Al-khwarizmi Engineering Journal

Al-Khwarizmi Engineering Journal, Vol.2,No.2,pp 20-32 (2006)

دراسة نظرية لامكانية زيادة القدرة الكهربائية المنتجة من المحطات البخارية في العراق

فلاح فاخر حاتم
قسم هندسة المكائن والمعدات
الجامعة التكنولوجية

د.مؤيد رزوقي حسن
قسم هندسة المكائن والمعدات
الجامعة التكنولوجية

(Received 14 November 2005; accepted 4 April 2006)

ملخص البحث:-

يتضمن البحث دراسة نظرية لامكانية زيادة انتاج القدرة الكهربائية المنتجة في العراق وذلك عن طريق غلق مسخنات الضغط العالي لمياه تغذية المرجل البخاري في المحطات البخارية العاملة في العراق . لغرض الدراسة تناول البحث ثلاث محطات بخارية منفصلة عاملة في العراق وهي محطة الدورة ، جنوب بغداد والناصرية . اوضحت النتائج امكانية زيادة القدرة الكهربائية من محطتي الدورة والناصرية بحدود ١٥-١٠% وبحدود ٦% لمحطة جنوب بغداد . استنادا الى ظروف عمل المحطات البخارية الحالية في العراق فان استخدام هذا الاسلوب سيؤدي الى امكانية زيادة القدرة الكهربائية بحدود ٢٥٠MW لمدة ثلاثة الى اربعة ساعات يوميا علاوة على تقليل صرفيات الوقود مقارنة بمولدات الديزل لانتاج هذه القدرة الاضافية .

١-المقدمة

يتطلب توليد الطاقة الكهربائية عموما السيطرة على القدرة المتولدة والمتوافقة مع طلب المستهلك حيث ان عدم التوافق (مثلا من جراء عطل احدى وحدات التوليد) سوف يؤدي الى هبوط سرعة دوران التوربينات وبالتالي انخفاض في قيمة التردد الكهربائي . مما لاشك فيه ان تعويض هذا النقصان الحاصل في القدرة الكهربائية يتطلب زيادة انتاج الوحدات العاملة الاخرى وهذا يتطلب زيادة كتلة البخار المتولد في المرجل البخاري والذي بدوره يعتمد على مدى استجابة المرجل البخاري لهذه الزيادة مع ثبات مواصفات البخار الداخل الى التوربين البخاري ويتطلب تحقيق ذلك عمليا

بعض الوقت وخصوصا في الوحدات المنفردة وعليه كان لابد من ايجاد بديل مناسب للتعويض السريع لهذا النقص في انتاج القدرة الكهربائية . اشارت الدراسات الى امكانية الحصول على قدرة كهربائية اضافية لتعويض هذا النقصان من خلال غلق مسخنات الضغط العالي لمياه تغذية المرجل (high pressure feed water heaters) مع ثبوت كتلة ومواصفات البخار الخارج من المرجل البخاري حيث وجد انه بالامكان زيادة القدرة الكهربائية بنسبة % ١٧-٧ من قدرة الوحدة العاملة [1,2] .

في الوقت الحاضر الذي يعاني فيه البلد من ازمة حقيقية في تجهيز الطاقة الكهربائية نتيجة النقص الكبير في انتاج القدرة الكهربائية الناتج من قلة المحطات العاملة اضافة الى اعمال التخريب المتوالية والذي ينعكس بصورة مباشرة على اقتصاد وحياة الفرد العراقي كان لابد من دراسة اسلوب غلق مسخنات الضغط العالي لتوليد قدرة كهربائية اضافية .

٢-تأثير غلق مسخنات مياه التغذية على اداء المحطات البخارية

ان وجود مسخنات مياه تغذية المرجل يؤدي بدون شك الى زيادة كفاءة المحطة من خلال رفع درجة حرارة الماء الداخل الى المرجل وبالتالي تقليل كمية الوقود المصروفة في المحطة وبناء عليه تجهز جميع المحطات البخارية بمسخنات مياه تغذية المرجل ذات الضغط الواطئ والضغط العالي [3] . ان غلق المسخنات سوف ينعكس على اداء المحطة بصورة عامة مما يتطلب اخذ بنظر الاعتبار هذه التأثيرات عند اجراء هذه الدراسة وكما يلي :

أ- ضغط البخار المار عبر التوربين البخاري

غلق مسخنات الضغط العالي يؤدي الى زيادة كتلة البخار المارة عبر مراحل التوربين الواقعة خلف المسخن المغلق والتي بدورها ستؤدي الى زيادة ضغط البخار المار عبر التوربين . هذا بالتأكيد سوف يؤدي الى تغير قيم ضغوط الاستنزاف للمسخنات المتبقية وضغط اعادة التسخين وكما موضح في المعادلة التالية[4]:

$$\frac{m}{m'} = \sqrt{\frac{p^2{}_{01} - p^2{}_{02}}{p^2{}_{01}{}' - p^2{}_{02}{}'}} \quad \text{.....(1)}$$

حيث إن:

m كتلة البخار المارة عبر التوربين في حالة وجود مسخنات الضغط العالي.

m' **كتلة البخار المارة عبر التوربين في حالة غلق مسخنات الضغط العالي .**

p_{o2}, p_{o1} **ضغط البخار قبل مرحلة التوربين وبعدها في حالة وجود مسخنات الضغط العالي.**

p_{o2}', p_{o1}' **ضغط البخار قبل مرحلة التوربين وبعدها في حالة غلق مسخنات الضغط العالي.**

ان تغيير ضغوط الاستنزاف في حالة غلق مسخنات الضغط العالي سينعكس على كتلة البخار المستنزفة من المسخنات المتبقية والتي يتم تحديدها عن طريق الموازنة الحرارية لكل مسخن.

ب–القدرة المنتجة

يؤدي غلق المسخنات الى زيادة القدرة المتولدة من التوربين البخاري نتيجة زيادة الكتلة المارة عبر المراحل الواقعة بعد المسخن المغلق والتي يتم حسابها كما يلي[4] :

$$P = \sum m.\Delta h \quad \text{.....(2)}$$

ج– المرجل البخاري

يؤدي غلق مسخنات مياه التغذية الى هبوط درجة حرارة الماء الداخل الى المرجل وبالتالي يؤدي الى انخفاض درجة حرارة الغازات الخارجة من المرجل مما يسبب زيادة كفاءة المرجل البخاري[5] .

$$\Delta\eta = k1.\Delta T_{out} \quad \text{.....(3)}$$

$$\Delta T_{out} = k2.\Delta T_{fw} \quad \text{.....(4)}$$

$$k1 = 0.05, k2 = 0.2$$

حيث ان

$\Delta\eta$ **تمثل الزيادة في كفاءة المرجل نتيجة غلق مسخنات مياه التغذية .**

ΔT_{out} **التغير في درجة حرارة الغازات الخارجة .**

ΔT_{fw} **التغير في درجة حرارة مياه تغذية المرجل نتيجة غلق المسخنات .**

ولابد من الاشارة بان انخفاض درجة حرارة مياه تغذية المرجل سوف تؤدي الى زيادة الحمل الحراري في المرجل البخاري ويؤدي الى زيادة الطاقة الحرارية المصروفة داخل المرجل وكما يلي[5]:

$$Q_b^I = \frac{m_s.\left(h_b^I - h_{wi}^I\right) + m_{sr}^I\left(h_{ro}^I - h_{ri}^I\right)}{\eta_b^I} \quad \text{.....(5)}$$

$$Q_b^{II} = \frac{m_s.\left(h_b^{II} - h_{wi}^{II}\right) + m_{sr}^{II}.\left(h_{ro}^{II} - h_{ri}^{II}\right)}{\eta_b^{II}} \quad \text{.....(6)}$$

حيث إن: $\mathbf{m_s}$ **معدل تدفق البخار الخارج من المرجل .**

h_b انثالبي البخار الخارج من المرجل .

h_{wi} انثالبي الماء الداخل الى المرجل .

m_{sr} معدل تدفق البخار الداخل الى معيد التسخين (reheater) .

h_{ro} انثالبي البخار الخارج من معيد التسخين .

h_{ri} انثالبي البخار الداخل الى معيد التسخين .

I حالة عمل المحطة مع وجود جميع المسخنات .

II حالة عمل المحطة مع غلق مسخن واحد من مسخنات الضغط العالي وعليه فان :

$$\Delta Q_b = Q_b^{II} - Q_b^{I} \quad \text{.....(7)}$$

حيث ان ΔQ التغير في الطاقة الحرارية المصروفة في المرجل عند غلق مسخن من مسخنات مياه تغذية المرجل

د- كفاءة المحطة

التغير الحاصل في القدرة المتولدة والطاقة الحرارية المصروفة سوف ينعكس على كفاءة المحطة وكما يلي :

$$\eta = \frac{P}{Q_b} \quad \text{.....(8)}$$

نتيجة الى ما مر ذكره من تأثير لغلق مسخنات مياه التغذية على اداء المحطة الحرارية فقد اجريت الكثير من الدراسات النظرية والعملية على وحدات حرارية مختلفة السعات واشارت تلك الدراسات الى ما يلي :

* اثناء غلق مسخنات مياه تغذية المرجل فان كل من التوربين والمرجل البخاري يعملان بدون تجاوز الاجهادات الحرارية المسموح بها [4,6,7,8,9,10,11,12,13]

* غلق مسخنات الضغط العالي لا يسبب انخفاض درجة حرارة مياه تغذية المرجل عن الحد المسموح به لعمل المرجل وكذلك يضمن عمل طارد الهواء (Deareater) [4]

* إمكانية زيادة قدرة التوربينات البخارية عند غلق مسخنات الضغط العالي بحدود % ١٧-٦ من القدرة المنتجة [1,2]

* إن عملية غلق مسخنات التغذية لا يتطلب اضافة اي مبالغ اضافية وممكن تطبيقه بسهولة حيث ان جميع التوربينات البخارية مزودة بصمام غلق عند كل نقطة استنزاف من خلاله ممكن غلق مسخن مياه التغذية وكذلك وجود صمامات على خط مياه التغذية ممكن من خلاله عزل المسخن[4,14]

٣- النتائج

تم اجراء الحسابات على محطة الدورة البخارية للوحدة البخارية MW ١٦٠ شكل (١) في حالة عملها بالحمل التصميمي (١٦٠MW) وكذلك عند عملها في الحمل الجزئي (١١٢MW) . يشير الجدول (١) الى التغير الحاصل في القدرة المتولدة

(ΔP) والقدرة الحرارية المصروفة (ΔQ) وكفاءة الوحدة البخارية اضافة الى درجة حرارة الماء الداخل الى المرجل . اجريت الحسابات للوحدة البخارية في حالة عملها مع وجود جميع مسخنات الضغط العالي ومقارنة ذلك مع عملها عند غلق مسخن واحد من الضغط العالي ومن ثم مسخني الضغط العالي ،فيما يشير الجدول رقم (٢) نتائج الوحدة البخارية ٦٧,٥MW لمحطة جنوب بغداد شكل (٢) في حالة عملها مع وجود جميع مسخنات الضغط العالي ومقارنتها مع غلق مسخن واحد ثم مسخنين من مسخنات مياه نغذية المرجل . الوحدة البخارية ٢٠٠MW لمحطة الناصرية شكل (٣) تم دراستها في حالة عملها مع وجود جميع مسخنات الضغط العالي ومقارنتها مع غلق مسخن واحد ومن ثم اثنين وأخيرا غلق ثلاثة مسخنات والجدول (٣) يشير الى نتائج هذه الوحدة .

اضافة الى ذلك فقد تمت مقارنة كمية الوقود اللازمة لانتاج هذه القدرة الاضافية من جراء غلق مسخنات الضغط العالي مع كمية الوقود اللازمة لانتاج نفس هذه القدرة الاضافية في حالة انتاجها من مولدات الديزل (بكفاءة % ٣٥) وهو ما معمول به في جميع ارجاء العراق في الوقت الحاضر وقد اشارت النتائج الى ترشيد استهلاك الوقود بنسبة % ٢٢-٨ اعتمادا على سعة وحدة التوليد وبافتراض استخدام نفس النوع من الوقود.

٤-الاستنتاجات

١- الجزء الأكبر من القدرة الكهربائية المنتجة في العراق يعود الى محطات بخارية كما يشير الجدول رقم (٤) .

٢- اشارت النتائج الحالية الى امكانية زيادة القدرة الكهربائية بحدود ١٠% من قدرة الوحدة العاملة وهذا ما يتوافق مع كثير من النتائج السابقة .

٣- غلق مسخنات مياه تغذية مرجل يؤدي الى انخفاض درجة حرارة الماء الداخل الى المرجل البخاري وكانت اقل درجة هي (155^oC) والتي هي ضمن الحدود المسموح بها لعمل المراجل البخارية العاملة بضغط اكثر (98 bar)[15] .

٤- استنادا الى ظروف عمل المحطات البخارية في العراق في الوقت الحاضر جدول (٥) فان استخدام اسلوب غلق مسخنات الضغط العالي سوف يؤدي الى امكانية توليد قدرة كهربائية اضافية بمقدار ٢٥٠ MW بمعدل .hrs ٤-٣ يوميا مما يمكن التغلب على النقص الحاصل في التوليد وخصوصا في اوقات الاعطال .

٥- امكانية استخدام هذا الاسلوب على جميع المحطات البخارية العاملة في

العراق وبدون تكبد صرف مبالغ اضافية كما لابد من اخذ بنظر الاعتبار ادخال هذا الاسلوب في المحطات التي سيتم انشائها لاحقا من خلال رفع درجة حرارة الماء الداخل الى المرجل .

٦- ترشيد استهلاك صرفيات الوقود بنسبة ٢٢-٨ % مقارنة مع مولدات الديزل العاملة في الوقت الحاضر اضافة الى تجنب الكثير من المخاطر والمشاكل الناتجة من التوزيع والربط غير المنظم من مولدات الديزل .

جدول رقم (١): محطة الدورة عند الحمل التصميمى 160 MW و الحمل الجزئى 112 MW

Load MW	conditions	output power MW	heat supplied MW	ΔP MW	ΔQ MW	η %	t °C
١٦٠	With all heaters	161.4	366.7	-	-	40.5	240
	Without first heater	179.7	411.3	18.3 (11%)	44.6 (12%)	39.9	190
	Without first & second heaters	186.9	431.8	25.5 (15%)	65.1 (17%)	39.6	155
112	With all heaters	114.1	264.6	–	–	39.2	٢٢٠
	Without first heater	125.6	295.6	11.5 (10%)	31 (11.7%)	38.75	١٧٠
	Without first & second heaters	127.7	302.2	13.6 (11.9%)	37.6 (14.2%)	38.5	١٥٥

جدول رقم (٢): محطة جنوب بغداد عند الحمل التصميمى 67.5 MW

conditions	output power MW	heat supplied MW	ΔP MW	ΔQ MW	η %	t °C
With all heaters	69.0	178.6	-	-	33.2	234
Without first heater	71.9	192.3	2.9 (4.2%)	43.8 (24%)	32.3	195
Without first & second heaters	73.1	195.4	4.138 (6%)	52 (29%)	32.1	183

جدول رقم (٣): محطة الناصرية عند الحمل التصميمى 200 MW

condition	Output power MW	Heat supplied MW	Δp MW	ΔQ MW	η %	t °C
With all heaters	203.2	459	–	–	٤٠,٧	240
Without first heater	211.6	487	8.4 (4.1%)	28 (6.1%)	٤٠	220
Without first & second	222.4	514.2	19.2 (9.5%)	55.2 (12.03%)	٣٩,٨	192
Without first , second & third heaters	230.6	538.2	27.4 (13.4%)	79.2 (17.3%)	٣٩,٣	170

جدول رقم (٤)*: المحطات البخارية فى العراق وسعاتها التصميمية

* بيانات الشركة العامة لانتاج كهرباء الوسط لعام ٢٠٠٥.

تسلسل	اسم المحطة الحرارية	عدد وحدات المحطة	سعة الوحدة الواحدة (ميكا واط)
١	محطة كهرباء المسيب	٤	٣٠٠
٢	محطة كهرباء بيجى	٦	٢٠٠
٣	محطة كهرباء الناصرية	٤	٢٠٠
٤	محطة كهرباء الدورة	٤	وحدتين بسعة ١٦٠ و وحدتين بسعة ٢٠٠
٥	محطة كهرباء الهارثة	٢	٢٢٠
٦	محطة كهرباء جنوب بغداد	٦	وحدتين بسعة ٦٧ و وحدة بسعة ٤٥
٧	محطة كهرباء النجيبية	٢	١٠٠
٨	محطة كهرباء الدبس	٢	١٥

جدول (٥)*: المحطات البخارية فى العراق و قدرة انتاجها الحالية

* بيانات الشركة العامة لانتاج كهرباء الوسط لعام ٢٠٠٥.

تسلسل	اسم المحطة الحرارية	عدد الوحدات العاملة	القدرة التى تنتجها الوحدة العاملة
١	محطة كهرباء المسيب	٤	٢٠٠
٢	محطة كهرباء بيجى	٤	١٠٠-١١٠
٣	محطة كهرباء الناصرية	٣	٢٠٠
٤	محطة كهرباء الدورة	٢	٧٥
٥	محطة كهرباء الهارثة	٢	٢٠٠
٦	محطة كهرباء جنوب بغداد	٤	٣٠ (الوحدة ١،٢،٤) و ٣٥ (الوحدة ٦)
٧	محطة كهرباء النجيبية	١	٤٠
٨	محطة كهرباء الدبس	٢	٥

٥.المصادر

1-Kerelov, E. E., Ivanov, A. M.,1978, Increasing the maneuverability of

advanced power unit by the method of cutting-off HPH, Thermal engineering, No.12 ,p.66-69 (in Russian translated to English).

2-Leonkov, A. M., 1978, Anayltic study of the possibility of maximum load on the boiler and unit during cutting-off HPH, Power generation, No.12, p.124-128 (in Russian).

3-Bezlbken, V. L., 1985, Control the electric power of extraction turbines which are operate by heating load, Thermal engineering, No.12, P.49-52 (in Russian translated to English).

4-Ivanov, V. A., 1986, Regimes of high capacity steam power stations, Leningrad, P. 248 (in Russian).

5-Shepbej, V. E., Baobel, L. A. ,1981, Computation variation of fuel and heat consumption during cutting-off high pressure heaters of extraction turbines, Electric power station, No.9,P.38-41(in Russian).

6-Bezlbken, V. L., 1996, Combinde steam-gas power plants and steam power plants, Sankt-Peterburg, p.295 (in Russian).

7-Ilen, E. T., Pejenken, C. P., 2001, Expansion the range of changing electric power of turbo-generator type T-110-130 during its operating by the heat load, Vectnek,No.1 P. 50-55 (in Russian).

8- Ilen, E. T., Pejenken, C. P., 1999, Operating characteristic of turbo-generator type T-250/300-240 during working with cutting-off high pressure heaters and pay-pass heating water through heat water heater, Vectnek, No.3, P.51-55 (in Russian).

9-Meshkaelov, C. E., Ivanov, V. A., 1990, Introduction new methods for increasing the range of control thermoelectric plants, Electric power station, No.8, P.53-56 (in Russian).

10-Mekarjen, V. A., Tajev, A. I., 2001, Increasing the maneuverability of turbo-generator thermoelectric plants for their complicity during decreasing electric load, Thermal engineering, No. 4, P. 37-42 (in Russian Translated to English).

11-Zekov, C.A., Mojan, C.E., 1996, Control the expediency of receiving additional power in the units 300-1000MW, Thermal engineering, No.3, p.7-11 (in Russian translated to English).

12- Zekov, C.A., Peshenkov, V. E., 1967, Study the possibility of forcing the boilers of high-capacity condensing units, Thermal engineering, No.6, p.16-21 (in Russian translated to English).

13-Zekov, C.A., 1967, Study the operation of power unit 200MW during cutting-off high pressure heaters, Thermal engineering, No. 12, p.29-32 (in Russian translated to English).

14-Moshkaren, A. V.,Devojken, M. A.,2002, Analysis trend of development the heat power engineering in Russia, Ivanovo, P. 256 (in Russian).

15-Catalog of stationary steam boilers, types and basic parameters (3619-89) 1989.

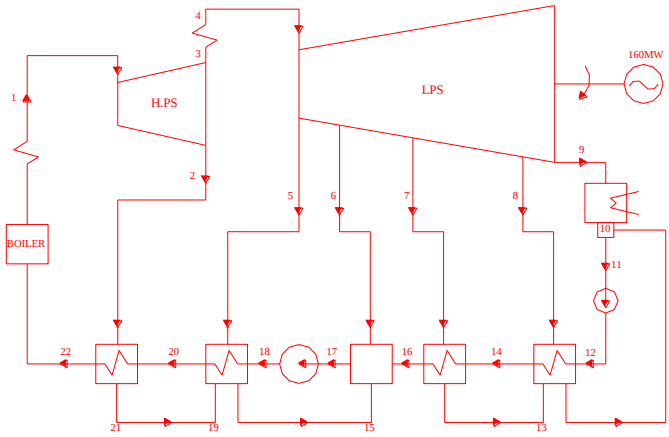


Fig. (1): The heat cycle of Dura power plant

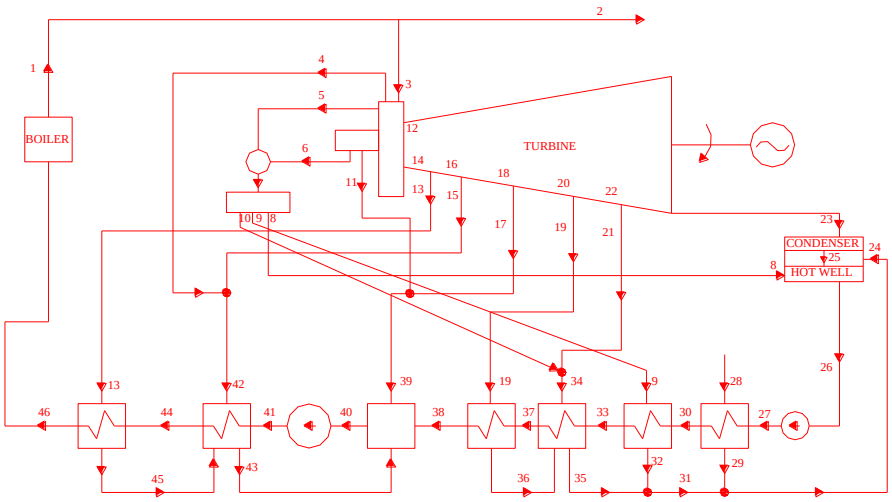


Fig. (2): The heat cycle of South Baghdad power plant

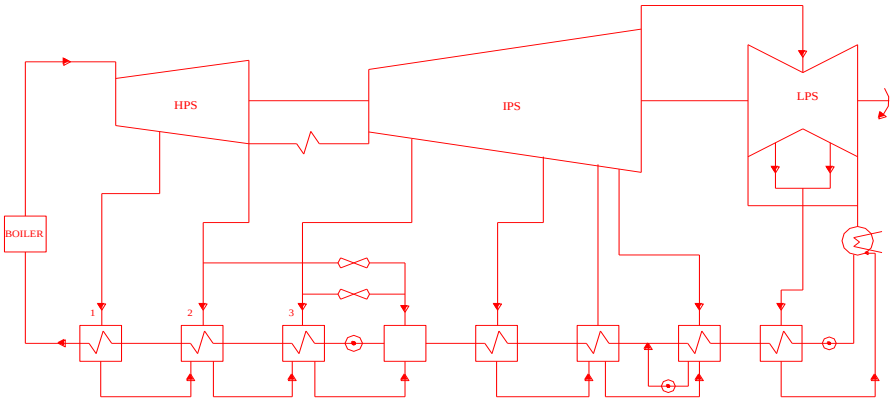
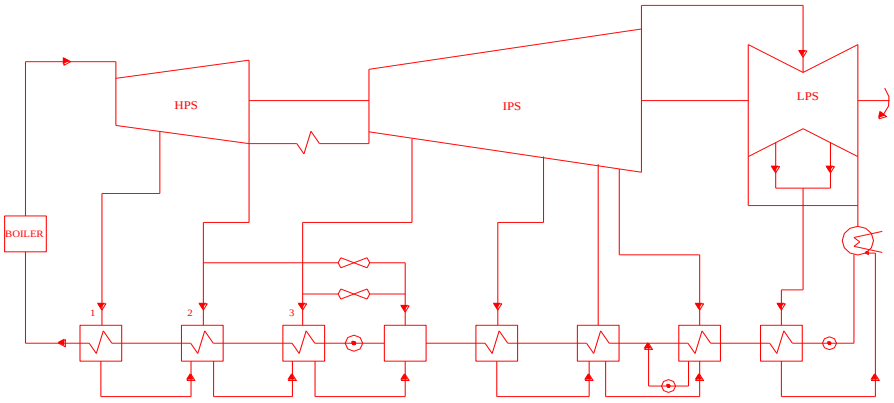


Fig. (3): The heat cycle of Nasria power plant



A theoretical study for increasing production of electric power from Iraqi steam power plants.

Abstract:

This article conclude a theoretical study for the possibility to produce additional electric power from Iraqi steam power plants by cutting – off high-pressure feed water heaters . Three separated steam power plants which Dura , south –Baghdad and Nasria were studied . The investigation showed the possibity of increasing the electric power from 10 to 15% for Dura and Nasria , whereas 6% for south – Baghdad . According to the nowadays of operation to Iraqi steam power plants , the results showed that by cutting–off high pressure feed water heaters we can generate additional electric power about 250 MW during 3-4 hrs. daily. In addition, the fuel consumption can be reduced in comparison with diesel generator, which is used to produce the same add- ional electric power.