V. P.

ผ้าทำความร้อนใยหิน (1960 Toile-électronique, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

"ใยหินมีความยืดหยุ่นที่ดี ต้านทานการสั่นสะเทือนได้ดีและไม่เปราะ ส่วนผสม (เกรดเชิงพาณิชย์) ของแร่ใยหิน 85% และสิ่งทอ 15% (ใยฝ้าย) มักจะถูกใช้ที่อุณหภูมิสูงสุด 250°C นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอีกสองประการที่เอื้อต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น (450 และ 800°C) ในทางปฏิบัติแล้วแร่ใยหินส่วนใหญ่ใช้สำหรับอุณหภูมิที่ไม่เกิน 450°C หรือ 600°C ในกรณีพิเศษหากถูกนำไปใช้กับสิ่งของดังกล่าว ใยหินส่วนใหญ่จะถูกใช้ในรูปแบบของผ้าใบโดยมีห่วงโซ่ขึ้นรูปฉนวนกันความร้อนและกรอบเป็นส่วนที่ทำความร้อนด้วยไฟฟ้า

โซ่ถูกสร้างขึ้นจากเส้นใยหินจำนวนมาก เส้นพุ่งถูกเว้นระยะตามการใช้งานที่ต้องการ องค์ประกอบของกรอบจะแตกต่างกันอย่างมากขึ้นอยู่กับขนาดและการใช้งานที่ต้องการ มักใช้โลหะดังต่อไปนี้: นิกเกิล โครเมียม คอนสแตนตัน และโลหะผสมนิกเกิล ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของลวด และบางครั้งริบบิ้นหรือสายไฟ ส่วนของลวดมีขนาดเล็ก เช่น ตั้งแต่ 0.10 ถึง 1.30 มม. เมื่อตัวนำต้องอยู่ในส่วนบน ลวดจะถูกจัดกลุ่มให้ขนานกัน การจัดเรียงกรอบอาจแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับการใช้งานองค์ประกอบ ยกตัวอย่างเช่นมันอาจเป็นวงจรเดียวที่ประกอบด้วยลวดเดี่ยวหรือหลายเส้นที่ถูกจัดกลุ่มให้ขนานกันโดยที่ตัวนำถูกเว้นระยะอย่างสม่ำเสมอ (หรือไม่ก็ได้) วงจรหลายวงจรซึ่งจ่ายไฟสามเฟสหรือสองเฟสหรืออาจจัดกลุ่มในซีรีย์หรือขนานกัน ฯลฯ ผ้าใบเหล่านี้มีขอบเส้นลวดใยหินที่หนากว่าโซ่และมักจะมีคุณภาพน้อยกว่า ในการผลิตผ้า ข้อจำกัดมีเพียงอย่างเดียวคือขนาดของเครื่องทอผ้า ความกว้างของกรอบเครื่องทอผ้าซึ่งโดยปกติคือ 20 ถึง 800 มม. องค์ประกอบที่ส่งมอบมีพื้นผิวค่อนข้างเล็กสำหรับเหตุผลเชิงกลและเชิงการปฏิบัติ (อะไหล่) โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของการทอผ้าทอ (สูงสุดพิเศษที่ 1 ม.^{2}) แร่ใยหินมีฉนวนไฟฟ้าต่ำดังนั้นผ้าใบมักจะถูกยึดติดอยู่กับที่ค้ำโดยหินสบู่หรือถังพอร์ซเลน ชิ้นไมกา ฯลฯ ในบางกรณีใยหินรองรับตัวต้านทานและถูกยึดอยู่ในที่ของมันโดยใช้กรอบโลหะ การใช้งานที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของสายไฟทำความร้อนซึ่งประกอบไปด้วยลูกปัดแร่ใยหินที่ปรับเทียบแล้วซึ่งถูกพันรอบด้วยตัวนำโลหะและปกคลุม (หรือไม่ก็ได้) ด้วยการถักใยหินหรือสารฉนวนอื่น ๆ" (1966 ตัวต้านทานทำความร้อนไฟฟ้า, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

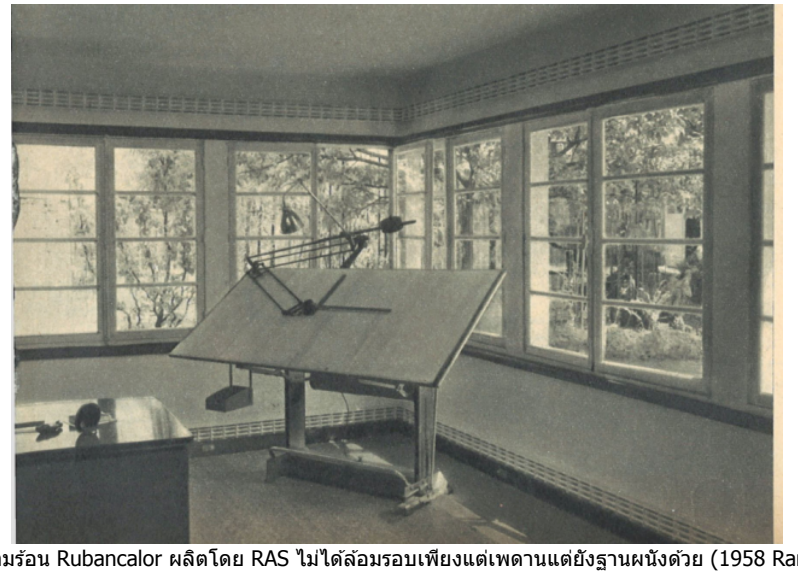


ผ้าทำความร้อนใยหินและสายไฟและเปียทำความร้อนใยหิน
(ตัวต้านทานทำความร้อนไฟฟ้า, 1966, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ในเดือนสิงหาคม 1977 การตระหนักถึงอันตรายของแร่ใยหินทำให้มีคำสั่งแรกเกี่ยวกับการคุ้มครองคนงานที่สัมผัสกับฝุ่นแร่ใยหินตามด้วยการห้ามใช้แร่ใยหินทั้งหมดในประเทศฝรั่งเศสในปี 1997 เป็นผลให้ตัวต้านทานทำความร้อนชนิดนี้หายไปจากตลาด

ผ้าพลาสติกและริบบิ้นทำความร้อน

พัฒนาขึ้นในปี 1940 ผ้าที่ยืดหยุ่นเหล่านี้ซึ่งมีฉนวนยางถูกนำไปใช้อย่างรวดเร็วสำหรับการละลายน้ำแข็งบนปีกเครื่องบิน
ในช่วงต้นทศวรรษที่ 1960 หลังจากการพัฒนาของ PVC และอีลาสโตเมอร์ซิลิโคน ตัวต้านทานทำความร้อนแบบยืดหยุ่นตัวแรกสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมปรากฏในรูปแบบของริบบิ้นและจาน ฉนวนกันความร้อนส่วนใหญ่ทำจากเรซินโพลีเมอร์หรือเรซินวัลคาไนซ์รอบลวดทำความร้อน อีลาสโตเมอร์ที่ใช้คือ PVC ซิลิโคน และบางครั้งก็เป็นนีโอพรีน
นอกจากนี้ยังมีผ้าใบทอซึ่งทำด้วยแผ่นที่มีห่วงโซ่ใยหินและกรอบ Ni-Cr หรือคอนสแตนตันที่ฝังอยู่ในเจลซิลิโคน บล็อกแบบยืดหยุ่นเหล่านี้ถูกผลิตหนา 2.5 ถึง 5 มม. ในรูปสี่เหลี่ยม (สูงถึง 0.90 x 0.20 ม.) หรือรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส (สูงถึง 0.50 x 0.50 ม.) โดยมีความหนาแน่นของพลังงานแปรผันตั้งแต่ 0.4 ถึง 1 วัตต์/ซม.^{2} อุณหภูมิสูงสุดของบล็อกเหล่านี้คือ 250°C
ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีของพวกเขาพัฒนาขึ้นและพวกเขาใช้ซิลิโคนเสริมใยแก้วสองเส้นหลอมรวมเข้าด้วยกันโดยประกบแผ่นลวดความร้อน
เทคนิคนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมสำหรับการทำความร้อนพื้นผิวเรียบ ถังโอ่งทรงกระบอกและถึงโอ่งทำความร้อน



เทปทำความร้อน Rubancalor ผลิตโดย RAS ไม่ได้ล้อมรอบเพียงแต่เพดานแต่ยังฐานผนังด้วย (1958 Rambert, Le Chauffage, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

ในช่วงเวลาเดียวกันมีการสร้างแถบทำความร้อนซึ่งประกอบด้วยตัวนำแบบขนาน ซึ่งฝังอยู่ในแถบโพลีไวนิลประกอบด้วยริบบิ้นกว้าง 13 มม. และให้กำลังเฉพาะ 20-25 วัตต์/ม. สูงถึง 100°C
(1966 องค์ประกอบทำความร้อนด้วยไฟฟ้า)

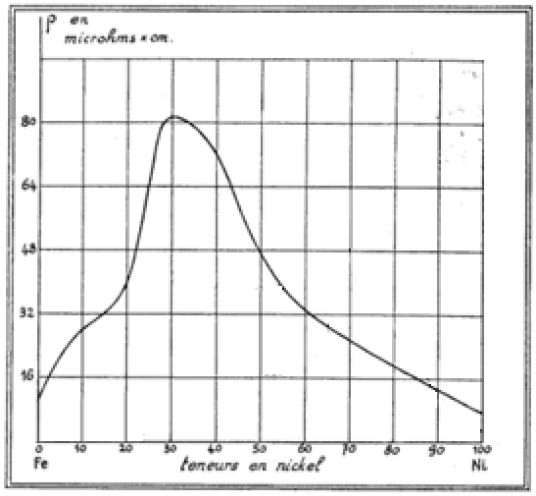
เครื่องทำความร้อนซิลิโคน เทปควบคุมอุณหภูมิ ฟอยล์สำหรับทำความร้อนพื้นผิวและถังโอ่ง แค็ตตาล็อก Ultimheat, 2012)

ตอนที่สอง:
วิวัฒนาการทางเทคโนโลยีขององค์ประกอบทำความร้อน

ลวดทำความร้อนโลหะ

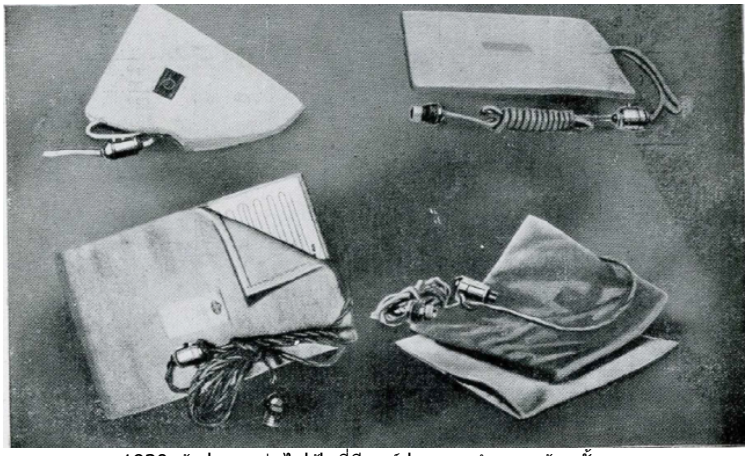
เมื่อ Camille Hergott พัฒนาองค์ประกอบทำความร้อนที่ยืดหยุ่นเป็นครั้งแรกงานวิจัยของเขามุ่งเน้นไปที่ตัวนำนิกเกิล เขาเลือกตัวเลือกนี้เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูงทำให้กันสนิมและควบคุมตัวเองได้ (เนื่องจากมีความต้านทานสองเท่าระหว่าง 20 ถึง 200°C) โลหะอื่น ๆ ที่ใช้ในตอนท้ายของศตวรรษที่ 19 สำหรับตัวต้านทานทำความร้อนคือแพลตตินัม (แพง) เหล็ก (ออกซิไดซ์ได้) นิเกิลซิลเวอร์ (สัมประสิทธิ์อุณหภูมิต่ำ) ทองแดง (ความต้านทานต่ำมาก)

เหล็ก-นิกเกิลซึ่งปรากฏขึ้นหลังจากนั้นไม่นานทำให้สามารถจำกัดความยาวของลวดทำความร้อนที่ต้องการได้เนื่องจากมีความต้านทานมากขึ้น โลหะผสมที่ต้านทานที่สุดที่ใช้สำหรับตัวต้านทานทำความร้อนคือเหล็ก 30% และนิกเกิล 70% ความต้านทานของมันแปรผันเล็กน้อยกับอุณหภูมิ (ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของอุณหภูมิ 0.0009°C กล่าวคือน้อยกว่านิกเกิลบริสุทธิ์ 5 เท่าที่ 0.0054) โดยทั่วไปแล้วพวกมันจะกันสนิมที่อุณหภูมิสูงและส่วนใหญ่จะใช้ในเตา หม้อน้ำและเครื่องปิ้งขนมปัง



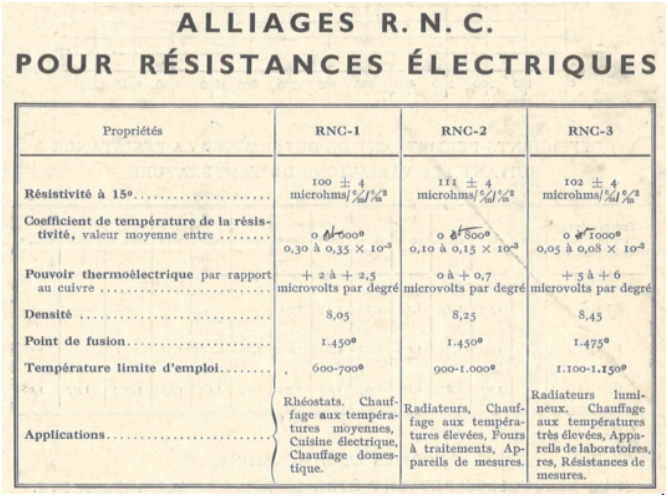
การแปรผันของความต้านทาน: เส้นโค้งเมื่อเทียบกับปริมาณนิกเกิลในโลหะผสมเหล็กนิกเกิล (La Nature, 1934, โลหะผสมนิกเกิลและการใช้งาน, หน้า 215)

การพัฒนาโลหะผสมนิเกิลจากปี 1900 ถึง 1940 ทำให้เกิดโลหะผสมนิกเกิล - โครเมียมต้านทานและโลหะผสมทองแดงนิกเกิลหลายชนิด สำหรับเหล็กนิกเกิลความต้านทานสูงและความทนต่ออุณหภูมิเป็นตัวแปรหลักสำหรับการใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ โลหะผสมต้องมีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิต่ำเช่น คอนสแตนตัน และ Driver-Harris Advance เพื่อไม่ให้ลักษณะพิเศษของโลหะผสมเหล่านี้ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิ การใช้งานในผ้าห่มทำความร้อนและเทอร์โมพลาสซึมจำเป็นต้องมีการเพิ่มระบบจำกัดอุณหภูมิ



1930 ผ้าประคบอุ่นไฟฟ้าที่มีองค์ประกอบทำความร้อนขั้นสูง
(Drivers Harris, 1930 แค็ตตาล็อก, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น



ALLIAGES R. N. C.
POUR RÉSISTANCES ÉLECTRIQUES

Propriétés	RNC-1	RNC-2	RNC-3
Résistivité à 15°	100 ± 4 microhms/$^{5}/_{64}$/$^{5}/_{16}$	111 ± 4 microhms/$^{5}/_{64}$/$^{5}/_{16}$	102 ± 4 microhms/$^{5}/_{64}$/$^{5}/_{16}$
Coefficient de température de la résistivité, valeur moyenne entre	0 et 500° 0,30 à 0,35 × 10^{-3}	0 et 800° 0,10 à 0,15 × 10^{-3}	0 et 1000° 0,05 à 0,08 × 10^{-3}
Pouvoir thermoélectrique par rapport au cuivre	+ 2 à + 2,5 microvolts par degré	0 à + 0,7 microvolts par degré	+ 5 à + 6 microvolts par degré
Densité	8,05	8,25	8,45
Point de fusion	1.450°	1.450°	1.475°
Température limite d'emploi	600-700°	900-1.000°	1.100-1.150°
Applications	Rhéostats. Chauffage aux températures moyennes, Cuisine électrique, Chauffage domestique.	Radiateurs, Chauffage aux températures élevées, Fours à traitements, Appareils de mesures.	Radiateurs lumineux. Chauffage aux températures très élevées, Appareils de laboratoires, res, Résistances de mesures.

1933 โรงงานผลิตของ Imphy เสนอลวดตัวต้านทานในโลหะผสมนิกเกิลโครเมียม 3 ชนิดซึ่งเรียกว่า RNC 1 2 และ 3 (ตัวต้านทานนิกเกิลโครม) RNC1 เหมาะสำหรับผ้าห่มทำความร้อน ชนิดนี้มีความต้านทานเพิ่มขึ้นอย่างมากเกี่ยวกับอุณหภูมิซึ่งให้ผลการควบคุมตนเอง (0.0030 ถึง 0.0035 Ω / Ω /°C)

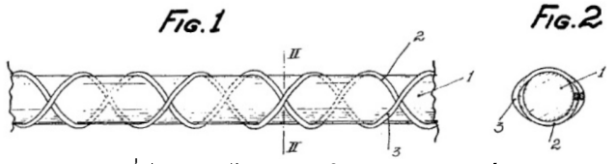
ประมาณปี 1934 Driver Harris ผลิตเหล็ก 28% และโลหะผสมนิกเกิล 72% โดยมีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูงเรียกว่า Hytemco (ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง) โลหะผสมนี้มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิที่ 0.0048 ถึง 0.0053 Ω / Ω /°C ทำให้ใกล้กับนิกเกิลบริสุทธิ์มาก แต่ความต้านทานของมันนั้นสูงเป็นสองเท่าซึ่งทำให้สามารถลดความยาวของลวดที่จำเป็นได้ มันมีฟังก์ชั่นการควบคุมตนเองที่สำคัญที่ใช้ในผ้าห่มอุ่น
ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา Harris ได้พัฒนาโลหะผสมหลายชนิดที่มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง:
- โลหะผสม 99: (99.8% นิกเกิลบริสุทธิ์): 0.006 Ω / Ω /°C
- นิกเกิลเกรด เอ: 0.005 Ω / Ω /°C
- นิกเกิลเกรด อี: 0.0045 Ω / Ω /°C
- Hytemco: 0.0045 Ω / Ω /°C
- Permanickel: 0.0036 Ω / Ω /°C
- โลหะผสม 152: 0.0035 Ω / Ω /°C
- โลหะผสม 146: 0.0032 Ω / Ω /°C

โลหะผสมที่คล้ายกันถูกพัฒนาโดยช่างโลหะอื่น ๆ ภายใต้ชื่อโลหะผสม 120, MWS-120, Balco, HAI-380, NIFE 5200, Kanthal 70, โลหะผสม K70, Nifethal 70; Pelcoloy
ในปี 2558 โลหะผสมเหล็กนิกเกิล Hytemco ของ Driver Harris ซึ่งปัจจุบันเรียกว่าโลหะผสม PTC กลายเป็นมาตรฐานในประเทศจีน (มาตรฐาน JB/T 12515-2015) ตามค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของโลหะผสม เพื่อให้แนวทางที่ดีกว่าในการสร้างอุณหภูมิที่ทำให้ตัวเองเสถียรได้ในผ้าห่มอุ่น ขึ้นอยู่กับรุ่น ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของโลหะผสมแตกต่างกันตั้งแต่ 0.003 ถึง 0.00465 Ω / Ω /°C

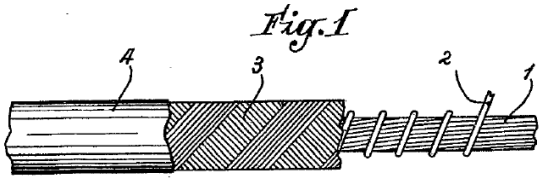
รหัสโลหะผสม *	องค์ประกอบที่กำหนด %		
	Fe	Or	mn
P-4650	18.0	82.0	-
P-4350	19.0	81.0	-
P-4050	20.0	80.0	-
P-3750	21.0	79.0	-
P-3550	20.2	79.0	0.8
P-3350	22.0	78.0	-
P-3150	23.0	77.0	-
P-3000	21.5	77.0	1.5

ตารางองค์ประกอบของโลหะผสมนิกเกิลที่มีผลกระทบ PTC)(มาตรฐาน JBT 1215-2015)
* ตัวเลข 4 หลักหลังตัวอักษร P ให้ค่าที่กำหนดของค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ ตัวอย่างเช่น 4650 = หมายถึง 0.004650 Ω / Ω /°C

วิธีการผลิตสายไฟผ้าทำความร้อนผ้าห่ม
ในปี 1949 Léonard Julien Degois แห่ง Limoges ศึกษาสาเหตุที่ลวดทำความร้อนของผ้าห่มพัง และพัฒนาวิธีการใหม่ในการม้วนตัวนำความร้อนบนแกนสิ่งทอ เขาเสนอการม้วนสองครั้งในทิศทางตรงกันข้ามเพื่อให้ขดลวดตัดกัน สายไฟไม่โค้งงออีกต่อไป เขายังใช้เทคนิคนี้ที่ Jidé ซึ่งถูกก่อตั้งขึ้นในไม่ช้าหลังจากนั้นซึ่งผลิตผ้าห่มทำความร้อน ด้วยสิ่งประดิษฐ์นี้เขาได้ชื่อว่าเป็น "ผู้ประดิษฐ์ตัวต้านทานสำหรับผ้าห่มอุ่น"



1949 ลวดทำความร้อนที่มีการพันไขว้กัน (สิทธิบัตรของ Léonard Julien Degois)

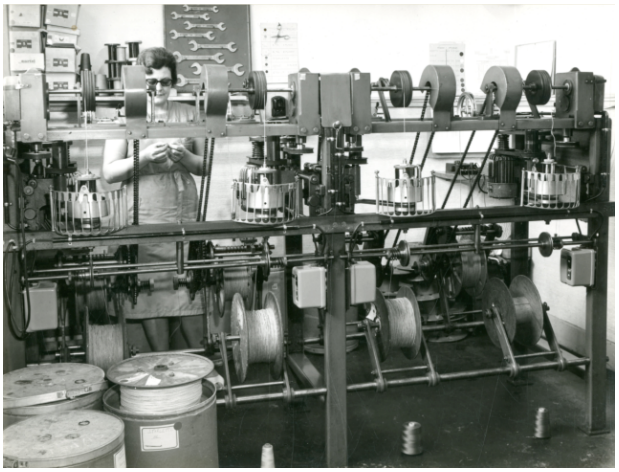


ปี 1949 Tissélec ได้ยื่นสิทธิบัตรครั้งแรกสำหรับสายไฟทำความร้อนที่ปลอกหุ้มด้านนอก (3) ถูกปกคลุมด้วยยาง PVC หรืออีลาสโตเมอร์ชนิดโพลีเอทิลีน (4) เพื่อปรับปรุงฉนวนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ปลอกหุ้มเปียก (สิทธิบัตร FR 982675 จดทะเบียนวันที่ 13 มิถุนายน 1951)

ประมาณปี 1955 ในฝรั่งเศสอัลลอยด์ที่ควบคุมด้วยตนเองของ Hytemco ถูกเปิดตัวครั้งแรกจากผู้ผลิตผ้าห่มอุ่นหลายราย ซึ่งทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย ในปี 1958 หนึ่งในผู้ผลิตที่ใหญ่ที่สุดของฝรั่งเศสคือ Electro-Rivoli (แบรนด์ Vedette) กล่าวว่าระบบการควบคุมนั้นดำเนินการโดยหน่วยควบคุมตัวเองของสวีเดน (น่าจะเป็น Kanthal 70 หรือที่รู้จักกันในนาม Nifethal 70)

จากนั้นเป็นต้นมาทั้งสองระบบต่างก็มีอยู่ในเทอร์โมพลาสซึมและผ้าห่มอุ่น
- ระบบแรกใช้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิต่ำ เช่น นิกเกิลโครเมี่ยม 80/20 หรือทองแดงนิกเกิลเชื่อมต่อกับเทอร์โมสแตทจำกัดอุณหภูมิ
- ระบบที่สองใช้ลวดทำความร้อนที่มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูงใกล้กับนิกเกิล เช่น Hytemco, Balco และ Kanthal 70 ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้เทอร์โมสแตทนิกเกิลบริสุทธิ์ซึ่งเคยถูกใช้แต่เดิมไม่ได้รับความสนใจอีกต่อไป นี่เป็นเพราะความต้านทานของมันซึ่งจำเป็นต้องใช้ลวดมากเป็นสองเท่า
เหตุผลทางเทคนิคในการเลือกของผู้ผลิตระหว่างสองโซลูชันนี้คือความประหยัดและยังคงใช้อยู่ในปัจจุบัน

ในปี 1960 ผ้าห่มอุ่นส่วนใหญ่ใช้สายเคเบิลทำความร้อน 7 วัตต์/ม. และผู้ผลิตส่วนใหญ่เปลี่ยนจากลวดโครเมี่ยมนิกเกิลหรือนิกเกิลไปเป็นลวดควบคุมตนเอง



ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

1960 เวิร์คช้อป Guipage สำหรับสายไฟทำความร้อนทีใช้ในผ้าห่มไฟฟ้า (พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

1960 สายไฟทำความร้อนความร้อนขนาด 1.7 มม. ลวดทำความร้อนโครเมียมนิกเกิลเดี่ยวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.08 มม. บนแกนฝ้ายบิดเล็กน้อยเพื่อป้องกันการโก่งงอ (คอลเลกชัน Ultimheat)

1960 สายไฟทำความร้อน "ควบคุมตัวเอง" จากแบรนด์ Ellesert เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 มม. แกนกลางเป็นด้ายฝ้ายเส้นตรงที่ล้อมรอบด้วยผ้าลูกไม้ ซึ่งประกอบด้วยเส้นฝ้ายที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 มม. สองเส้น ที่มีระยะห่าง 0.8 มม. จากนั้นจะมีผ้าลูกไม้ตัวนำนิกเกิล 30.067 มม. พร้อมระยะห่าง 0.8 มม. ในทิศทางตรงกันข้ามมันจะช่วยป้องกันไม่ให้ทั้งหน่วยเป็นวงกลม (คอลเล็กชัน Collection)

1962 แบรนด์สายไฟทำความร้อน Jidé เย็บโดยตรงไปที่ด้านใดด้านหนึ่งของผ้าห่มทำความร้อนซึ่งไม่ได้อยู่ระหว่างผ้าทั้งสองอีกต่อไป มันมีตัวนำนิกเกิลเกลียวสี่ตัวบนแกนฝ้ายซึ่งถูกหุ้มด้วยการพันด้วยความประณีตและจากนั้นใช้ผ้าฝ้ายถักเปีย มันไม่กันน้ำและติดไฟได้เร็วมาก

การวัดอุณหภูมิพื้นผิวผ้าห่มอุ่น (1960 ca, Vedette, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ลวดทำความร้อนหุ้มฉนวน PVC ที่มีความยืดหยุ่นมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กมาก (2 มม.) ตัวนำเดี่ยวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.11 มม. ผสมทองแดง (อาจเป็นนิกเกิลเงิน) พันบนแกนโพลีเอสเตอร์ขนาด 0.5 มม. ใช้กับผ้าห่มไฟฟ้าของ General Electric ประมาณปี 1962 มันติดไฟได้เร็วมาก (คอลเล็กชัน Ultimheat)

ในปี 2019 สายไฟทำความร้อนผ้าห่มทำความร้อนประกอบด้วยแกนใยแก้ว (บางครั้งเส้นใยโพลีเอสเตอร์) ล้อมรอบด้วยลวดทำความร้อนเกลียว จากนั้นระบบจะถูกหุ้มด้วยฉนวนที่มีความยืดหยุ่นด้วย PVC ที่มีอุณหภูมิสูงทนต่ออุณหภูมิ 100°C โซลูชันนี้มีราคาถูกที่สุดและพบได้บ่อยที่สุด โซลูชันที่เป็นมืออาชีพและไม่

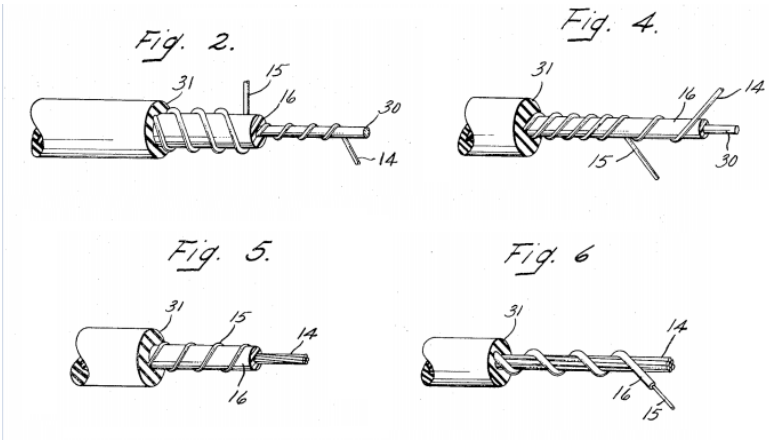
ติดไฟได้เกือบทั้งหมดประกอบด้วยแกนใยแก้ว ลวดทำความร้อนแบบเกลียวและฉนวนยางอิลาสโตเมอร์ซิลิโคนทนต่ออุณหภูมิสูงกว่า 200°C

สายเคเบิลทำความร้อนโพลีเมอร์ที่ควบคุมตนเองได้ด้วยสัมประสิทธิ์อุณหภูมิที่เป็นบวก

ในปี 1962 มีการค้นพบครั้งสำคัญที่ห้องทดลองของ Douglas Aircraft (สิทธิบัตรสหรัฐ เลขที่ 3,238,355) บนโพลีเมอร์และโดยเฉพาะอย่างยิ่งบนโพลีเอธิลีนที่บรรจุด้วยอนุภาคนาโนคาร์บอนซึ่งเป็นเซมิคอนดักเตอร์ที่อุณหภูมิแวดล้อม พบว่าวัสดุนี้ที่อุณหภูมิประมาณ 70°C มีความต้านทานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นกิ่งฉนวนไฟฟ้า

("สมบัติทางไฟฟ้าของโพลิเอทิลีนที่เติมด้วยคาร์บอนดำ", วิศวกรรมโพลิเมอร์และวิทยาศาสตร์, มิ.ย. 1978 , ฉบับที่ 18, เลขที่ 8, หน้า 649-653 "การเปลี่ยนวัสดุโพลีเอทิลีน/คาร์บอนดำ", วารสารวิทยาศาสตร์โพลิเมอร์ประยุกต์, ฉบับที่ 22, 1163-1165, 1978, Wiley & Sons, NY)

ปี 1966 วิศวกรของ General Electric ชื่อ Phillip A. Sanford และ William P. Somers ได้คิดค้นตัวนำที่ยืดหยุ่นโดยใช้คุณสมบัตินี้เพื่อสร้างตัวต้านทานสำหรับผ้าห่มอุ่น มันทำให้ไม่จำเป็นต้องตัวจำกัดเพื่อความปลอดภัยเนื่องจากแผ่นความร้อนจะปรับพลังงานโดยอัตโนมัติทันทีที่อุณหภูมิสูงเกินไป พลังงานที่สะดวกสบายที่สุดสำหรับสายไฟทำความร้อนในอุณหภูมิแวดล้อมพบว่าอยู่ที่ 3 ถึง 3.8 วัตต์ต่อเมตร



1966 สายไฟทำความร้อนที่สามารถควบคุมตนเองได้สำหรับผ้าห่มไฟฟ้า
(สิทธิบัตรสหรัฐ หมายเลข 3410984, Phillip Sanford, สำหรับ General Electric)

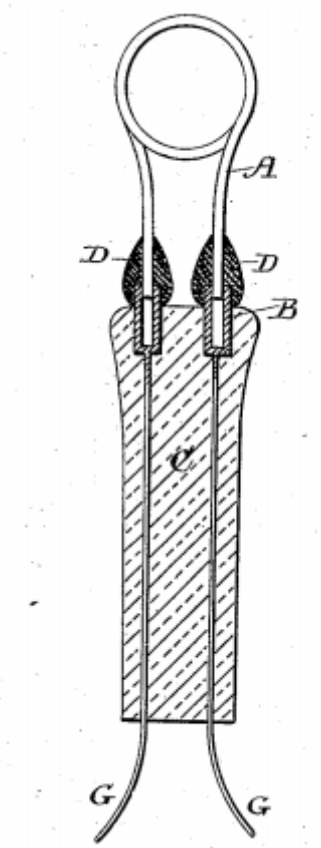
เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคคาร์บอนและความหนาของโพลีเมอร์นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโพลีเมอร์ มันเป็นไปได้ที่จะได้อุณหภูมิคงที่ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากค่าใช้จ่ายแล้วการขาดความยืดหยุ่นของโพลีเมอร์คาร์บอนที่มีประจุสูง 27% นี้ทำให้สายไฟทำความร้อนค่อนข้างแข็งและขาดความยืดหยุ่นที่จำเป็นสำหรับผ้าห่มทำความร้อน

นอกจากนี้สองปัญหาทางเทคนิคที่สำคัญปรากฏอย่างรวดเร็วซึ่งทำให้ไม่สามารถผลิตเชิงพาณิชย์ได้

ประการแรกเกี่ยวข้องกับความต้านทานการสัมผัสสูงระหว่างตัวนำและเซมิคอนดักเตอร์โพลีเอทิลีนเนื่องจากความยากลำบากในการนำทั้งสองมารวมกัน ปัญหาที่สองคือเสถียรภาพที่ไม่ดีขององค์ประกอบทำความร้อนซึ่งมีความต้านทานต่ำกว่าคงเป็นเพราะอุณหภูมิในการทำงานสูงและรอบความร้อน ใช้เวลานานกว่า 10 ปีในการแก้ปัญหาและต้องรอถึงปี 1980 ที่ Sunbeam ผู้ผลิตผ้าห่มทำความร้อนอเมริกันได้ยื่นสิทธิบัตร 4271350 สำหรับสายเคเบิลทำความร้อนรุ่นที่เชื่อถือได้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิเชิงบวก ในวิวัฒนาการทางเทคนิคนี้ สายไฟทำความร้อนได้ผ่านกระบวนการอบอ่อนด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150°C นี่เป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิการหลอมของโพลิเอทิลีนซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงเกินกว่าปลอกหุ้มของอิลาสโตเมอร์เทอร์โมพลาสติก ซึ่งต้องระวังเป็นพิเศษเพื่อไม่ให้ตัวนำสัมผัสในระหว่างการหลอม การใช้งานผ้าห่มไฟฟ้ารุ่นต่าง ๆ ของ Sunbeam ยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของสายไฟทำความร้อน

ในตอนต้นของปี 1984 ผ้าห่มทำความร้อนของ Sunbeam ที่ใช้ตัวนำชนิดนี้โดยไม่มีเทอร์โมสแตทปรากฏในตลาดอเมริกา

เทคโนโลยีนี้ยังคงถูกใช้งานโดย Sunbeam เกือบเฉพาะในสหรัฐอเมริกาประเทศเดียว มันทำให้สามารถผลิตผ้าห่มที่มีค่าความร้อนสูง แต่ถึงแม้บกพร่องดั้งเดิมจะลดลงแต่ยังคงมีอยู่ เช่น การขาดความยืดหยุ่นและการสูญเสียพลังงานความร้อนหลังจากโพลีเมอร์ PTC เสื่อมสภาพ



1881 หลอดไส้คาร์บอน วิธีการเชื่อมต่อไส้กับขั้วไฟฟ้าที่ได้รับการปรับปรุง (สิทธิบัตรอังกฤษหมายเลข 4.202 วันที่ 29 กันยายน 1881 โดย Joseph Wilson Swan)

ตัวต้านทานคาร์บอนไฟเบอร์

เป็นที่รู้จักตั้งแต่ปี 1860 จากผลงานของนักเคมีชาวอังกฤษ Joseph Wilson Swan ในปี 1879 ที่คาร์บอนไฟเบอร์ถูกนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์เป็นครั้งแรกเมื่อ Thomas Edison ผลิตมันจากเส้นใยไม้ไผ่เพื่อทำหลอดไส้

คาร์บอนในรูปแบบของขั้วไฟฟ้ากราไฟท์ยังใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องฉายภาพยนตร์และเตาเผาอุตสาหกรรม

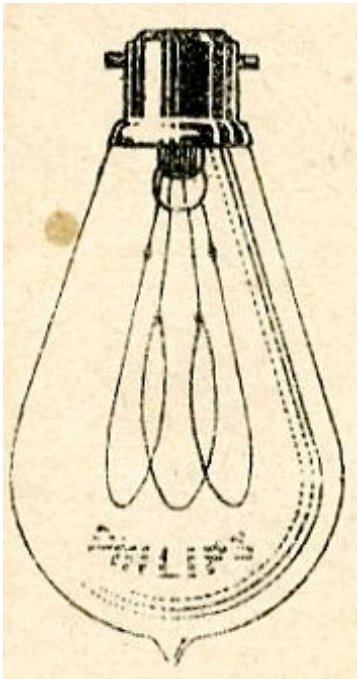
ไส้หลอดคาร์บอนถูกนำมาใช้กับหลอดไส้จนถึงกลางปี 1930 ก่อนที่จะถูกแทนที่ด้วยหลอดไส้หลอดทังสเตนที่ปรากฏขึ้นประมาณปี 1910

การผลิตชุดคาร์บอนไฟเบอร์สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมต้องใช้เวลาประมาณสิบห้าปีในการพัฒนาเพื่อค้นหาเทคนิคการผลิตใหม่ เส้นใยเหล่านี้เพิ่งเริ่มมีการใช้ในปี 1970 เท่านั้น มันทำให้มีการพัฒนาลามิเนตคอมโพสิตของคาร์บอนไฟเบอร์และเรซินซึ่งยังคงเป็นการใช้งานที่ได้รับความนิยมมากที่สุด แต่ก็มีการนำไปใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ต้านทานด้วย

ผ้าห่มทำความร้อนคาร์บอนไฟเบอร์แรงดันต่ำตัวแรกปรากฏขึ้นประมาณปี 2008

ตัวแปรตามกระบวนการผลิตคาร์บอนไฟเบอร์มีความต้านทานตั้งแต่ 900 μΩ.ซม.ถึง 1650 μΩ.ซม. (ซึ่งอธิบายความแตกต่างของความต้านทานระหว่างผู้ผลิต) ความต้านทานนี้จะสูงขึ้นประมาณ **10** เท่าเมื่อใช้โครเมียมนิกเกิล (20/80 112 μΩ.ซม.) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิใกล้เคียงกับศูนย์

ตัวนำคาร์บอนส่วนใหญ่ทำโดยคาร์บอไนเซชันของ เส้นใยสังเคราะห์วิสคอสหรือโพลีอะโครไนไตรล์ (PAN) เส้นผ่านศูนย์กลางปัจจุบันของไส้หลอดคือ 7 ไมครอน ก่อนที่จะทำให้เป็นคาร์บอนพวกมันจะถูกตัดเป็นลวดที่มีเส้นใยระหว่าง 1,000 ถึง 48,000 เส้น ลวดเหล่านี้ถูกกำหนดโดยตัวอักษร K นำหน้าด้วยตัวเลขที่ระบุจำนวนเส้นใยหลักพัน (1K 3K 6K 12K 24K 24K 36K 48K) ความต้านทานตัวนำในหน่วยโอห์มต่อเมตรนั้นแปรผกผันกับจำนวนของเส้นใยและจะแตกต่างตั้งแต่ 500 โอห์มต่อเมตรสำหรับสายเคเบิล 1K ถึง 10 โอห์มต่อเมตรสำหรับสายเคเบิล 48K (ค่าโดยประมาณตามผู้ผลิต) แน่นอนว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของสายเคเบิลเพิ่มขึ้นตามจำนวนของเส้นใย สายซิลิโคนหุ้มฉนวน 3K จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกประมาณ 2 มม. ในขณะที่สายเคเบิล 48K จะมีขนาด 5.5 มม.



หลอดไฟของ Philips (1930, แคตตาล็อก Philips Omnium ไฟฟ้า, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

ในผ้าห่มทำความร้อนในบ้านซึ่งมีกำลังไฟประมาณ 50 ถึง 150 วัตต์ มีปัจจัย จำกัด เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลและความยาวที่จำเป็นสำหรับการกระจายความร้อนที่ดี ความยืดหยุ่นแม้จะมีฉนวนซิลิโคนก็จะถูกจำกัดเช่นกันเมื่อการใช้งานต้องการสายเคเบิลที่มีเส้นใยจำนวนมาก ในการใช้งานในอุตสาหกรรมความต้านทานไฟฟ้าสูงใน โอห์ม/ม. ทำให้การใช้งานในกำลังสูงกว่า 300 วัตต์ ทำได้ยาก ซึ่งต้องมีลวดขนานขององค์ประกอบทำความร้อนหลายเส้น

ด้วยเหตุผลเหล่านี้การใช้งานมาตรฐานหลักสำหรับสายคาร์บอนไฟเบอร์ที่มีความยืดหยุ่นอยู่ในการทำความร้อนใต้พื้นด้วยไฟฟ้าในกรณีที่ค่าปกติที่ 200 วัตต์/ม.^{2} สามารถทำได้และความยืดหยุ่นและความต้านทานต่อการโค้งงอซ้ำไม่ได้

อยู่ในตัวแปรที่สำคัญ การเชื่อมต่อยังเป็นอุปสรรคเพราะมันยากที่จะเชื่อมต่อเส้นใยคาร์บอนกับตัวนำเชื่อมต่อทองแดงเพราะเส้นใยมีความเปราะบางและสามารถแตกหักได้เมื่อหนีบขั้วและไม่สามารถบัดกรีได้หลังจากนั้น ในกรณีส่วนใหญ่เรซิ่นที่มีประจุเป็นเงินและมีราคาแพงจำเป็นสำหรับการเชื่อมต่อเหล่านี้
เนื่องจากคาร์บอนไม่มีการควบคุมตนเองจึงจำเป็นต้องมีระบบจำกัดอุณหภูมิเมื่อถูกใช้เพื่อทำความร้อน
ในการใช้งานเหล่านี้บางครั้งก็ผลิตคาร์บอนไฟเบอร์ในรูปแบบของสักหลาด ริบบิ้นหรือเส้นใยที่นำมาใช้เมื่อผลิตผ้า
รุ่นล่าสุดของมาตรฐาน IEC 60335-2-17 ของปี 2012 บนผ้าห่มทำความร้อนให้คาร์บอนเป็นองค์ประกอบความร้อนอย่างชัดเจนในรูปแบบของลวดหรือสิ่งทอนำไฟฟ้า

2019 ลวดทำความร้อนคาร์บอนไฟเบอร์พร้อมฉนวน PVC ใน 12K และ 24K (คอลเล็กชัน Ultimheat)

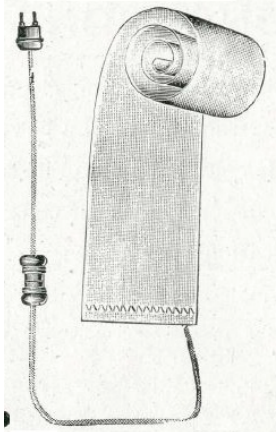
การพัฒนาทางเทคโนโลยีล่าสุดของตัวนำความร้อนที่ยืดหยุ่น

- ริบบิ้นโพลีเมอร์ที่มีการชุบนำไฟฟ้า: ริบบิ้นเหล่านี้ถูกหมุนวนรอบแกนใยแก้ว ด้วยความยืดหยุ่นสูงพวกเขาสามารถสร้างสายไฟขนาดเล็กที่สามารถรวมเข้ากับการผลิตผ้าได้
- เทปพันไมโครเมตริกเมทัลลิกพันรอบแกนของฝ้ายใยสังเคราะห์หรือใยแก้ว: นอกจากนี้ยังทำให้สามารถสร้างสายไฟที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กมาก (มากถึง 0.27 มม.) ซึ่งสามารถรวมเข้ากับเนื้อผ้าได้อย่างง่ายดาย (2004)
- ซิลิโคนควบคุมตนเอง: ซิลิโคนเหล่านี้ประกอบด้วยสารตัวเติมในอนุภาคนาโนคาร์บอนคล้ายกับ PE และ PP (สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา: 6.734.250 วันที่ 17 สิงหาคม 2000 Shin Etsu Chemical)
- เส้นใยโพลีเมอร์ที่มีพื้นผิวเป็นโลหะโดยพลาสมาหรือการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

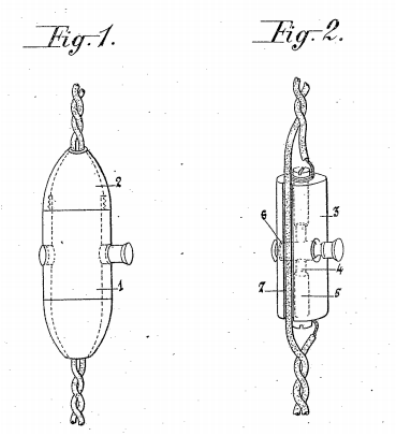
ตอนที่สาม:
การปรับและควบคุมอุณหภูมิ

ปรับกำลังไฟด้วยสวิตช์

ในช่วงต้นของการใช้ผ้าห่มไฟฟ้าทางการแพทย์ในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 ปรากฏว่ามีความจำเป็นในการควบคุมความร้อน โซลูชันแรกที่ใช้คือการใช้วงจรทำความร้อนหลาย ๆ แบบและเชื่อมต่อพวกมันตามอุณหภูมิที่ต้องการ ตัวเก่าที่สุดทำจาก Bakelite เชื่อมต่อตัวต้านทานเพียงหนึ่งหรือสองตัวโดยใช้สวิตช์ลูกแพร์รูปร่างคล้ายกับที่ใช้สำหรับให้แสงสว่าง
รุ่นทำความร้อนสามสวิตช์รุ่นแรกปรากฏขึ้นในปี 1930
(แคตตาล็อก Bouchery, 1933)
แบบจำลองที่ง่ายที่สุดของผ้าห่มไฟฟ้ามักไม่มีสวิตช์ใด ๆ เลยจนถึงปี 1960 วิธีใช้งานคือเพียงแค่ให้ผู้ใช้ถอดปลั๊กเมื่อเตียงอุ่น การแข่งขันที่รุนแรงของปี 1960-1970 ทำให้ผู้ผลิตหลายรายต้องติดตั้งสวิตช์บนสายไฟ เช่นเดียวกับการมีสวิตช์ปิด สวิตช์แบบหมุนยังมีสวิตช์ที่มีระดับพลังงาน 3 ระดับในขณะที่ต้องการตัวต้านทานความร้อนมาตรฐานสองตัวเท่านั้น ต้นปี 1970 มีการเปลี่ยนสวิตช์แบบหมุนด้วยสวิตช์เลื่อนที่สวยงามยิ่งขึ้น



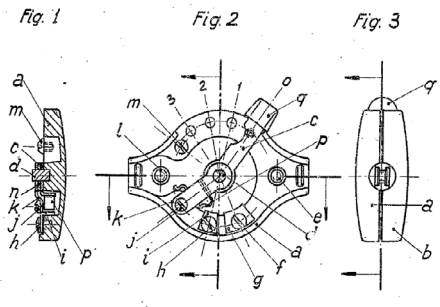
1921 สวิตช์เปิด/ปิดบนเทอร์โมพลาสซึม)(แคตตาล็อก Fare คอลเล็กชั่น Ultimheat)



1924 สวิตช์สำหรับสายไฟที่ยืดหยุ่น (สิทธิบัตร Arzens75051) ในปี 1933 Calor พัฒนารูปแบบที่คล้ายกันด้วยเทคโนโลยีสแนปปิด

จนถึงปี 1925 Calor ใช้สวิตช์ง่าย ๆ บนผ้าทำความร้อนที่มีความยืดหยุ่น (เทอร์โมพลาสซึม ที่อุ่นขวด) และจากนั้นเข้าสู่สวิตช์ตั้งค่าแบบหลายตำแหน่งบนเทอร์โมพลาสซึม

1929 เทอร์โมพลาสมา Calor พร้อมการปรับ (โฆษณา)



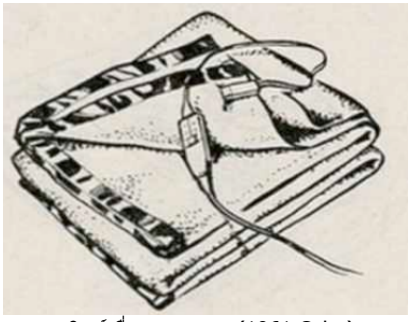
ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

ในเดือนมกราคม 1943 Roger Marcel Cuche ชาวปารีสคิดค้นสวิตช์หมุน 5 ตำแหน่งรวมถึงระดับความร้อน 3 ระดับด้วยการออกแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในผ้าห่มไฟฟ้านานกว่า 30 ปี ตำแหน่ง 0 ที่ปลายแต่ละด้านของตัวเลื่อนหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดของผู้ใช้โดยเฉพาะในตอนกลางคืน (สิทธิบัตรฝรั่งเศส 890417A)

1947 สวิตช์ที่มีการตั้งค่า 4 ตำแหน่งสำหรับเทอร์โมพลาสซึม 4 ตำแหน่งจะกลายเป็น 5 โดยมีตำแหน่งหยุดในแต่ละด้านเพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดในการวางตำแหน่งในเวลากลางคืน (แคตตาล็อกชิ้นส่วนอะไหล่ Calor, 1947, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

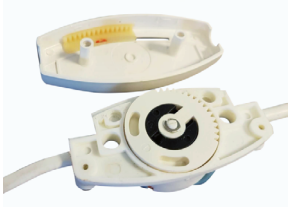
1955 สวิตช์หมุน 5 ตำแหน่งคล้ายกับโมเดล Cuche แต่มีสวิตช์ปิด (ผู้ผลิตเยอรมัน LW Lohmann และ Welschehold GmbH & Co. ที่ Meinerzhagen) (คอลเล็กชัน Ultimheat)

สวิตช์เลื่อนแบบ 3 หรือ 4 ตำแหน่งแทนที่รุ่นหมุนและกลายเป็นมาตรฐานสำหรับผ้าห่มไฟฟ้าตั้งแต่ปี 1970



สวิตช์เลื่อนสามทาง (1961 Calor)

สวิตช์ Calor, ตำแหน่งความเร็ว 3 ระดับและสไลด์ปิด (คอลเล็กชัน Ultimheat 1961)



สวิตช์ความร้อน 3 ตำแหน่งและสวิตช์หยุด 2 ตำแหน่งบนแผ่นทำความร้อน รุ่นกลางระหว่างระบบหมุนและระบบสไลด์ (1970 คอลเลกชัน Gitem Ultimheat)

สวิตช์เลื่อนแบบสามตำแหน่งและสวิตช์ ประมาณปี 1990 (คอลเล็กชั่น Ultimheat)

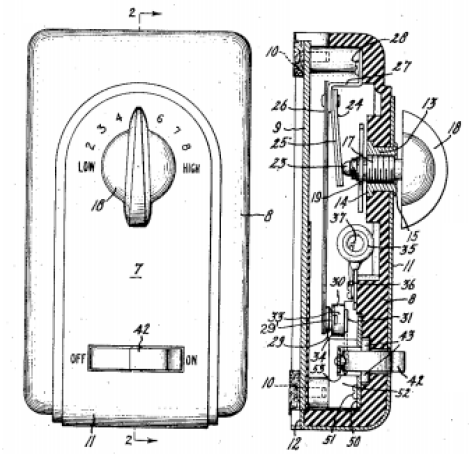
การปรับกำลังไฟโดยการวัดพลังงาน

ปัญหาของการตั้งค่าพลังงานอย่างต่อเนื่องคือเตือนความจำของปัญหาที่คล้ายกันกับแผ่นทำความร้อนไฟฟ้าซึ่งได้รับการพัฒนาในเวลาเดียวกันโดยประมาณ

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

ไม่มีโซลูชันไฟฟ้าหรือเครื่องกลไฟฟ้าในการวัดอุณหภูมิภายในผ้าห่มทำความร้อนเนื่องจากการตั้งค่าอยู่ด้านนอกในหน่วยควบคุม รุ่นแรกของประเภทนี้ซึ่งมีไว้สำหรับเตาไฟฟ้าถูกสร้างขึ้นในประเทศอังกฤษโดย Sunvic ในเดือนกรกฎาคม 1938
ในปี 1936 บริษัทหนึ่งได้เปิดตัวผ้านวมอุ่นที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ เทอร์โมสแตทข้างเตียงตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในห้องและจะเปิดปิดผ้าห่มตามอุณหภูมิ ผ้าห่มไฟฟ้ารุ่นแรก ๆ เหล่านี้ยังมีเทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัยหลายตัวซึ่งจะปิดผ้าห่มหากส่วนหนึ่งของผ้าห่มมีความร้อนที่อันตราย

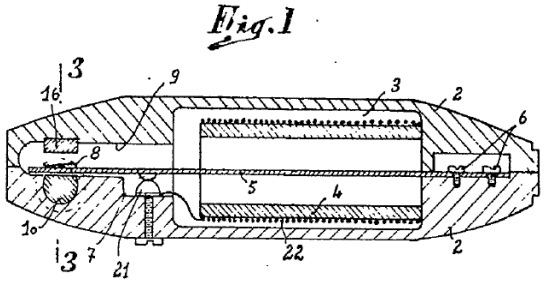
ในปี 1942 Leonard W. Cook จาก บริษัท General Electric สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดในสหรัฐอเมริกาได้คิดค้นระบบควบคุมอุณหภูมิที่ใช้กันเยอะที่สุดในผ้าห่มทำความร้อน สิทธิบัตรของสหรัฐอเมริกา 2,383,291 ได้รับการยอมรับในปี 1945
เช่นเดียวกับมาตรวัดพลังงานของ Sunvic ระบบควบคุมประกอบด้วยแถบโลหะคู่ที่ได้รับความร้อนจากตัวต้านทานไฟฟ้าขนาดเล็กกำลังไฟต่ำซึ่งติดตั้งอยู่ด้านข้างตัวต้านทานหลัก การตั้งค่าซึ่งทำงานตามระยะหางของโลหะคู่ที่บิดงอเพื่อกระตุ้นการสัมผัสที่ทำให้สามารถตั้งค่าพลังงานของตัวต้านทานหลักได้จากระยะไกลโดยการเปลี่ยนรอบการทำความร้อน ระบบนี้ก็มีความไวต่ออุณหภูมิห้อง



ระบบสำหรับควบคุมพลังงานของผ้าทำความห่มร้อนโลหะคู่และความต้านทานเพิ่มเดิมในปลอก (1942 สิทธิบัตร Cook)

Exclusive G-E Bedside Control—set it *once a season* —for the nightlong warmth you want. At bedtime, just turn blanket on. If room temperature changes, Control adjusts automatically! Bed (and you) stay comfortably cozy all night—every night!

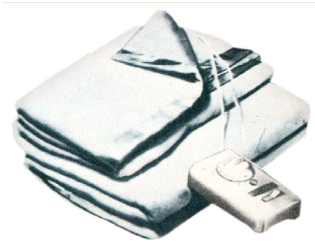
1946: โฆษณาของ General Electric สำหรับระบบควบคุมอุณหภูมิใหม่



ในปี 1954 Maurice Pierre Marchal ทำงานที่ Tisselec ได้ยื่นสิทธิบัตรสำหรับสวิตช์โลหะคู่ ผลิตภัณฑ์นี้ใช้ตัวต้านทานซีรีย์ขนาดเล็ก (หมายเลข 22) บนผ้าห่มทำความร้อนและให้ความร้อนช้ากับแถบโลหะคู่ (5) จุดประสงค์ของสิ่งประดิษฐ์นี้คือการสร้างตัวจับเวลาความร้อนซึ่งจะปิดความร้อนโดยอัตโนมัติหลังจากระยะเวลาหนึ่ง Marchal ไม่สามารถควบคุมความร้อนอย่างค่อยเป็นค่อยไปได้แม้ว่าระบบของเขาจะคล้ายกับความคิดนี้มาก

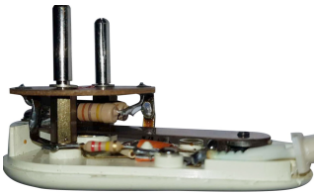
ราวปี 1960 ผ้าห่มทำความร้อนของฝรั่งเศสติดตั้งชุดควบคุมที่ติดตั้งบนสายไฟของอุปกรณ์ตามระบบทำอาหารของ General Electric
Airaile ตั้งชื่อมันว่า Variotherm และ Calor ทำให้สามารถใช้งานได้ในอุปกรณ์ระดับไฮเอนด์ที่เน้นการตั้งค่าและความไวต่ออุณหภูมิห้อง

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

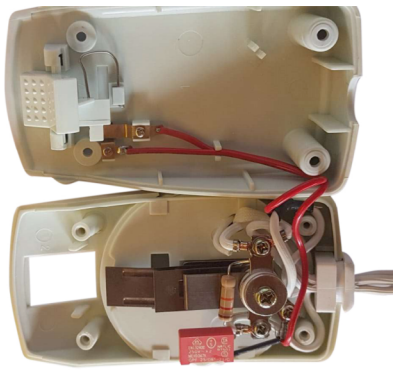


1961 ชุดควบคุม "Textorêve" ระบบปรับได้ของ General Electric สหรัฐอเมริกา มีความไวต่ออุณหภูมิ แต่ยังคงมีการตัดพลังงานแบบช้า)(แค็ตตาล็อก Calor 1961, พิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

1970 การตั้งค่าพลังงาน GEC (General Electric อังกฤษ) บนผ้าห่มทำความร้อนของอังกฤษ ความต้านทานที่คาดไว้สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนเหนือตัวเบรคช้าโลหะคู่ (คอลเล็กชัน Ultimheat)



1972 กล่องควบคุมพลังงานทำโดย Jidé ใน Limoges ภายใต้แบรนด์ Jidéstat ประสบความสำเร็จสูงสุดจากทุกระบบขนาดที่เล็กมาก สามารถปรับได้และรวมอยู่ในปลั๊กไฟฟ้า นี่เป็นรุ่นเดียวที่มีหน้าสัมผัสแม่เหล็กแบบสแนป มันไม่ได้ถูกแทนที่โดยระบบเครื่องกลไฟฟ้าจนกระทั่งยุคปัจจุบัน (คอลเล็กชัน Ultimheat)



1995: ผ้าห่มทำความร้อนที่มีมิเตอร์ไฟฟ้าแบบอเมริกันซึ่งคล้ายกับที่พัฒนามานานกว่า 50 ปีก่อนหน้านี้โดย Cook ในปี 1942 มุมมองภายนอกและมุมมองของโลหะคู่ภายในมีตัวเบรคช้าพร้อมความต้านทานที่คาดไว้ การพัฒนาที่โดดเด่นเพียงอย่างเดียวของรุ่นนี้คือมีตัวกรองสัญญาณรบกวน (คอลเล็กชัน Ultimheat)

จากยุค 1990 การย่อขนาดของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทำให้ระบบการตั้งค่าเล็กลง สิ่งเหล่านี้ไม่เพียงแต่เป็นสวิตช์เปิดปิด การควบคุมพลังงานและการควบคุมอุณหภูมิเท่านั้น แต่ยังรวมถึงฟังก์ชันการหรี่แสงและฟังก์ชันจับเวลา "เปิด" และ "ปิด" ด้วย

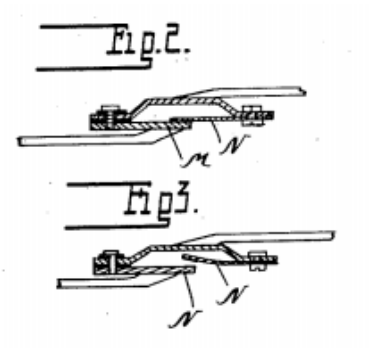
หน่วยควบคุมผ้าห่มที่ควบคุมพลังงานด้วยอิเล็กทรอนิกส์อย่างต่อเนื่อง 2019) (คอลเล็กชัน Ultimheat)

หน่วยควบคุมผ้าห่มที่ควบคุมพลังงานด้วยอิเล็กทรอนิกส์อย่างต่อเนื่อง 2019) (คอลเล็กชัน Ultimheat)

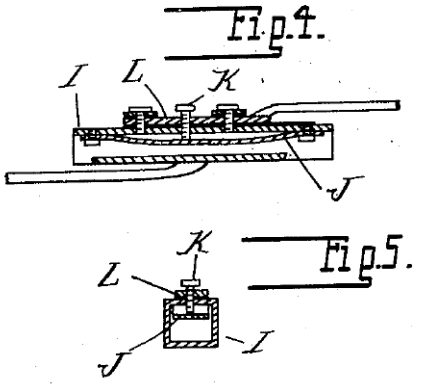
2019 ชุดควบคุมสำหรับผ้าห่มทำความร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิพร้อมจอแสดงผลดิจิตอลผ่านหัววัดอุณหภูมิเทอร์มิสเตอร์ที่รวมอยู่ในพื้นที่ที่ทำความร้อน (คอลเล็กชัน Ultimheat)

ตัวจำกัดอุณหภูมิ

ตัวอย่างแรกของตัวจำกัดอุณหภูมิในองค์ประกอบทำความร้อนที่ยืดหยุ่นได้รับการพัฒนาโดย Camille Hergot ในปี 1902 ประกอบด้วยส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้าของกระแสที่ทำจากโลหะผสมที่หลอมได้ที่อุณหภูมิ 70°C วิธีนี้นำไปสู่การเลิกใช้อุปกรณ์นี้
ในปี 1925 William Hoffmann แห่งดีทรอยต์ (สหรัฐอเมริกา) เสนอสิทธิบัตรสำหรับวงจรทำความร้อนที่ยืดหยุ่นด้วยระบบควบคุมที่แตกต่างกันสองระบบ: ระบบโลหะคู่ซึ่งให้การควบคุมอุณหภูมิและระบบสวิตช์เพื่อความปลอดภัยที่ใช้การผสมโลหะผสมอุณหภูมิต่ำเชื่อมกับใบมีด 2 อัน ดูเหมือนว่าไม่น่าเป็นไปได้ว่าสิทธิบัตรนี้จะนำไปสู่การผลิตจริงเนื่องจากการออกแบบเทอร์โมสแตทไม่สามารถทำให้มีการทำงานที่เหมาะสมได้

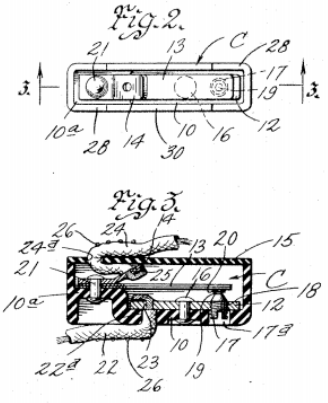


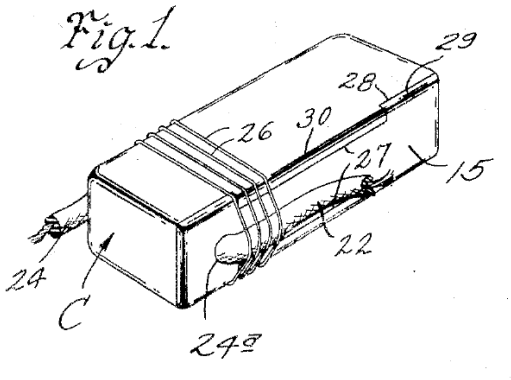
1912 ตัวจำกัดโลหะผสมหลอมได้ของ Hoffmann สำหรับผ้าห่มทำความร้อน (สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา 1096916) โลหะผสมหลอมได้เชื่อมเข้าด้วยกันใบมีด M และ N



1912 เทอร์โมสแตทโลหะคู่ของ Hoffmann สำหรับผ้าห่มทำความร้อน (สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา 1096916) J เป็นใบมีดโลหะคู่ทีตรึงทั้งสองด้าน หน้าสัมผัสทางไฟฟ้าควรเปิดระหว่างใบมีด J ซึ่งจะเปลี่ยนรูปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและดึงสกรู K

ในช่วงหลายปีต่อมาและจนถึงสงครามโลกครั้งที่สองแม้จะมีสิทธิบัตรอยู่บ้างก็ยังไม่มีการกล่าวถึงตัวจำกัดอุณหภูมิในบันทึกของผู้ผลิต ระบุไว้เพียงว่าต้องปิดผ้าห่มทำความร้อนเมื่อเตียงร้อนและจะต้องไม่ทำงานอย่างต่อเนื่อง
ตั้งแต่ปี 1930 การพัฒนาเทคนิคการผลิตโลหะคู่ในสหรัฐอเมริกาทำให้สามารถผลิตตัวจำกัดอุณหภูมิขนาดเล็กได้ พลังเบรคต่ำที่ต้องการในการใช้งานเหล่านี้ (ระหว่าง 50 ถึง 150 วัตต์) หมายความว่าสามารถผลิตได้เล็กลงได้มาก
ในปี 1955-1970 ขนาดของตลาด (ระหว่าง 300,000 ถึง 600,000 ผ้าห่มทำความร้อนที่ผลิตต่อปีในฝรั่งเศส) ทำให้วิศวกรหาโซลูชันทางเทคนิคที่เฉพาะเจาะจง

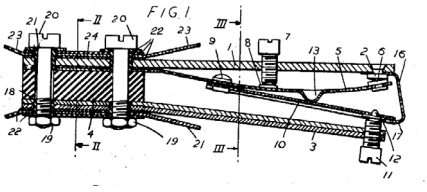




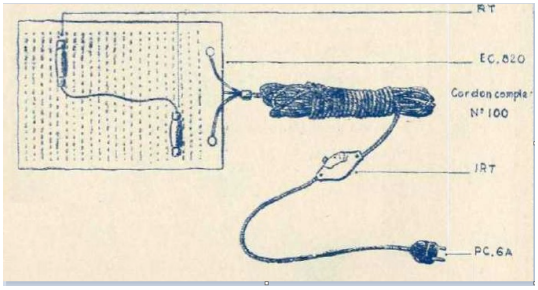
ในวันที่ 10 พฤศจิกายน 1941 ในเซนต์หลุยส์ Laurence Howard ได้ยื่นสิทธิบัตร (สหรัฐ 2,328,342) สำหรับเทอร์โมสแตทผ้าห่มทำความร้อนเบรคช้าขนาดเล็กและกล่องป้องกัน รวมทั้งอุปกรณ์สำหรับการป้องกันการฉีกขาดของลวด (สำหรับบริษัท Knapp Monarch de Saint Louis)

ในปี 1944 วิศวกร Sidney Arthur Singleton ในนามของผู้ผลิตผ้าห่มทำความร้อน Thermega Ltd ในลอนดอนได้พัฒนาตัวจำกัดขนาดเล็กแบบสแนปสำหรับผ้าห่มอุ่น) (1944, 3 พฤษภาคม, British Patent 609,082, จดทะเบียนในสหรัฐอเมริกาในปี 1948)

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

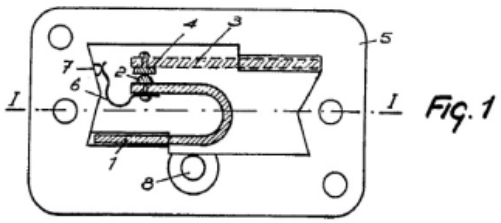


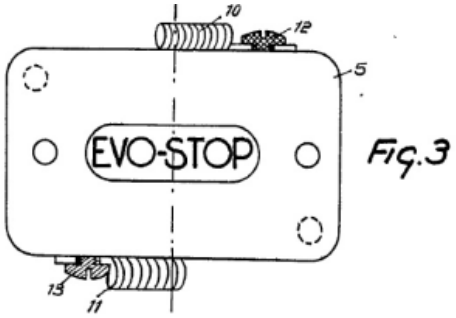
1944 ตัวจำกัดเบรกเร็วของ Thermega สำหรับผ้าห่มทำความร้อน



1947 เทอร์โมพลาสมา Calor มุมมองของส่วนทำความร้อนที่มีเทอร์โมสแตทปลอกป้องกัน (RT) และสวิทช์ 3 ตำแหน่ง (IRT) (แคตตาล็อก Ultimheat)

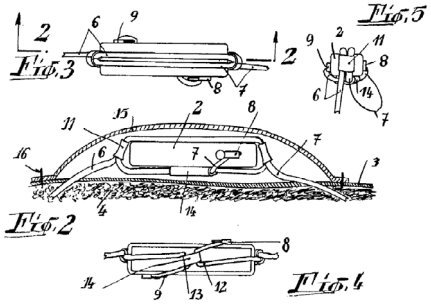
เทอร์โมสแตทและตัวจำกัดอุณหภูมิกลายเป็นสิ่งจำเป็นในผ้าห่มทำความร้อน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจาก NFC 73-147 ในปี 1957 มันต้องใช้อย่างน้อยสองตัวในรูปแบบที่ใช้ตัวต้านทานที่ไม่สามารถควบคุมตนเองได้ บทบาทของอุปกรณ์เหล่านี้คือเพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนสูงเกินไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผ้าคลุม (หรือเทอร์โมพลาสซีม) ถูกพับทับตัวเองหรือถูกคลุมด้วยผ้านวม เทอโมสแตทเหล่านี้อยู่ภายใต้ข้อจำกัดทางเทคนิคที่สำคัญ - ต้องมีช่วงอุณหภูมิต่ำ (ตั้งแต่ 1 ถึง 2°C) เพื่อให้แน่ใจว่าผ้าคลุมร้อนขึ้นอีกครั้งเมื่อกำจัดข้อบกพร่องแล้ว ข้อจำกัดนี้ทำให้เป็นไปไม่ได้ทางเทคนิคที่จะบรรลุผลโดยใช้ตัวจำกัดแบบสแนปขนาดเล็ก อุปกรณ์เดียวที่ตรงกับเกณฑ์เหล่านี้คือตัวจำกัดเบรคช้า ซึ่งรวมขนาดเล็กเข้ากับช่วงอุณหภูมิแคบ ๆ ในปี 1955 เมื่อ Calor วางตลาดผ้าห่มทำความร้อนภายใต้ลิขสิทธิ์ของชาวอเมริกัน พวกเขาตัวจำกัดดำเนินการช้าที่ทำงานอย่างสมบูรณ์แบบด้วยไฟฟ้า 110 โวลต์ ในสหรัฐอเมริกาที่มีการใช้งาน ตัวจำกัดเหล่านี้ได้รับการปกป้องจากฝุ่นละออง ความชื้นและฉนวนอนุภาคสักหลาดโดยถุง PVC ขนาดเล็กกันน้ำซึ่งทำให้เกิดการรบกวนทางวิทยุ การเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปจาก 110 เป็น 220V ในทศวรรษ 1960 ทำให้การรบกวนเพิ่มขึ้น





ในปี 1957, Maurice Georges Moïse Gervaiseau ซึ่งเป็นผู้ผลิตเทอร์โมพลาสติก (151 Georges Durand Avenue, Le Mans) ได้พัฒนาเทอร์โมสแตทโลหะคู่ขนาดเล็กภายใต้ชื่อแบรนด์ Evo-Stop ในหน่วยปิดที่มีตัวเบรกแบบช้าที่ปรับปรุงแล้วเพื่อแก้ปัญหาการรบกวนทางวิทยุและมีไว้สำหรับผ้าห่มทำความร้อนโดยเฉพาะ (สิทธิบัตร 1169253)

ปัญหาอีกประการหนึ่งของตัวจำกัดอุณหภูมิคือความต้านทานเชิงกลของตัวนำต่อการเสียดสี ในปี 1958 เพื่อเอาชนะข้อบกพร่องนี้ Maurice Pierre Marchal แห่ง Tisselec ได้เสนอให้พันตัวนำตัวนำรอบเทอร์โมสสแตท

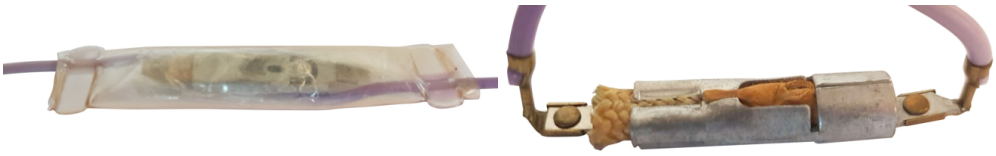


1958 วิธีการติดตั้งตัวจำกัดเพื่อป้องกันการเชื่อมเบรกบนเทอร์โมสแตท(สิทธิบัตร Tisselec 1.204.242)

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

1960 Rhonéclair ปล่อยผ้าห่มทำความร้อนที่มีเทอร์โมสแตท 2 ตัวที่มีการทำเครื่องหมาย NF-USE-APEL และยังมีผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีเทอร์โมสแตทดังนั้นจึงไม่มีเครื่องหมาย NF

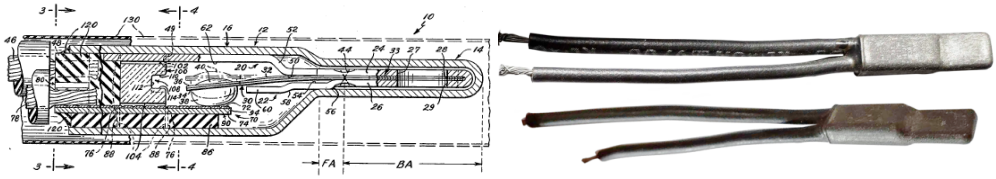
Calor ตัวจำกัดอุณหภูมิผ้าห่มทำความร้อน, ปรับเทียบที่ 80°C (ประมาณปี 1960) สังเกตปลอกหุ้ม PVC กันน้ำที่เชื่อมติดกับลวดและห่วงที่ทำโดยตัวนำไฟฟ้าที่ผ่านรูในแต่ละขั้ว - เพื่อขจัดความตึงที่เกิดจากแรงดึงบนลวด (แคตตาล็อก Ultimheat Collection)



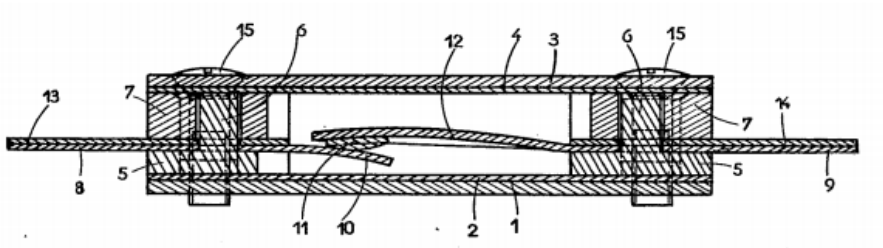
ตัวจำกัดอุณหภูมิผ้าห่มทำความร้อนเบรกช้าที่ใช้งานร่วมกับระบบควบคุมพลังงานของอังกฤษที่ทำโดย GEC (บริษัท General Electric) มันถูกปกคลุมไปด้วยปลอกหุ้ม PVC กันน้ำที่เชื่อมกับลวด ประมาณปี 1970 (แคตตาล็อก Ultimheat)

ปี 1960 และ 1970 มีตัวจำกัดอุณหภูมิสวิตช์ขนาดเล็กจำนวนมากโดยบริษัท เช่น Augéและ Cie และ Imphy (ฝรั่งเศส), Texas Instruments (USA), Portage Electric (USA) และ Uchiya (ญี่ปุ่น) แต่ความสำเร็จถูกจำกัดอย่างมากในด้านผ้าห่มในบ้านเท่านั้นเนื่องจากช่วงอุณหภูมิของพวกมันนั้นมากเกินไป

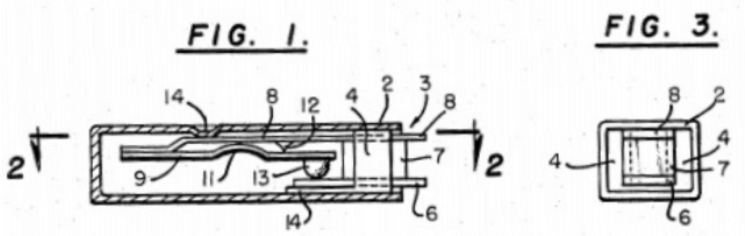
ในปี 1959 วิศวกร Walther H. Moksu และ Henri David Epstein จาก Texas Instruments USA ยื่นสิทธิบัตร (3104296) สำหรับเทอร์โมสแตทแบบสแนปขนาดเล็ก รุ่นนี้เป็นรุ่นแรกของอุปกรณ์ขนาดใหญ่ประเภทนี้ - ซีรีย์ SL11 แต่แม้จะมีขนาดเล็กและการประกอบที่แน่น มันก็ไม่ค่อยถูกนำไปใช้สำหรับผ้าห่มไฟฟ้าและพบในตลาดขดลวดเครื่องยนต์



แบบแปลนสิทธิบัตร 3104296 และต้นแบบของซีรีส์ SL11 (1960, แคตตาล็อก Ultimheat)



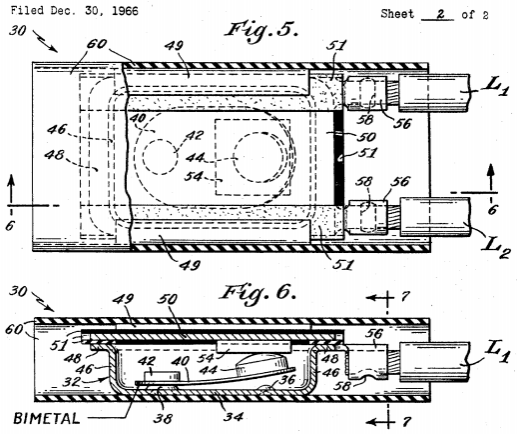
1961 สวิทช์ขนาดเล็กโลหะผสมสำหรับผ้าห่มทำความร้อน
สิทธิบัตรร่วมของ Sté Auge et Cie และ Imphy sa หมายเลข FR1296066 (ฝรั่งเศส)



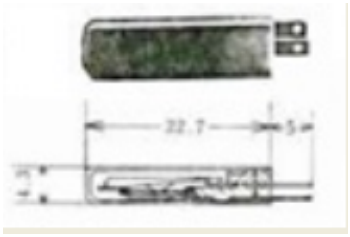
1963 ตัวจำกัดขนาดเล็กแบบสแนปปิดของ Portage Electric (สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา 3443259) ลักษณะพิเศษหลักของมันคือการปรับจุดที่กำหนดโดยตุ่มขนาดเล็กในกล่อง (หมายเลข 14)
ซึ่งได้ถูกนำไปใช้โดยผู้ผลิตส่วนใหญ่

ประวัติของอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่น

ในปี 1966 วิศวกรของ Texas Instrument ชื่อ Richard T. Audette ได้พัฒนาตัวจำกัดอุณหภูมิแบบสแนปปิดที่ใช้ง่ายที่สุดซึ่งวางตลาดในฐานะซีรีย์ 7 AM รุ่นนี้รวมทั้งขนาดย่อและช่วงอุณหภูมิต่ำ ตอนนี้ผลิตโดยผู้ผลิตหลายรายรวมถึงรุ่นกันน้ำ



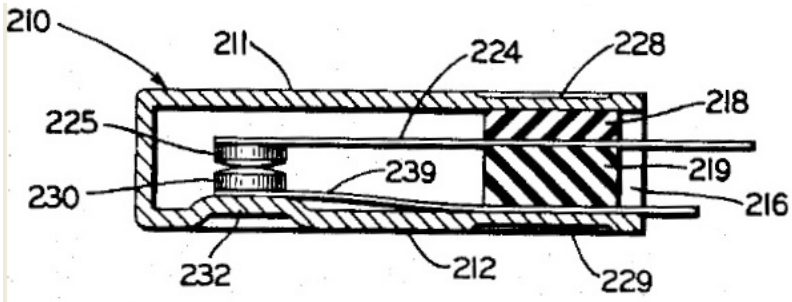
1966 สิทธิบัตรของ Richard T. Audette สำหรับ Texas Instrument)(สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา 3,430,177)



1978 Uchiya พัฒนาตัวจำกัดขนาดเล็ก 8X5, (22.7x4.4x 6.8 มม.) พร้อมตัวสแนปปิดสำหรับตัวทำความร้อนของผ้าห่ม รุ่นกันน้ำของมันกลายเป็นรุ่น UP32 (แคตตาล็อกพิพิธภัณฑ์ Ultimheat)

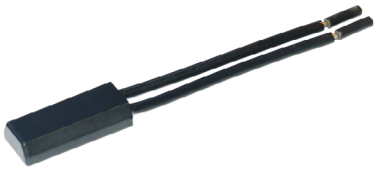
1980 ตัวจำกัดโลหะคู่กันน้ำ Uchiya UP32 บนผ้าห่มทำความร้อนฉลากส่วนตัวของ Gitem (คอลเล็กชัน Ultimheat)

ในปี 1964 Portage Electric ได้พัฒนารุ่น E เบรกช้าซึ่งมีลักษณะคล้ายกับรุ่น B และ C ในรุ่นต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์หมวดนี้ เมื่อการใช้งานในผ้าห่มทำความร้อนได้รับการพัฒนาในปี 1984 บริษัทได้สร้างรุ่นเฉพาะสำหรับการใช้งานนี้ซึ่งเป็นแบบแบน โดยมีขั้วหนีบที่ปลายแต่ละด้าน - รุ่น A1 ซึ่งได้รับการอนุมัติจาก UL สำหรับผ้าห่มอุ่นในเป็นการเฉพาะในเดือนมิถุนายน 1984 จากนั้นรุ่น E ที่มีการออกแบบใหม่ในปี 1991



รุ่นเทอร์โมสแตทเบรกช้าของ Portage Electric ปี 1963) (Glenn Wehl US สิทธิบัตรหมายเลข 3,223,808)

เทอร์โมสแตทของ Electric Portage ประเภท E แบบเบรกช้า (1991)



2019 ตัวจำกัดอุณหภูมิแบบสแนปปิดสำหรับหม้อแปลงทำความร้อนซึ่งได้มาจากรุ่น 1966 ของ Texas Instruments 7AM ใช้งานได้ที่ 230 โวลต์ ในปลอกพลาสติกกันน้ำ
ช่วงอุณหภูมิ 5 ถึง 8°c ประเภท V7AM (คอลเล็กชัน Ultimheat)