الجمهورية العربية السورية

وزارة التربية

المركز الوطني للتميز

حلقة بحث في الفيزياء بعنوان

دورة كارنو

إعداد الطالبة: فكتوريا حسن

بإشراف المدرس : حسام الحاج قاسم

العام الدراسي:

2015/2014م

الفهرس

الفهرس ----------2
فهرس الصور ----------2
المقدمة ----------3
إشكالية البحث ----------3
أهمية البحث ----------3
معلومات عن العالم كارنو (حياته – وفاته) ----------4
علم الترموديناميك الهندسي ----------4
قانون الترموديناميك الأول---------- ----------5
قانون الترموديناميك الثاني ----------6
دارة كارنو المباشرة ----------7
تطبيقات دارة كارنو المباشرة " محطة توليد جندر "----------12
الخاتمة ----------17
المصادر والمراجع ----------18

فهرس الصور

صورة رقم -1- ----------8
صورة رقم -2- ----------11
صورة رقم -3- ----------12
صورة رقم -4-4(إضافة) ----------13
صورة -5-(6-1)- -- ----------14
صورة رقم-(6-2)-(6-3) ----------15
صورة رقم-7- ----------16

المقدمة :

كانت للثورة الصناعية التي بدأت في القرن التاسع عشر الميلادي الأثر الكبير والمستمر إلى الآن في تطور التكنولوجيا والنظريات العلمية المساهمة في العصر الحديث .

ومن أهم ما بدأته الثورة الصناعية كانت الآلة البخارية المعتمدة في الأساس على علم الترموديناميك (تحول الطاقة الحرارية إلى ميكانيكية) ,وقد ساهم في ذلك الكثير من العلماء والمخترعين , ومن أهمهم كان العالم سادي كارنو الذي ابتكر نظرية سميت بدارة كارن المثالية ,التي تعتمد على تحول كامل المادة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية دون أي ضياع والعودة إلى الحالة البدائية لتلك المادة ومن ثم إعادة الدارة دون أي تدخل خارجي أو ضياع .

إشكالية البحث :

- ما أهمية الكهرباء في حياتنا ؟!!
- كيف يتم توليد الكهرباء ؟!!
- ما هي الطرق المستخدمة في توليد الكهرباء ؟!!
- ما هي النظريات المتبعة في توليد الكهرباء ؟!!

أهمية البحث :

- التعرف على المبدأ الأساسي في تحولات الطاقة .
- التعرف على المردود وإمكانية تحسينه .
- دراسة دارة كارنو المباشرة .
- تطبيقات علم الترموديناميك في توليد الكهرباء في الواقع مثال محطة جندر الحرارية .

معلومات عن العالم كارنو :

نيكولا ليونار سادي كارنو (1 كانون الثاني 1796 - 24 أب 1832) هو مهندس عسكري فرنسي، وهو أول من وضع إطارا نظريا ناجحاً للمحركات الحرارية، وهو ما يعرف حاليا بدارة كارنو، وذلك في كتابه (تأملات في القدرة الدافعة للنار) والذي صدر في 1824، وبذلك وضع أسس القانون الثاني للديناميكا الحرارية، وعلى الصعيد التقني فهو يعد أول علماء الديناميكا الحرارية، وكثيرا ما يطلق عليه أبو الديناميكا الحرارية، لأنه هو من أوجد مفاهيم الكفاءة الحرارية والمحركات الحرارية لدارة كارنو.

حياته :

ولد سادي كارنو في باريس، وهو الولد الأول للقائد العسكري البارز لازار نيكولا مارغريت كارنو وعالم الهندسة. وسادي هو الأخ الأكبر لاييوليت كارنو، وهو عم ماري فرانسوا سادي كارنو (رئيس الجمهورية الفرنسية (1887-1894)، ابن إيبوليت كارنو). أسماه والده على اسم الشاعر الفارسي سادي من شيراز، وكان معروفا دائما باسمه الثالث، "سادي".

من سن 16 عاما (1812)، عاش في باريس والتحق بمدرسة الفنون التطبيقية حيث تعلم على أيدي أساتذة مثل جوزيف لوي گاي-لوساك، سيميون دني بواسون، أندريه-ماري أمبير.

بعد التخرج، أصبح ضابطاً في الجيش الفرنسي قبل أن يهب نفسه للبحث العلمي، ليصبح أشهر معاصري فوريه المهتمين بنظرية الحرارة.

ومنذ عام 1814 ، خدم في الجيش, بعد هزيمة نابليون الأخيرة في عام 1815، ذهب والده إلى المنفى, وحصل هو لاحقاً على إجازة غياب دائم من الجيش الفرنسي, بعد ذلك ، أمضى الوقت في كتابة كتبه.

وفاته :

توفي كارنو بسبب مرض الكوليرا في فرنسا عام 1832 وهو في السادسة والثلاثين من عمره , وبسبب الخوف من الكوليرا فقد دفنت معه الكثير من كتاباته , ولذلك فقد وصلتنا القليل من كتاباته العلمية.

علم الترموديناميك الهندسي :

يحتل علم الترموديناميك الهندسي مكانة متقدمة بين العلوم وذلك لأهميته البالغة ولكونه يمس أهم متطلبات الحياة والمتمثلة بالطاقة بمختلف أنواعها. ولعل مجاله من أوسع مجالات علم الطبيعة المعاصرة . ويدرس هذا العلم القوانين العامة لتحول الحرارة إلى عمل وبالعكس, ويصوغ العلاقات المتبادلة بين العمليات الحرارية وآلات التبريد , كما أنه يدرس أيضا العمليات الجارية في الغازات والأبخرة.

ويعتمد علم الترموديناميك الهندسي على قانونين أساسين , الأول هو تطبيق لقانون الطبيعة العام (قانون تحول المادة ومصونيتها) , أما القانون الثاني فيحدد شروط سير العمليات الحرارية التي تجري في الطبيعة وخصائص إجراء تلك العمليات .ولما كان علم الترموديناميك الهندسي يستخدم القوانين الأساسية في دراسته لعمليات تحول الحرارة إلى عمل ميكانيكي , وتحول العمل الميكانيكي إلى حرارة , فإنه بذلك يمكننا من استخلاص الأسس النظرية للآلات الحرارية. ودراسة العمليات الجارية فيها , وكذلك يفسح لنا المجال لمعرفة وتبيان اقتصادية هذه الآلات والمقارنة فيما بينها . بفضل هذا العلم تم توليد الطاقة الكهربائية على أساس احتراق الفحم أو الغاز أو منتجات البترول ,كما تم تطوير منشآت الطاقة الذرية لحد كبير لتأخذ مكانا مرموقا في مجال توليد الطاقة الكهربائية . إن قضية التحويل المباشر للطاقة الكيميائية للوقود إلى طاقة كهربائية قد تم حلها اعتمادا على الترموديناميكا الفيزيائية. والفعالية العالية لهذه الطريقة تسمح بالحصول على مردود يصل إلى 80% وهو يفوق المردود الكبير لدى أفضل المحطات الحرارية الموجودة حاليا , وفي المستقبل القريب سوف تجد الطاقة الشمسية وكذلك طاقة الرياح والحرارة المأخوذة من الينابيع الحارة من باطن الأرض تطبيقا واسعا في المصانع ذات القدرة الصغيرة. وقد تم بناء المحطات بعدد كاف من هذا النوع , وسوف تستمر الجهود والنشاطات في هذا المجال.

وأن التطور الكبير المتوقع للهندسة الحرارية وتوليد الطاقة سيزيد وبشكل واسع الدراسات المتعلقة بالمضخات الحرارية والبرادات وأجهزة التكييف واستخدام الطاقة الذرية الحرارية للأغراض السلمية واستثمار الطريقة المباشرة لتحويل الطاقة بواسطة المحطات المغناطيسية-الهيدروديناميكية .

إن كل هذه القضايا المذكورة أعلاه تبين أهمية علم الترموديناميك الهندسي واعتباره الأساس النظري للهندسة الحرارية.

قانون الترموديناميك الأول :[1]

يعتبر قانون حفظ الطاقة وتحولها أسا ذلك الفرع من العلم الذي يدرس تحول الطاقة الحرارية إلى ميكانيكية (أي أساس علم الترموديناميك الهندسي) ,وهو الآن قانون رئيسي في العلوم التطبيقية وينص على أن مجموع كل أنواع الطاقة في الجملة الترموديناميكية هو مقدار ثابت ولا يحدث أي تغيير في الكمية الكلية للطاقة الموجودة داخل الجملة الترموديناميكية المعزولة أثناء تحولها , وينتج من ذلك أن نقصان أي نوع من الطاقة في جملة ما , مؤلفة من جسم أو عدة أجسام يجب أن يترافق بزيادة في الطاقة في جملة أخرى من الأجسام.

وبفضل النظرية النسبية تم إقرار التكافؤ في التحويلات المتبادلة , ليس فقط من أجل الطاقةُ

$$\Delta E=C^2.\Delta m$$

حيث :

[1] الترموديناميك الهندسي الجزء الأول الدكتور المهندس محمد عبده باكير مدرس في قسم هندسة القوى الميكانيكية صفحة 57

C : سرعة الضوء في الخلاء.

Δm : التغير في الكتلة.

ΔE : التغير في الطاقة.

وكما يبدو أن تغير الكتلة مقارنة بتغير الطاقة في العمليات الترموديناميكية تكاد تكون ضئيلة جدا , بحيث يمكننا أن نعتبر كتلة الجملة الترموديناميكية المغلقة ثابتة وأن المتغير هو طاقتها فقط.

علم الترموديناميك الهندسي يدرس أيضا الجمل الترموديناميكية غير المعزولة والتي تتبادل التأثير المباشر مع الوسط المحيط, أي ثمة تبادل بالطاقة ما بين الجملة والأجسام المحيطة.

ومن أجل تطبيق قانون حفظ الطاقة وتحولها لمثل تلك الجمل ندخل مفهوم الجملة الترموديناميكية الموسعة , والتي تتألف من جملة ثابتة غير متحركة ومن الأجسام من الوسط المحيط حيث يجري تبادل الطاقة فيما بينهما.

وبتطبيق قانون مصونية الطاقة لجملة ما نكتب :

$$U + \sum_{k=0}^{n} Ek = E = const$$

حيث :

E : الطاقة الكلية للجملة الموسعة .

U : الطاقة الداخلية للجملة الترموديناميكية .

Ek : طاقة الجسم رقم من الوسط المحيط .

n : عدد الأجسام .

وكل ما يحصل داخل الجملة الموسعة هو إعادة التوزيع التلقائي ما بين الجملة والأجسام المحيطة إلى أن تصل الجملة إلى حالة التوازن .

قانون الترموديناميك الثاني :[2]

يتألف القانون الثاني للترموديناميك من مبدأين مستقلين , ناتجين عن حقائق تجريبية غير مرتبطة ببعضها بعضا.

[2] الترموديناميك الهندسي الجزء الأول الدكتور المهندس محمد عبده باكير مدرس في قسم هندسة القوى الميكانيكية صفحة 167

يسمى القانون الأول بقانون الترموديناميك الثاني للعمليات الترموديناميكية العكوسة , أو يسمى بمبدأ وجود الانتروبي . أما الثاني فيدعى بقانون الترموديناميك الثاني للعمليات غير العكوسة أو بمبدأ ازدياد الانتروبي.

باستخدام الانتروبي يصاغ القانون الثاني في الترموديناميك كما يلي :" لا يمكن أن تحدث العمليات التي قد تنقص فيها الانتروبي لنظام معزول " أو " في كل عملية يخضع لها نظام معزول فإن الانتروبي إما تزداد إما تبقى ثابتة".

كما لاحظنا في الفقرات السابقة لقد استخدمنا مصطلح المردود ولكن ما هو هذا المردود:

هو في لغتنا المستخدمة نسبة مقدار العمل النافع الذي حصلنا عليه من ما قدمناه لهذا العمل , وهو في العمليات الترموديناميكية الحرارية يبلغ أعلى نسبة في وقتنا الحالي 60% , ويمكن في المستقبل أن يتطور إلى 80% مع تقدم التكنلوجيا.

دارة كارنو المباشرة :

اقترح العلم الفرنسي الشهير كارنو سنة 1828 دارة مثالية لعمل المحرك الحراري , تعمل بين منبعين حراريين يختلفان في درجة حرارتهما , والحصول على العمل الأعظمي من الحرارة المقدمة للدارة , وبالتالي الحصول على أعلى قيمة ممكنة للمردود الحراري η_t.

ولهذه الدارة أهمية خاصة في أبحاث الترموديناميك الهندسي , إذ تشكل مقياسا لتقييم مدى كمالية أية دارة من دارات المحركات الحرارية .

من المعروف أن عمل الدارة يزداد بازدياد العمل الموجب الناتج عن عمليات التمدد وبنقصان العمل السالب المصروف على انضغاط الجسم العامل والعودة به إلى حالته الأولية .

ويتحقق ذلك عند اختيار العمليات العكوسة فقط ,وباختيار درجة حرارة المنبعين الحراريين ثابتة مع الزمن ,أي يجب أن يكون المنبعان الحراريان كبيرين جدا بحيث أن درجة حرارتهما تتغير والجسم العامل يكون في حالة توازن حراري مع هذين المنبعين الحراريين أثناء عمل الدارة ,كما يجب أن لا تحدث أية ضياعات حرارية أو ميكانيكية أثناء عمليات التمدد والانضغاط في الدارة .

لذلك فأن إعطاء الحرارة في دارة كارنو المثالية وطرح الحرارة إلى المنبع الحراري المنخفض يجب أن يتم بعمليات ترموديناميكية ايزوترمية . ولتشكل الدارة المغلقة من تلك العمليات الايزوترمية غير المتقاطعة نضيف عمليتين عكوستين أحدهما عملية تمدد للجسم العامل والأخرى عملية انضغاط .

على النحو تتألف دارة كارنو المباشرة من العمليات الترموديناميكية المتسلسلة التالية :

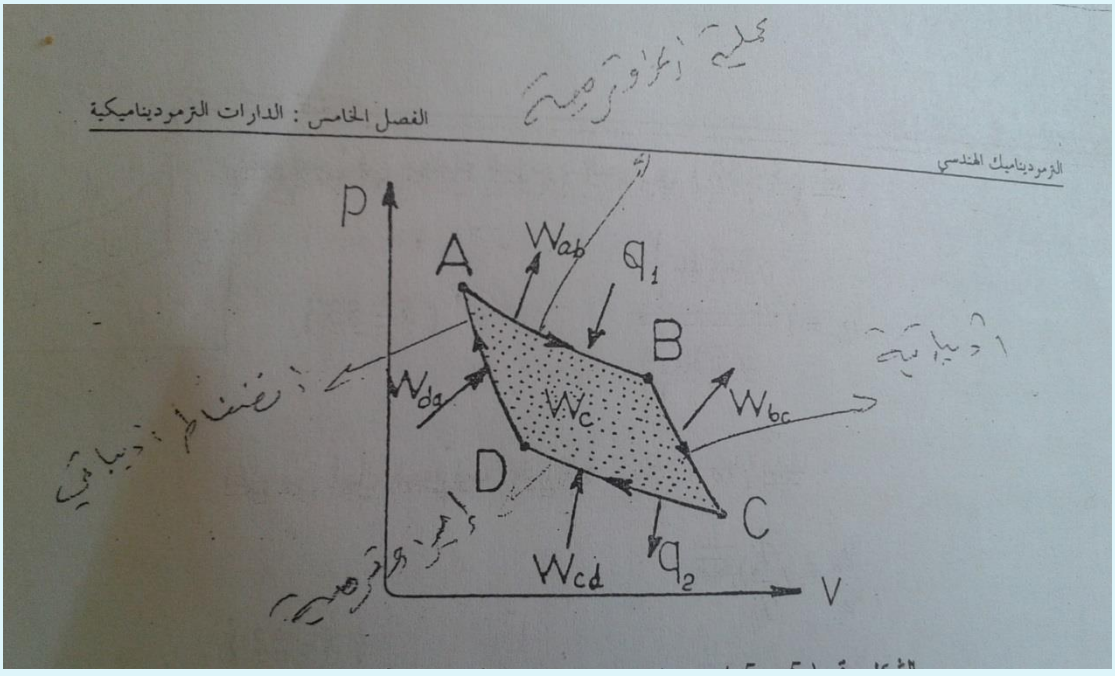
1. عملية تمدد تحت درجة حرارة ثابتة .
2. عملية تمدد اديباتي بغيات التبادل الحراري مع الوسط المحيط .

3. عملية انضغاط ايزوترمية .
4. عملية انضغاط اديباتية .

ينجز الجسم العامل هذه الدارة المثالية بوجود المنبعين الحراريين :

1. المنبع الحراري العالي ($T_1 = const$) T_{max} .
2. النبع الحراري المنخفض ($T_2 = const$) T_{min} .

يتلقى الجسم العامل كمية من الحرارة q_1 من المنبع الحراري العالي ,ويتمدد بدرجة حرارة ثابتة $T_1 = const$ منجزا بذلك عملا مقداره w_{ab} على حساب الحرارة المتقدمة q_1,وهو أكبر عمل ممكن انجازه من تلك الحرارة المقدمة وذلك بتحويل كافة الحرارة q_1 إلى عمل ميكانيكي w_{ab} . في النقطة B يستمر الجسم العامل بالتمدد ولكن بغياب التبادل الحراري ما بين الجسم العامل والوسط المحيط إلى أن تصل درجة حرارة الجسم العامل إلى درجة حرارة المنبع الحراري المنخفض T_2, منجزا بذلك أكبر عمل ممكن w_{bc} على حساب تغير الطاقة الداخلية للجسم العامل . وبعد ذلك تتم عملية الانضغاط CD تحت درجة حرارة ثابتة $T_2 = const$ (درجة حرارة المنبع الحراري المنخفض) ,مستهلكة بذلك أقل عمل ممكن w_{cd} ويفقد الجسم العامل نتيجة لذلك كمية من الحرارة q_2 إلى المنبع الحراري المنخفض ,وبعد ذلك تبدأ عملية الانضغاط الاديباتي DA بغياب التبادل الحراري ليتم رفع درجة الحرارة من T_2 إلى T_2 , ويعود من خلالها الجسم العامل إلى حالته الأولية النقطة A .



دارة كارنو المباشرة في الإحداثيات P-V 1

بذلك يكون قد دار الجسم العامل دورة كاملة مؤلفة من عمليتين عكوستين بثبات درجة الحرارة وعمليتين عكوستين بغياب التبادل الحراري .وخلال العمليات الترموديناميكية الأربع امتص

[3] الترموديناميك الهندسي الجزء الأول الدكتور المهندس محمد باكير عبده مدرس في قسم هندسة القوى الميكانيكية صفحة 152

الجسم العامل كمية من الحرارة من q_1 (المنبع الحراري العالي) وطرح كمية من الحرارة q_2 إلى(المنبع الحراري المنخفض) .فحسب القانون الأول للترموديناميك :

$$(1)\ q_1 - q_2 = w_c$$

أي الدارة قد حولت الحرارة المفقودة $q_1 - q_2$ إلى عمل مفيد w_c, قيمته العددية تساوي مساحة الشكل ABCD . يعطى مردود دارة كارنو المباشرة المثالية بالعلاقة التالية :

$$(2)\ \eta_t = w_c / q_1 = (q_1 - q_2) / q = 1 - q_2/q_1$$

حيث q_1 كمية الحرارة النوعية الممتصة من المنبع الحراري العالي بالعملية الايزوترمية AB , وتتعين قيمتها من العلاقة :

$$(3)\ q_1 = w_{ab} = R\ T_1\ v_b / v_a$$

أما الحرارة النوعية المنبوذة إلى المنبع الحراري المنخفض بالعملية الايزوترمية CD , وتعطى قيمتها بالعلاقة :

$$(4)\ q_2 = w_{cd} = R\ T_2\ v_c / v_d$$

بالتعويض في معادلة المردود الحراري (2) نجد :

$$(5)\ \eta_t = 1 - (R\ T_2 \ln (v_c / v_d) / R\ T_1 \ln (v_b / v_a))$$

لكن من أجل العمليات الاديباتية BC و DA لدينا :

$$v_b / v_c = (T_c / T_b)^{1 / k -1}$$

(5)

$$v_a / v_d = (T_d / T_a)^{1 / k -1}$$

وبما أن :

$$T_1 = T_a = T_b$$

(6)

$$T_2 = T_c = T_d$$

بالتبديل في (5) نجد :

$$v_b / v_c = (T_2 / T_1)^{1 / k -1}$$

(7)

$$v_a / v_d = (T_2 / T_1)^{1 / k -1}$$

ومنه :

$$v_b / v_c = v_a / v_d$$

(8)

$$v_b / v_a = v_c / v_d$$

ومن فأن مردود دارة كارنو المباشرة بعد الاختصار تأخذ الشكل التالي :

$$(9)\ \eta_t = 1 - (T_2 / T_1)$$

ومن مردود دارة كارنو المباشرة (9) نجد ما يلي :

- إن المردود الحراري لدارة كارنو يتعلق فقط بدرجتي الحرارة المطلقتين للمنبع الحراري العالي T_1 والمنبع الحراري المنخفض T_2 ,ويكون هذا المردود أكبر ما يمكن كلما ازدادت قيمة T_1 وقلت قيمة T_2 , أو كلما ازداد الفرق ما بين ($T_1 - T_2$) . وفي أكثر الحالات تكون درجة حرارة المنبع الحراري المنخفض تمثل درجة حرارة الوسط المحيط أي قيمتها ثابتة , وبالتالي فإن المردود الحراري بصورة رئيسية يتعلق بدرجة الحرارة T_1 .
- المردود الحراري لدارة كارنو المباشرة دوما أقل من الواحد . ويكون مساويا للواحد $\eta_t = 1$ فقط في حال $T_2 = 0$ أو $T_1 = \infty$ وهذا ما لا يمكن تحقيقه علميا .
- في حال $T_2 = T_1$ فإن المردود الحراري لدارة كارنو يساوي الصفر , أي انعدام إمكانية تحويل الحرارة إلى عمل , والجملة الترموديناميكية تقع في حالة توازن مع الوسط المحيط .
- من العلاقة (9) نجد أن هذا المردود لا يتعلق بتصميم ولا بشكل الألة ولا بنوع الجسم العامل , وأن هذا المردود هو أكبر مردود حراري يمكن الوصول إليه ما بين المنبعين T_1 و T_2.
- من علاقة مردود دارة كارنو المباشرة , اشتق مبدأ كارنو الذي ينص على :" لا يمكن لأية آلة حرارية أن تقوم بعمل مستمر بدون فرق بين درجتي حرارة المنبعين الحراريين " وإن نسبة ما بين كمية الحرارة المعطاة إلى الآلة على كمية الحرارة المنبوذة من الآلة مساوية لنسبة درجات الحرارة للمنبعين .

$$(10)\ q_1 / q_2 = T_1 / T_2$$

- بأخذ الاشتقاق الجزئي للمردود الحراري بالنسبة لكل من T_1 و T_2 نجد :

$$(11)\ (\partial \eta_t / \partial T_1)_{T2} = T_2 / T_2^2$$

$$(12)\ (\partial \eta_t / \partial T_2)_{T1} = -1 / T_1 = -T_1 / T_1^2$$

وبما أن $T_1 > T_2$ دوما فأن :

$$(13)\ (\partial \eta_t / \partial T_1)_{T2} < (\partial \eta_t / \partial T_2)_{T1}$$

وهذا يعني أن درجة حرارة المنبع الحراري T_1 , يؤثر على المردود الحراري بدرجة أقل من تغير درجة حرارة المنبع الحراري المنخفض T_2 . وبمعنى آخر : إن مردود دارة كارنو المباشرة يزداد عندما تعمل هذه الدارة في مجال درجات الحرارة المنخفضة عنه في مجال درجات الحرارة المرتفعة وذلك عند تساوي الفرق بين درجتي الحرارة $T_1 - T_2$.

[4]إن دارة كارنو المباشرة في الإحداثيات T-s تتمثل بالمستطيل ABCD . وتساوي كمية الحرارة المقدمة إلى الجسم العامل عدديا للمساحة AB $s_2\ s_1$.

$$(14)\ q_1 = s_2\ s_1\ AB \text{ مساحة } = T_1(s_2 - s_1)$$

وكمية الحرارة المنبوذة إلى المنبع الحراري المنخفض تتحدد بالمساحة DC $s_2\ s_1$:

$$(15)\ q_1 = s_2\ s_1\ DC \text{ مساحة } = T_2(s_2 - s_1)$$

والحرارة المكافئة لعمل هذه الدارات تساوي مساحة الشكل المغلق ABCD

$$q_1 - q_2 = w_c = q_c = ABCD \text{ مساحة } = s_2\ s_1 AB \text{ مساحة } - s_2\ s_1\ DC \text{ مساحة}$$

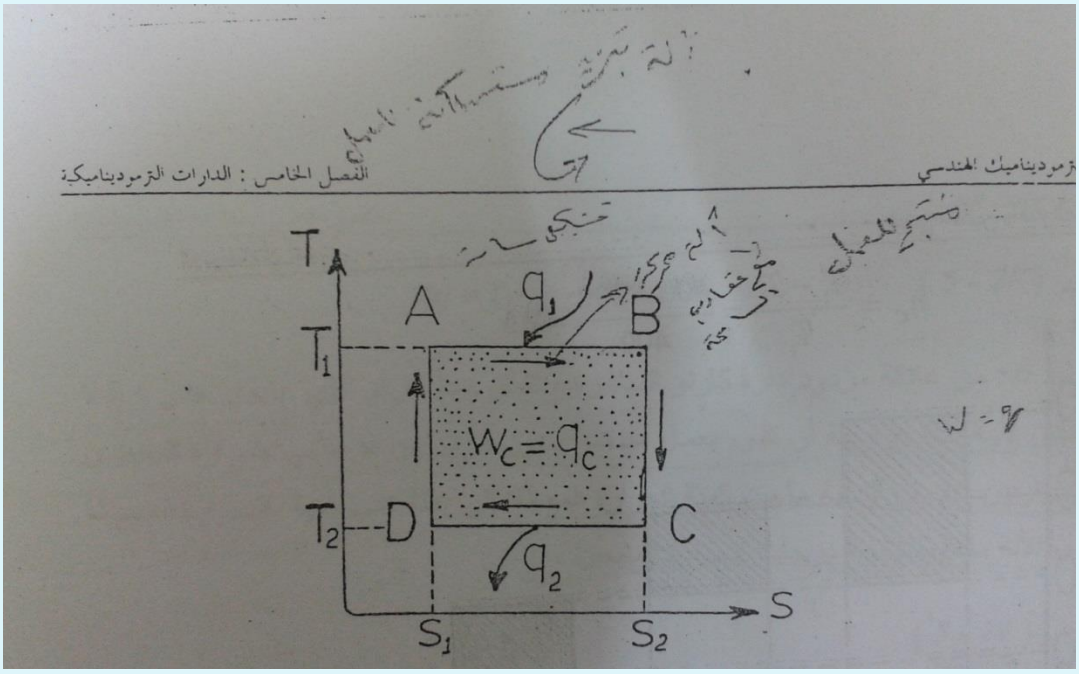
$$(16)$$

$$= w_c = q_c = (T_1 - T_2)(s_2 - s_1)$$

وبالتالي المردود الحراري للدارة يعطى بالعلاقة :

$$(17)\ \eta_t = w_c / q_{\&} = (T_1 - T_2)(s_2 - s_1) / T_1(s_2 - s_1)$$

$$= (T_1 - T_2) / T_1 = 1 - T_2 / T_1$$

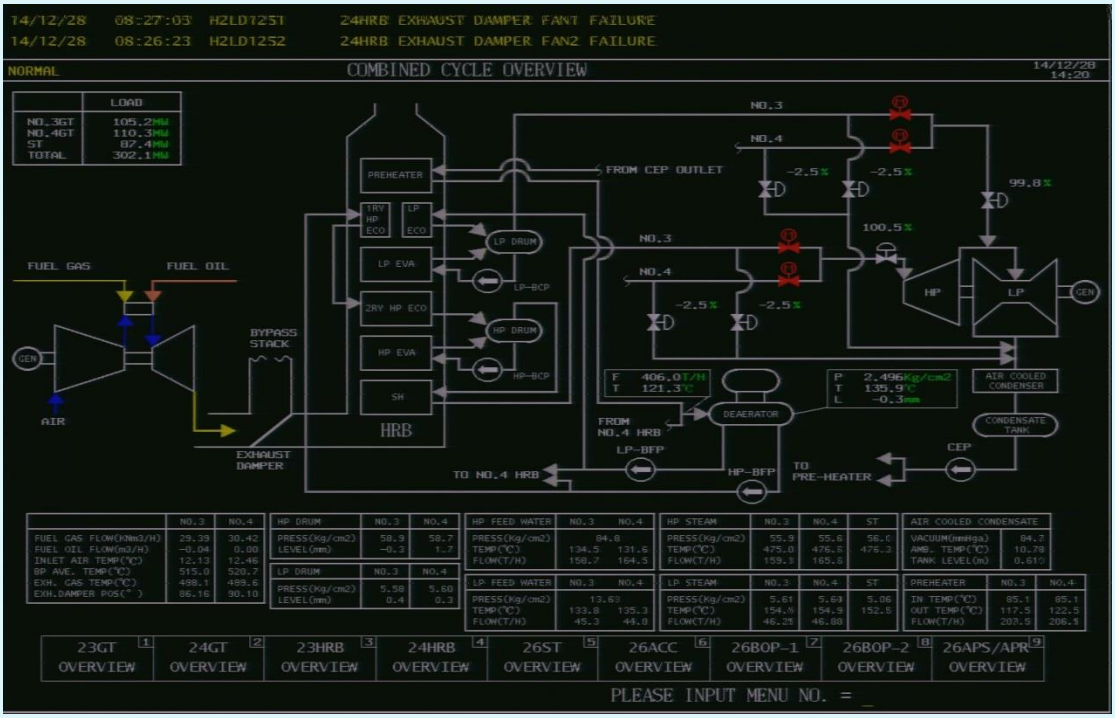


تمثيل دارة كارنو في الإحداثيات T-s 2

[4] الترموديناميك الهندسي الجزء الثاني الدكتور المهندس محمد باكير عبده مدرس في قسم هندسة القوى الميكانيكية صفحة 163

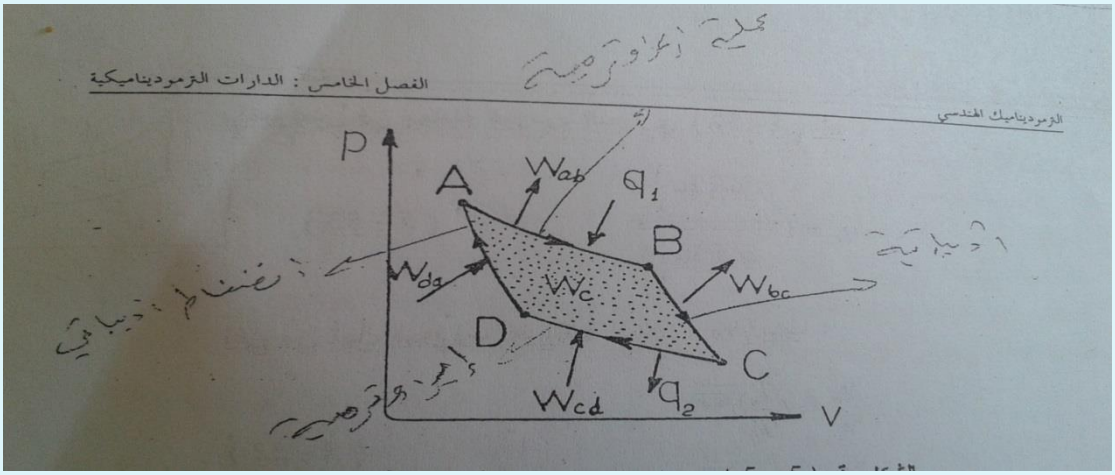
تطبيقات دارة كارنو في الواقع " محطة توليد جندر " :

تتكون محطة توليد جندر من دارة مركبة في توليد الكهرباء والمقصود بدارة مركبة هو توليد الكهرباء بحرق الغاز الطبيعي في العنفات الغازية وتوليد الكهرباء ومن ثم الاستفادة من الغازات الناتجة عن الاحتراق بإدخالها إلى المرجل وتحويل الماء إلى بخار لتوليد الكهرباء عن طريق عنفة بخارية .



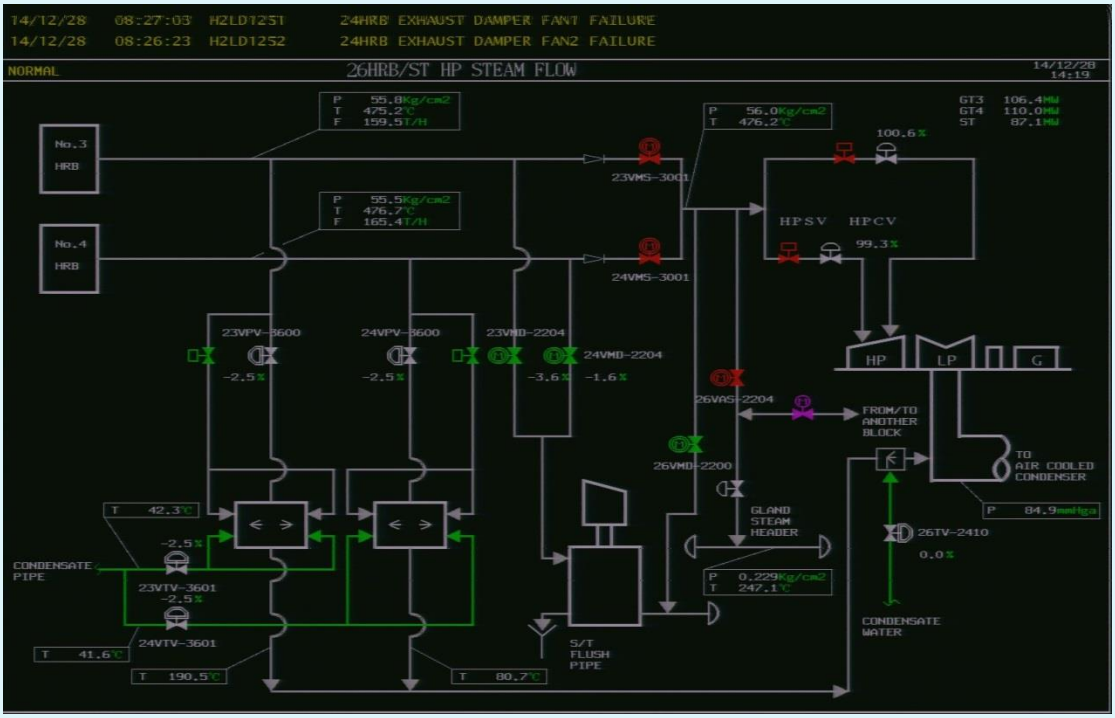
الدارة المركبة في محطة توليد جندر 3

وسنظهر كيف تم تطبيق دارة كارنو المباشرة على العنفة البخارية في محطة جندر الحرارية :

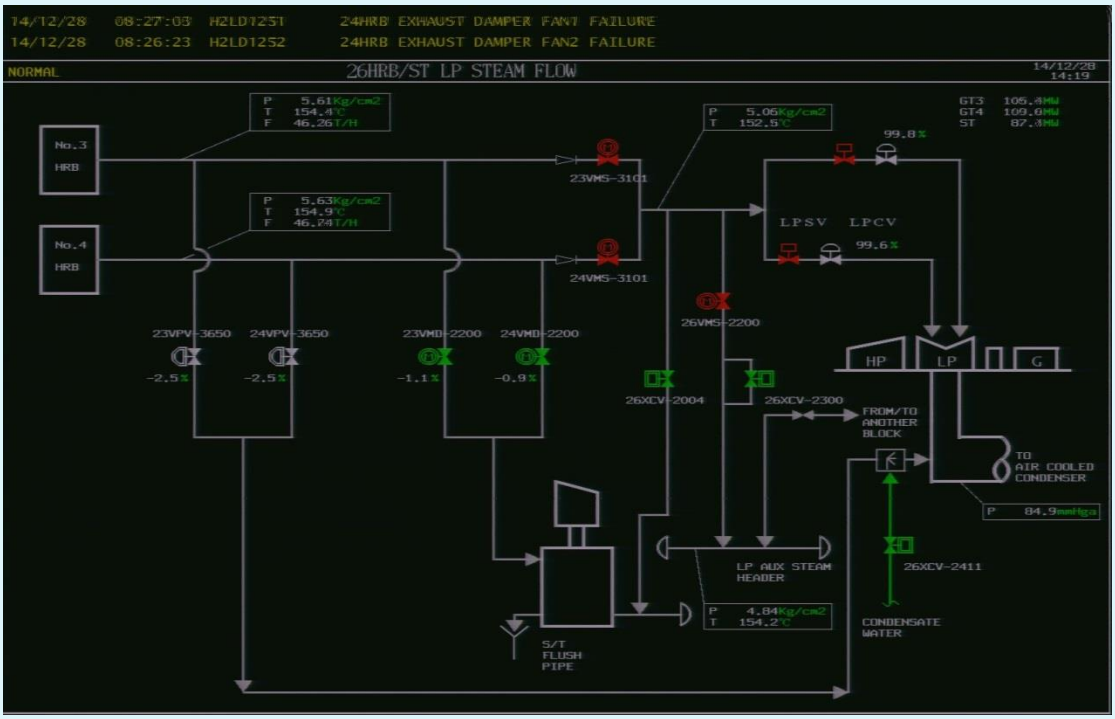


دارة كارنو

كما درسنا أن المقطع AB هو تمدد للبخار مع إنجازه أكبر عمل ميكانيكي وهذا ما نراه في العنفة البخارية للمحطة جندر الحرارية كما في الشكل (4) :



العنفة البخارية مرحلة الضغط العالي 4



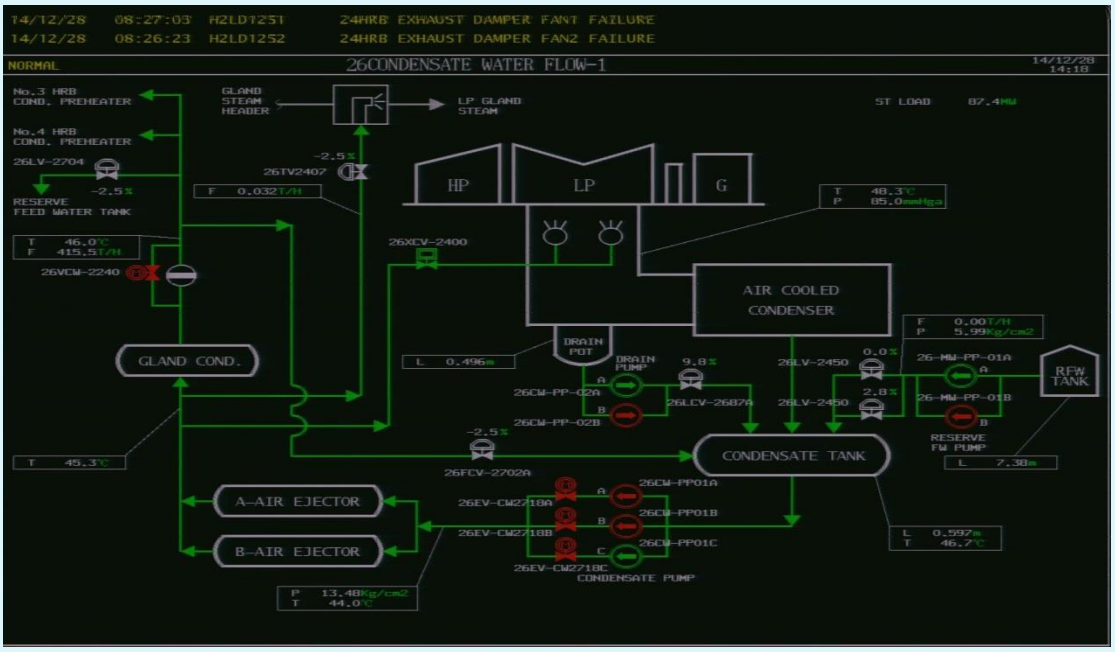
العنفة البخارية مرحلة الضغط المنخفض (إضافة) 4

حيث دخل البخار إلى العنفة البخارية (مرحلة الضغط العالي) وأنجز القسم الأكبر من العمل , ومن ثم خرج من مرحلة الضغط العالي إلى مرحلة الضغط المنخفض مع إضافة بخار ضغط منخفض من المرجل لتعويض الضياع .

ويتمثل المقطع BC في المحطة الحرارية بالمكثف حيث يتمدد البخار الخارج من العنفة ويتحول إلى ماء وبخار كما في الشكل (5) :

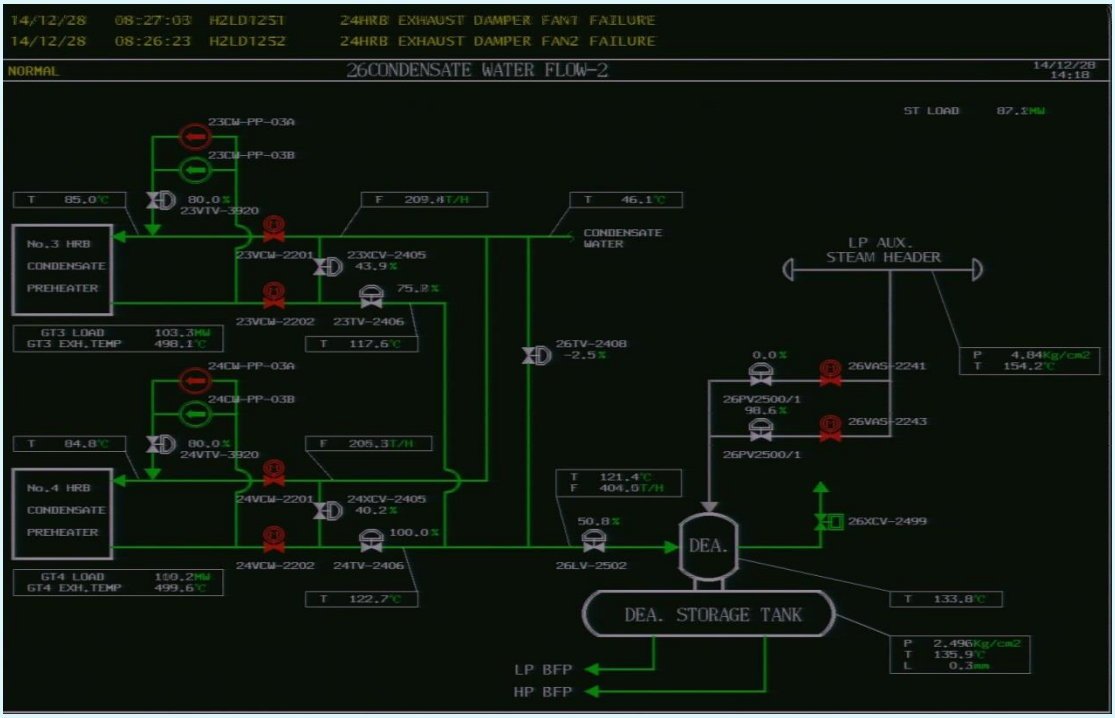
المكثف 5

يتمثل المقطع CD بمرحلة تسخين وضغط الماء وبخار الرطب ليتحول إلى ماء مغلي تماما إلى مدخل المرجل كما في الشكل (6)(1-2-3) :



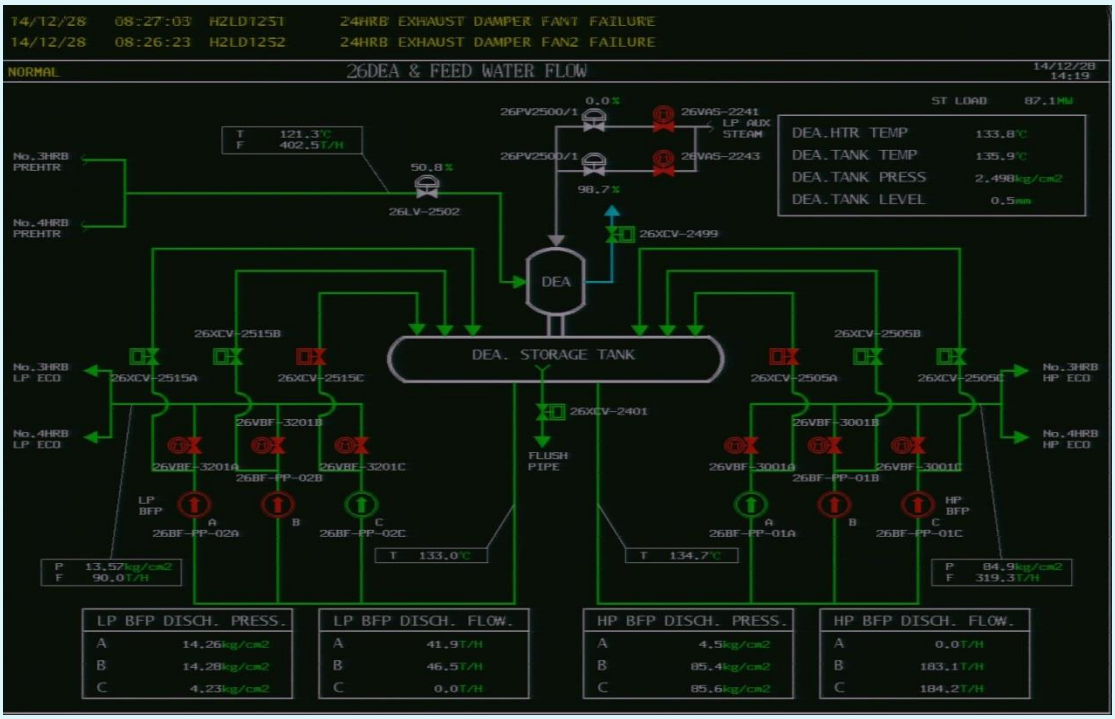
مرحلة نقل الماء والبخار الرطب إلى المرجل(مرحلة 1)

(1- 6)



مرحلة نقل الماء والبخار الرطب إلى المرجل (مرحلة 2)

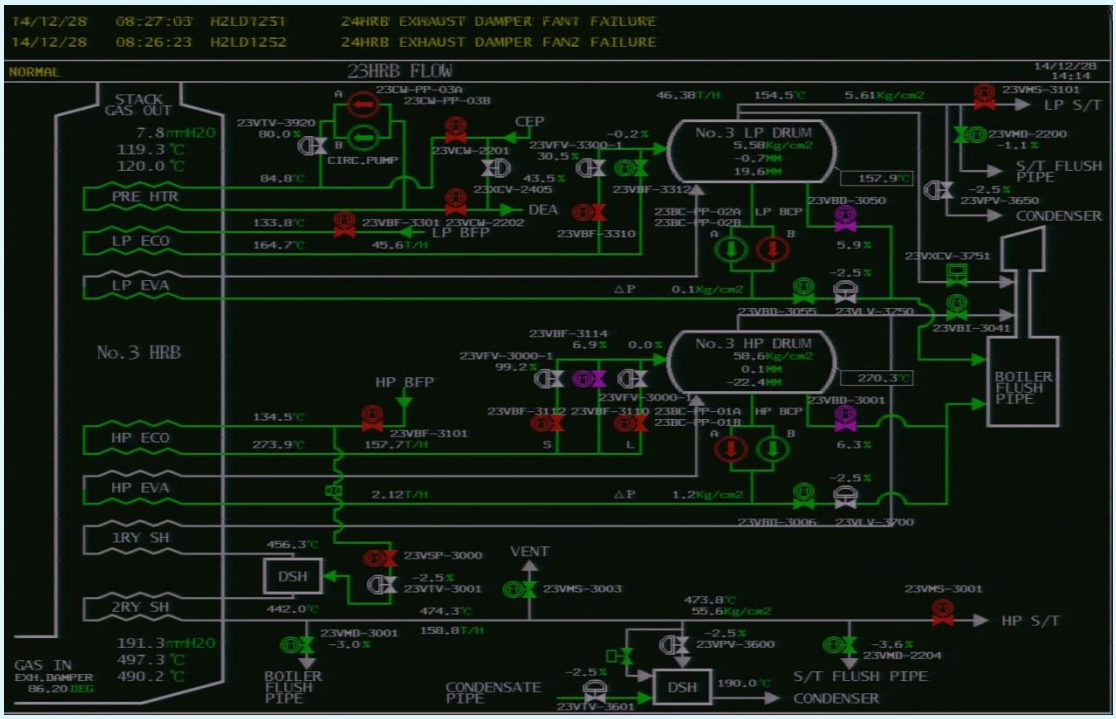
(6 -2)



مرحلة نقل الماء والبخار الرطب إلى المرجل (مرحلة 3)

(6 - 3)

يتمثل المقطع DA بالمرجل الذي يتم فيه تحول الماء والبخار الرطب إلى بخار جاف ذو درجة حرارة عالية وضغط مرتفع بفعل الغازات الناتجة عن احتراق الغاز الطبيعي (في مثالنا العنفة الغازية) كما في الشكل (7):



المرجل 7

أن محطة توليد جندر التي درسناها أسست في عام 1994 وهي مؤلفة من قسمين كل قسم يسمى (بلوك) , وكل بلوك يتألف من عنفتين غازيتين وعنفة بخارية , وكل عنفة غازية يليها مرجل يخرج منه البخار فيتحد البخار من المرجلين ويدخلان العنفة البخارية , استطاعة البلوك الواحد 300 ميغاواط , 200ميغاواط غازي , و100 ميغاواط بخاري .

الخاتمة :

كما لاحظنا مما سبق أن دارة كارنو المباشرة مازالت مستخدمة في توليد الكهرباء كما في مثالنا السابق محطة جندر مع ملاحظة بعض التعديلات ,ولكن صميم العمل يعتمد على كارنو بشكل عام , وقد حصلنا على مردود يتجاوز 50% في مثالنا السابق , ويمكن زيادة المردود في المحطات ذات الاستطاعات العالية .

أن علم الترموديناميك هو علم واسع وذو أهمية أساسية في التطور ,ودارة كارنو التي هي جزء منه مع مرور الزمن مازالت من أكثر التطبيقات المستخدمة في تحويل الطاقات (كامنة ← حرارية ← ميكانيكية ← كهربائية) .

ومع تطور التكنولوجيا ودخول برامج الأتمتة إلى المعدات الحديثة يمكن تطوير العمل والحصول على أكبر مردود في مجالات تحويل الطاقة .

المصادر والمراجع :

- الدكتور المهندس محمد عبده باكير – الترموديناميك الهندسي الجزء الأول – منشورات جامعة البعث – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – 2000/1999م.
- الدكتور المهندس محمد عبده باكير – الترموديناميك الهندسي الجزء الثاني – منشورات جامعة البعث – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – 2000/1999م.
- فلاديمير شوكين – ترجمة الدكتور محمد جواد المحمد – الترموديناميك الهندسي والنقل الحراري – دار مير للطباعة والنشر – موسكو – 1986م.
- Muxalovitch G.A – Technical thermodynamics and Heat Transfer – Vishaya shkola – Moscow – 1991.
- الدكتور رضوان عيد الغني المصري – الهندسة الميكانيكية (الترموديناميك) – منشورات جامعة البعث 1998م.
- الصورة رقم -1- الدكتور المهندس محمد عبده باكير – الترموديناميك الهندسي الجزء الأول – منشورات جامعة البعث – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – 2000/1999م.
- الصورة رقم -2- الدكتور المهندس محمد عبده باكير – الترموديناميك الهندسي الجزء الثاني – منشورات جامعة البعث – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – 2000/1999م.
- أرشيف محطة توليد جندر الحرارية .
- الصور (3-4-5-6-7) – أرشيف محطة توليد جندر .