

دومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان

عنوان مقاله

انرژی همزمان

و استفاده از آن در ساختمان

Cogeneration & Building Application

تهیه کننده: فرامرز فروتن

آدرس: مجتمع پتروشیمی فراسان

صندوق پستی ۱۴۱۳-بجنورد

اداره مهندسی عمومی

آبان ماه ۱۳۸۱

تولید همزمان انرژی COGENERATION

وکاربردهای آن در ساختمان

مقدمه INTRODUCTION:

ترم تولید همزمان یا "Cogeneration" عبارتست از تولید ترکیبی نیروی الکتریکی (برق) و انرژی حرارتی که بصورت پشت سرهم از یک یا چندین سوخت بدست آیند. و از آنجائیکه این سیستم در کشورهای مختلفی رو به گسترش بوده و همچنین دامنه کاربردی آن که قبلاً بصورت عمده در صنایع بوده ولیکن اینک در بخشهای ساختمانی نیز مطرح گردیده است. لذا این مقاله سعی بر معرفی این سیستم خواهدداشت. در تعریف واژه Cogeneration یا انرژی همزمان، ترکیبی یا (CO) به آن معنی است که مراحل تولید نیروی الکتریکی و انرژی حرارتی به یکدیگر متصل بوده و غالباً بصورت سری یا موازی تولید میشوند.

(قدرت) یا نیروی الکتریکی عبارت است از برق تولید شده توسط یک ژنراتور برقی که غالباً توسط یک محرک اولیه مثل توربین بخار یا توربین گاز یا موتور رفت و برگشتی یا پیل سوختی نیروی خود را بدست می آورد.

انرژی حرارتی آن محصول فرآیند است که گرمایش یا سرمایش را تامین میکند. شکلهای این انرژی حرارتی شامل گازهای داغ اگزوز، آب داغ، بخار و آب سرد میباشد. اهمیت تولید همزمان ناشی از مسائل مالی و صرفه جوئی انرژی است. هر واحدی که مصرف کننده قدرت الکتریکی بوده و به انرژی حرارتی احتیاج داشته باشد یک کاندید در مورد تولید همزمان میباشد.

اگر چه در تعیین اینکه تولید همزمان در یک مورد مشخص عملی هست یا نه عوامل بسیاری دخالت دارند ولی مسئله اصلی آنست بدانیم که صرفه جوئی حاصله در هزینه های انرژی حرارتی آنقدر هست که هزینه سرمایه گذاری برای یک سیستم تولید همزمان را توجیه کند یا نه ؟

محلتهائی که میتوان تولید همزمان را در مورد آنها اجراء کرد شامل بخشهای صنعتی تجاری و اداری میباشد.

فن آوری تولید همزمان در بیشتر موارد در دسترس بوده و در محدوده ای از اندازه های 100 KW تا 100 MW قرار دارد . عمده تجهیزات مورد نیاز شامل یک محرک اولیه (Prime Mover) ، ژنراتور برقی ، کنترلرهای برقی ، سیستمهای بازیابی حرارت و دیگر تجهیزات معمول میباشد.

این تجهیزات پیشرفت زیادی کرده اند و مراحلی که این تجهیزات را به یکدیگر مربوط میکند ، بخوبی مشخص شده اند. علاوه بر ملاحظات فنی و اقتصادی - کاربرد سیستم های تولید همزمان نیاز به دانستن قوانین دولتی و مقرراتی دارد که در مورد تولید قدرت برقی و نیز اثرات زیست محیطی حاصله وجود دارد .

تاریخچه تولید همزمان : History of Cogeneration

ابتدای قرن بیستم تولید قدرت الکتریکی در طفولیت خود بوده و بیشتر واحدهای صنعتی تمام قدرت الکتریکی خود را خود تولید کرده و غالباً " قدرت تولیدی را به همسایه های خود نیز ارائه میکردند.

این واحدهای صنعتی در واقع اولین تولید کنندگان انرژی همزمان بوده اند. عمده محرکهای اولیه در آن زمان موتورهای بخاری رفت و برگشت بوده و بخار خروجی با فشار پائین برای کاربردهای گرمایش استفاده میگردید.

بین سالهای اولیه دهه 20 تا دهه 70 صنعت برق رشد سریعی پیدا کرد که دلیل آن افزایش دیمانند قدرت الکتریکی بود. همزمان با این رشد سریع یک کاهش عمومی در هزینه های تولید نیروی برق بوجود آمد که عمدتاً "بدلیل مسائل اقتصادی ناشی از ابعاد و اندازه ها، فن آوری های کارا و هزینه های کاهش یافته سوخت بود در خلال این مدت، صنایع غالباً" تولید الکتریکی خود را به دلایل زیر فراموش کردند :

۱- نیروگاههای برق نرخهای برق تولیدی خود را کاهش دادند.

۲- قوانین مالیات بر درآمد به جای حمایت از سرمایه گذاری در امر فوق به نفع هزینه های خریداران برق بود.

۳- هزینه های مربوط به دستمزدها افزایش یافت .

۴- صنعت علاقمند بود تناسب به تولیدات توجه داشته باشد تا اینکه به مسائل جنبی مثل تولید قدرت الکتریکی بپردازد.

تخمینهای مربوط به تولید برق الکتریکی همزمان نشان داد که در خلال سالهای ۱۹۵۴ تا ۱۹۷۶ تولید برق همزمان صنعتی آمریکا از ۲۵ درصد به ۹ درصد در کل تولید برق رسید .

از اواسط دهه ۸۰ این مقدار در حدود ۵٪ ثابت باقیمانده است . برای مثال در پایان سال ۱۹۹۲، ۱/۵٪ از کل ظرفیت الکتریکی در آمریکا توسط سیستمهای تولید همزمان بوده است . در خلال دهه ۶۰، ۷۰، صنعت گاز طبیعی تعریف جدید انرژی کل را از مفهوم تولید

همزمان ارائه کرد. این تلاش بدلیل ضعفهای اقتصادی نسبی (مثل ارزانی نسبی برق و گرانی سوختها) و نبود قوانین دولتی برای هماهنگی و ارتباط بهتر بانیروگاههای بزرگ خیلی موفق نبود .

در اواخر ۱۹۷۳ و دوباره در ۱۹۷۹ ، آمریکا بحرانهای انرژی عمده ای را تجربه کرد که عمدتاً ناشی از کاهش نفت وارداتی بود .

بین سالهای ۱۹۷۳ و ۱۹۸۳ ، قیمتهای سوخت و قدرت الکتریکی ۵ برابر شد . تمام صنایع خریدار قدرت الکتریکی شروع به بررسی صرفه جوئیهای اقتصادی ناشی از تولید همزمان کردند .

از دهه ۹۰ به این سو سیستمهای انرژی همزمان با استفاده از گاز طبیعی و پیل سوختی مورد توجه قرار گرفته و باتوجه به پیشرفتهای تکنولوژیکی امکان استفاده از سیستم با ظرفیتهای پایین جهت کاربردهای ساختمانی طی پروژه های مختلف به اثبات رسیده است . از آغاز دهه تاکنون وزات دفاع امریکا حدود سی طرح نمونه جهت استفاده از انرژی همزمان توسط پیل سوختی را در مراکز مختلف پیاده نموده و نتایج حاصل از آن را در تدوین استراتژی انرژی بکار خواهد بست .

این بررسیها باقوانین دولتی که در جهت کم کردن و یابرداشتن موانع در سرراه تولید همزمان بوجود آمد همزمان گردید .

درسال ۱۹۷۸، دولت آمریکا قانون انرژی ملی را تصویب کرد.

National Energy Act (NEA) که چندین قانون مهم را در برداشت .

NEA قانون مصرف سوخت ، قانون سیاست گاز طبیعی و قانون سیاستهای قانونی

نیروگاهها (Public Utility Regulatory policies Act (PURPA را شامل میشد.

هریک از قوانین فوق تاثیر مستقیمی بر تولید همزمان داشت و PURPA سیستم های تولید همزمان را بدین صورت تعریف کرد که شامل نیروگاههایی باشد که درصد مشخصی از انرژی ورودی را بصورت انرژی حرارتی مفید خروجی (علاوه بر خروجی انرژی الکتریکی یا مکانیکی) تامین کنند. دیگر قوانین تصویب شده در اواخر دهه ۱۹۵۰ و تا ابتدای دهه ۹۵ ، به نصب سیستمهای تولید همزمان کمک کرد . بخصوص ،قانون دولتی مربوط به مدیریت کیفیت آب و هوا تاثیر زیادی برنصب سیستمهای تولید همزمان گذاشت ، برای مدیریت آلودگی هوا ، قانون اصلی عبارتست از قانون کیفیت هوای سال ۱۹۶۷ ، که خلال سالهای ۱۹۷۰، ۱۹۷۷، ۱۹۹۰ اصلاحیه هایی به آن افزوده گردید.

اساس اولیه در مورد مدیریت آلودگی آب قانون کنترل آلودگی آب مربوط به سال ۱۹۵۶ میباشد که در سال ۱۹۶۵ با قانون کیفیت آب اصلاح گردیده و در سال ۱۹۷۲ با اصلاحیه های قانون کنترل آلودگی آب و در سال ۱۹۷۷ با قانون آب تمیز اصلاح گردید. این قوانین و دیگر موارد و تاثیرات آنها در گسترش پروژه های تولید همزمان در این بخش مورد بحث قرار می گیرد . با شروع قرن بیست و یکم ،تولید همزمان رشد فزاینده ای را تجربه خواهد کرد چرا که صرفه جویی انرژی و مالی را به همراه دارد . تکنولوژیهای جدید قابل استفاده شده و قوانین و مقررات جدید وضع خواهد شد .

سیستمهای پایه تولید همزمان : Basic Cogeneration system

فواید تولید همزمان :

برای نشان دادن فواید ناشی از صرفه جویی پولی و سوختی سیستمهای تولید همزمان ، مقایسه ساده زیر ارائه میگردد. شکل (۱) نشان دهنده جزئیات این مقایسه است . قدرت الکتریکی و حرارتی مورد نیاز برابر با ۳۰ واحد انرژی از قدرت برقی و ۲۴ واحد انرژی

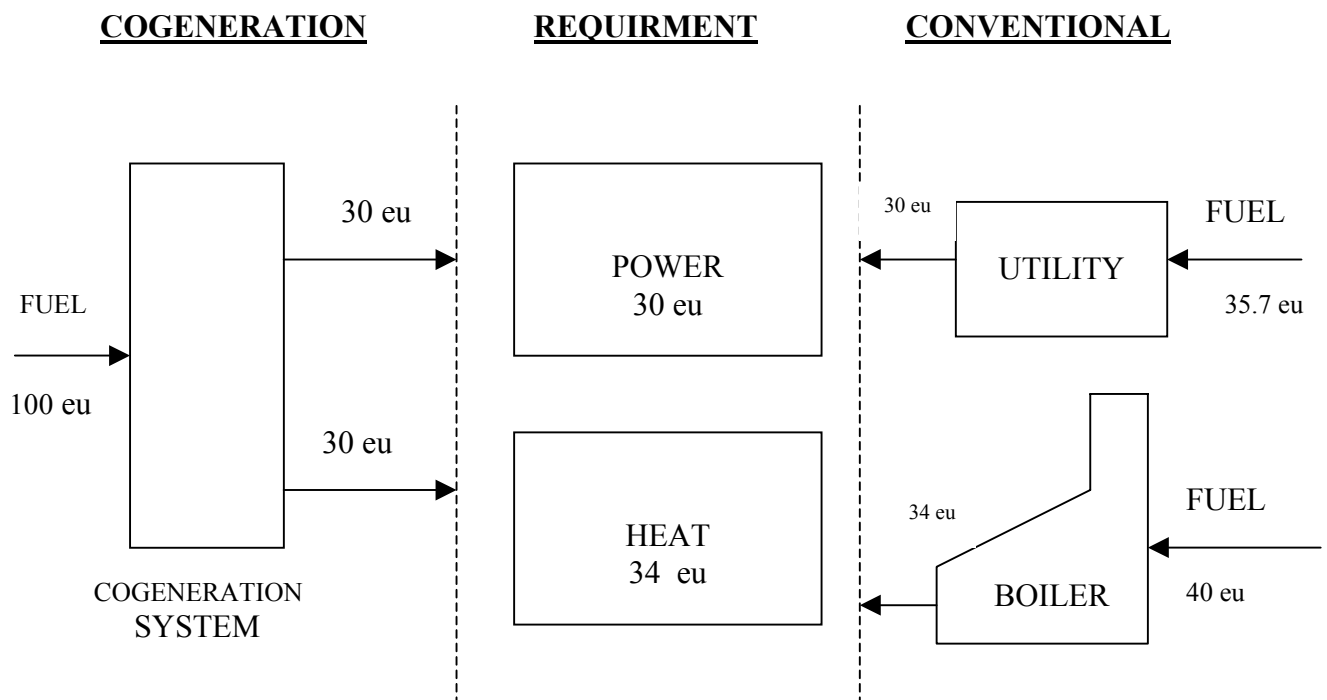


Figure 1

از حرارت می باشد . این نیازهای برقی و حرارتی را میتوان با استفاده از یک سیستم تولید همزمان و یاسیستمهای معمولی تامین کرد . سیستمهای معمولی برای این مثال می تواند یک تولید کننده برق و یک بویلر استاندارد باشد .

در قسمت چپ شکل (۱) سیستم تولید همزمان قرارداد و در سمت راست شکل (۱) سیستم معمولی ، تمام اجزاء سیستم تولید همزمان توسط جعبه نشان داده شده اند . با فرض اینکه راندمان تولید برق برای سیستم تولید همزمان ۳۰٪ باشد ، آنگاه ۳۰ واحد انرژی از ۱۰۰ واحد انرژی موجود در سوخت تولید میشود سپس این سیستم تولید همزمان ۳۴ واحد حرارت تولید میکند . این اعداد بعنوان خروجی سیستم تولید همزمان اعم از برقی و حرارتی بصورت دست پائین و با محافظه کاری اعلام شده وگرنه بسیاری سیستمها دارای مقادیر بالاتری از راندمان هستند. راندمان ترمودینامیک کلی در سیستم

تولید همزمان بصورت زیر تعریف گردیده است .

$$\eta = (P+T)/F$$

که P بیانگر قدرت الکتریکی و T بیانگر مقدار انرژی حرارتی یا گرمائی و F بیانگر مقدار ورودی سوخت (همه براساس واحدهای یکسان) است . این راندمان کلی همچنین میتواند بصورت جمع راندمانهای جزئی تولیدات حرارتی و برقی ارائه گردد .

برای این مثال سیستم تولید همزمان دارای راندمان کلی :

$$\eta = (30+34)/100 = \%64$$

خواهد بود.

در سیستم های معمول که در سمت راست شکل ۱ نشان داده شده است ، با استفاده از یک نیروگاه برق و یک بویلر نیازهای حرارتی و برقی تامین میگردد . دراین مورد فرض براین است که نیروگاه قادر است تا ۳۰ واحد انرژی مربوط به قدرت برقی را با راندمان نیروگاه برابر با ۳۵٪ (که برای بیشتر نیروگاههای مقدار بالائی است) تامین نماید. این سیستم نیاز به سوخت ورودی به میزان ۸۵/۷ واحد انرژی دارد . بویلر تامین کننده ۳۴ واحد انرژی حرارتی با راندمان ۸۵٪ میباشد که نیاز به ۴۰ واحد انرژی از سوخت ورودی دارد بنابراین راندمان کلی خواهد بود:

$$\eta = (P+T) /F= (P+T)/F = (30+34)/ (85.7+40) = \%51$$

این مثال ساده نشان دهنده فواید ترمودینامیکی سیستم تولید همزمان در مقایسه با سیستم تولید معمولی است در حالیکه هردو یک هدف را محقق میکنند. دراین مثال سیستم تولید همزمان دارای یک راندمان کلی ۶۴٪ در مقایسه با مقدار راندمان ۵۱٪ در سیستم معمولی بوده و در مقایسه با سیستمهای معمولی افزایش مطلق ۱۳٪ و بهبود نسبی ۲۵٪ (براساس ۵۱٪) را نشان میدهد.

برای تعیین صرفه جوئی های پولی و سوختی سیستم های تولید همزمان درمقایسه با سیستمهای تولید معمولی ، فرض میکنیم قدرت الکتریکی خروجی 50 MW باشد، این مقدار میزان قدرتی است که معمولاً در یک دانشگاه بزرگ یا یک بیمارستان وجود دارد. مقدار خروجی حرارتی برای این مثال خواهد بود :

$$T = (34/30)50 \text{ MW} = 56.7 \text{ MW}$$

این مقدار را به واحدهای MWBtu./hr (میلیون بی تی یو در ساعت) میتوان تبدیل کرد :

$$T = 56.7 (3.41 \text{ MMBtu/hr/MW}) = 193.4 \text{ MMBtu/hr}$$

برای تعیین ورودی های سوخت ، قدرت را بایستی براساس واحدهای یکسان تبدیل کرد:

$$P = 50 \text{ MW}(3.41 \text{ MMBtu/hr/MW}) = 170.7 \text{ MMBtu/hr}$$

اکنون ورودیهای سوخت بصورت زیر ارائه میشوند :

$$\text{FUEL Cogen} = (P+T) (\eta) \text{ Cogen} = (170.7+193.4)/0.64 = 569 \text{ MMBTU/hr}$$

$$\text{سوخت تولید معمولی} = (\text{Fuel})\text{Conv.} = (P+T) / (\eta) \text{ Conv.} = (170.7+193.4) / 0.51 = 714 \text{ MMBtu/hr}$$

مقدار صرفه جوئی در سوخت از تفاوت مقادیر فوق بدست می آید :

$$\text{صرفه جوئی سوخت} = (\text{Fuel saving}) = (\text{fuel})\text{conv.} - (\text{fuel})\text{cogen.} = 714 - 569 = 145 \text{ MMBtr/hr}$$

اگر نیروگاه ۶۰۰۰ ساعت در سال کار کند (این مقدار با تخمین محافظه کارانه بطور متوسط ۶۸٪ از زمان کارکرد را نشان میدهد) آنگاه صرفه جوئی سوختی در سال برابر با ۸۷۰۰۰۰ میلیون بی تی یو خواهد بود.

اگر قیمت سوخت 2.0 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو باشد آنگاه صرفه جوئی مالی برابر 1.74×10^6 در سال خواهد بود. اگرچه این مثال یک تجزیه و تحلیل اقتصادی ساده است ولی جهت گیری کلی آن مناسب است . بطور خلاصه ، استفاده از تولید همزمان روش موثری در استفاده کارا از سوختها میباشد. انرژی آزاد شده از سوخت هم

غنی و دائمی از کاربردهای تولید همزمان میباشند . بخش صنعت بدلائل چندی عمده ترین بکار برنده تولید همزمان میباشد.

واحدهای صنعتی غالباً " بطور پیوسته کارکرده و در آنها نیازهای برقی و حرارتی همزمان وجود داشته و پیشاپیش دارای نیروگاه و پرسنل متخصص مربوطه میباشند . صنایعی که مشخصاً " مصرف کننده بالای انرژی هستند مثل صنایع پتروشیمی و خمیر و کاغذ بهترین موارد برای تولید همزمان هستند . بسیاری از این صنایع دارای ظرفیت تولید همزمان چند صدمگاوات نیروی برقی در محل هستند . بعلاوه صنایع با ظرفیت متوسط و کوچک نیز می توانند از تولید همزمان استفاده کنند.

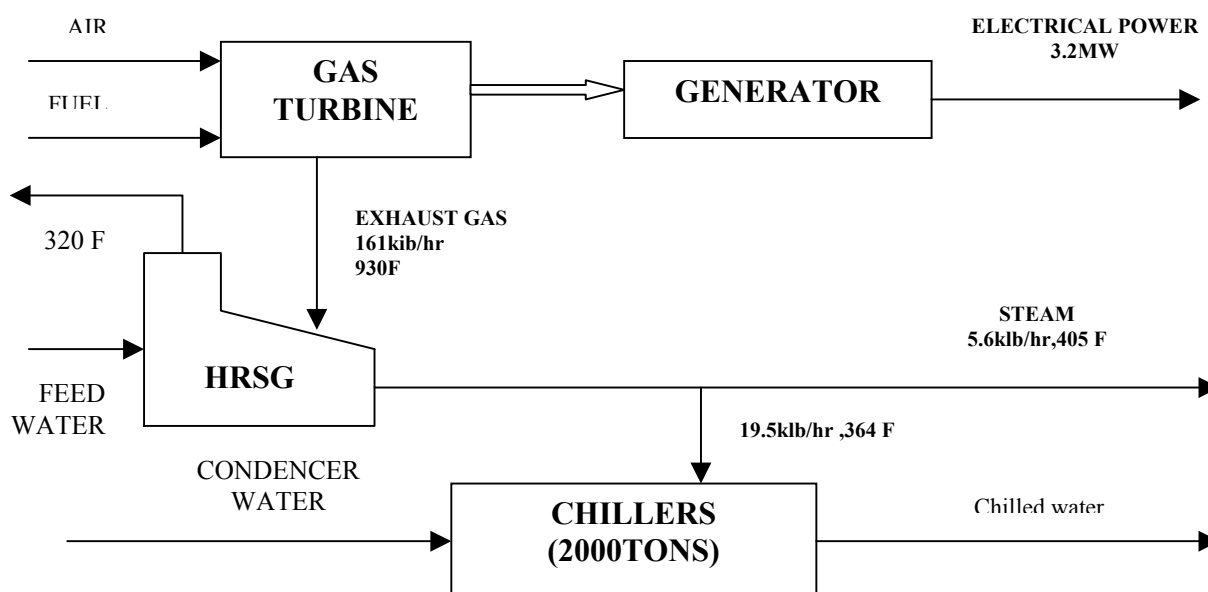
بخش اداری : Institutional Sector

بخش اداری شامل طیف گسترده ای از مراکز غیر انتفاعی شامل دانشگاهها ، کالج ها و مدارس مجتمع های ساختمانی دولتی ، بیمارستانها، مراکز نظامی و دیگر مراکز غیرانتفاعی میباشد . بسیاری از این مراکز اگر هم بطور پیوسته مورد استفاده نباشند . در قسمت عمده ای از روز مورد استفاده قرار میگیرند. بعضی مثل بیمارستانها ممکن است از قبل برای مواجه با شرایط اضطراری دارای سیستم تولید برق اضطراری و پرسنل عمل کننده که بتوان از آنها در سیستم تولید همزمان استفاده کرد میباشند . اگرچه یک بیمارستان بزرگ یا یک دانشگاه بزرگ را نمی توان با یک واحد صنعتی بزرگ مقایسه کرد ولی گاهی در این موارد به ۵۰ مگاوات یا بیشتر نیروی برقی تولید شده بصورت همزمان نیاز است .

شکل ۲ شماتیک یک سیستم تولید همزمان نصب شده در سال ۱۹۸۶ در دانشگاه رایس در

هوستون تکزاس میباشد . همانطور که نشان داده شده است این یک سیستم تولید همزمان بالادست است که دارای یک توربین گاز 3.2 مگاوات و یک بازیاب حرارتی مولد بخار و ۲ چیلر ابزورپشن ۱۰۰۰ تن میباشد

چون این سیستم بسیار موفق بوده یک سیستم تولید همزمان ثانویه با استفاده از سیکل ترکیبی در سال ۱۹۸۹ نصب گردید . این سیستم یک توربین گاز 3.7 MW و یک توربین



شکل شماره ۲.

بخار 400 KW و یک چیلر ابزورپشن ۱۵۰۰ تن را شامل می شد . این دو سیستم تولید همزمان ۹۰٪ قدرت برقی ، گرمایش و سرمایش دانشگاه راتامین کردند.

بخش تجاری Commercial Sector :

بخشهای تجاری شامل طیف گسترده ای از مراکز انتفاعی شامل تجارتخانه ها، هتلها، متلها ، آپارتمانها و مجتمع های مسکونی ، رستورانها ، مراکز خرید ، خشک شوئی های صنعتی و آزمایشگاهها میشود. در اوایل دهه ۹۰ این بخش کوچکترین تولید

کننده های همزمان را شامل شده و مزایای اقتصادی در این بخش در مقایسه با دیگر بخشها کمتر بوده مگر اینکه نرخهای برق بطور غیرعادی بالا باشند. البته از سال ۱۹۹۰ به این طرف باتوجه به امکان بکارگیری سیستم برای ظرفیتهای 100 KW با استفاده از سوختهای گازی و یا پیل سوختی استفاده از این سیستم رشد قابل توجهی از خود نشان داده است که در ادامه به آن خواهیم پرداخت از آنجائیکه بسیاری از این مراکز خصوصیات مشابهی را دارند ، غالباً " استفاده از سیستم های تولید همزمان آماده و طراحی شده از قبل امکان پذیر میباشد. استفاده از این واحدها ارزانتر از حالتی است که طراحی از ابتدا را شامل شود.

تجهیزات و اجزاء Equipment and Components :

سیستم های تولید همزمان شامل چندین دستگاه عمده و بسیاری اجزاء کوچکتر میباشد . در این قسمت به تشریح آنها و راهنمائیهای لازم برای انتخاب این تجهیزات و دستگاهها می پردازیم .

بحث زیر به چهاربخش تقسیم میشود :

(۱) محرکهای اولیه

(۲) تجهیزات برقی

(۳) دستگاههای بازیابی حرارت

(۴) چیلرهای جذبی

هم اینک روشهای جدیدی در ارزیابی طرق مختلف تامین انرژی در ساختمانها و مقایسه آن بدست آمده است و بکمک نرم افزارهای مختلفی همچون COOLGEN طراحان قادر به

انتخاب و طراحی سیستمها و تجهیزات مناسب برای سیستمهای انرژی همزمان در مصارف HVAC میباشد.

محركهای اولیه : Prime Movers

محركهای اولیه شامل دستگاههایی است که انرژی سوخت را به قدرت محور چرخنده تبدیل کرده تا ژنراتورهای برقی را بحرکت در آورند .
محركهای اولیه که غالباً "در سیستم های تولید همزمان استفاده میشوند ، عبارتند از :
توربینهای گازی ، توربینهای بخاری و موتورهای رفت و برگشتی .
تفاوت عمده بین محركهای اولیه یا در سوختهایی است که آنها استفاده میکنند ، یا در فرآیند احتراق آنها و راندمان حرارت کلی ، نوع، مقدار و درجه حرارت انرژی دفع شده میباشد.

در Cogeneration یک پارامتر عمده برای هریک از محركهای اولیه نسبت به مربوط به نرخ انرژی حرارتی تامینی و قدرت برقی خروجی میباشد. این نسبت را نسبت حرارت به قدرت برق گفته و بدون بعد میباشد. (یعنی KW/KW یا But.hr) میباشد.

تجهیزات الکتریکی : Electrical Equipments

تجهیزات الکتریکی برای سیستمهای تولید همزمان شامل ژنراتورهای برقی ، ترانسفورمرها ، تجهیزات سوئیچینگ ، قطع کننده مدارها (Circuit Breakers) ، رله ها ، کنترلرهای برقی ، کنترلرها ، خطوط انتقال و دیگر تجهیزات وابسته میباشد.
علاوه بر تجهیزاتی که در تولید قدرت برقی مورد نیاز است ، سیستم های تولید همزمان ممکن است به تجهیزاتی برای اتصال ، به سیستم شبکه نیاز داشته باشد تا هم برای

استفاده بصورت قدرت اضطراری (پشتیبانی) و هم برای فروش نیروی برق به شبکه، مورد استفاده قرار بگیرد.

تجهیزات بازیابی حرارت : Heat Recovery Equipment

تجهیزات بازیابی حرارت اولیه که در سیستم های تولید همزمان مورد استفاده قرار میگیرد، انواع تجهیزات تولید کننده بخار و آب گرم را شامل میشود. بعلاوه چیلرهای جذبی را نیز در این قسمت میتوان در نظر گرفت. چندین نوع از تجهیزات بازیابی حرارت وجود دارد. همانطور که قبلاً توضیح داده شد، این تجهیزات را میتوان به نام تجهیزات تولید بخار از حرارت بازیابی شده یا 'HRSG' یعنی Heat Recovery Steam Generation نامید. HRSG ها غالباً به چند دسته تقسیم میشوند:

(۱) بدون احتراق unfired

(۲) احتراق جزئی Partially fired

(۳) احتراق کامل fully fired

چیلرهای جذبی : Absorption Chillers

در چیلرهای جذبی میتوان از انرژی حرارتی موجود در سیستم های تولید همزمان برای ایجاد سرمایش یک محل استفاده کرد.

در چیلرهای جذبی از سیالات بخصوص و سیکل ترمودینامیکی مشخص استفاده میشود که درجه حرارت های پائین را بدون نیاز به یک کمپرسور بخار که در چیلرهای مکانیکی وجود دارد ایجاد میکنند.

بجای کمپرسور بخار، یک چیلر جذبی از پمپهای مایع و منابع با درجه حرارت پائین مثل آب گرم، بخار یا گاز دودکش استفاده میکنند.

در چیلرهای جذبی از سیالاتی استفاده میشود که محلول تشکیل یافته از دو جزء میباشند. اصول کلی عملکرد چیلر جذبی بر این اساس است که بعد از این که محلول به باشند. اصول کلی عملکرد چیلر جذبی بر این اساس است که بعد از این که محلول به فشار بالائی پمپ شد، از انرژی با درجه حرارت پائین برای تبخیر یک جزء محلول استفاده میشود. از این جزء بعنوان مبرد در این سیکل استفاده میشود. نمونه هائی از محلولها را میتوان نام برد:

۱- آب و آمونیاک

۲- لیتیوم بروماید و آب

۳- لیتیوم کلراید و آب

مسائل مربوط به طراحی فنی:

انتخاب نوع و اندازه محرک اولیه: *Selecting and Sizing the Prime Mover*

انتخاب یک محرک اولیه برای یک سیستم تولید همزمان توجه به مسائل فنی و غیرفنی گوناگونی را می طلبد. مسائل فنی که غالباً در انتخاب فرآیند مطرح میشود، شامل: حالت یا حالات عملکرد واحد موردنظر و نسبت مورد نیاز حرارت به قدرت برای واحد موردنظر، مقدار قدرت کلی و هرگونه مسائل خاص محلی مثل صدای کم و غیره میباشد. دیگر مسائل که در انتخاب فرآیند نقش دارند، استفاده از تجهیزات و مهارت پرسنل موجود در واحد میباشد. البته تصمیم گیری نهائی متأثر از مسائل اقتصادی میباشد.

اگر سوخت انتخاب زغال سنگ یا دیگر سوختهای جامد باشد، معمولاً از توربینهای بخار و بویلرها در یک سیستم تولید همزمان استفاده میشود. گاهی برای سیستمهای

خیلی بزرگ (بزرگتر از 50 MW) که در بار پایه کار میکنند، میتوان از یک سیستم توربین بخار با سوخت مایع یا گاز نیز استفاده کرد.

همچنین از توربینهای بخار و بویلرها در زمانی که نسبت بالایی حرارت به قدرت مورد نیاز است استفاده میشود.

از توربینهای گازی در بسیاری از سیستم های تولید همزمان که نسبت حرارت به قدرت مورد نیاز و قدرت الکتریکی مورد نیاز بالا باشد، استفاده میشود. همچنین از توربینهای گاز در جاهائی که ارتعاش کم و نسبت وزن به قدرت پائین است (مثل حالتی که نصب بر روی سقف است) استفاده میشود.

موتورهای رفت و برگشتی در جائی که نسبت به قدرت نسبتاً کم است و نیز درجه حرارت انرژی حرارتی پائین است و بیشترین راندمان الکتریکی به دلایل اقتصادی مورد نیاز است استفاده میشود.

بعلاوه موتورهای رفت و برگشتی را در واحدی بکار میگیرند که پرسنل مناسبتری از جهت راه اندازی و نگهداری این موتورها در آن واحد برای این کار وجود داشته باشند. انتخاب اندازه برای محرک اولیه می بایست، مشخص کردن مناسب ترین حالت در مورد عملکرد اقتصادی تولید همزمان را شامل شود. سپس حالتهای کارکرد گوناگون را در جهت برآورده شدن این نیازها می بایست در نظر گرفت. با انجام یک تجزیه و تحلیل اقتصادی همه جانبه، اقتصادی ترین حالت کارکرد و اندازه محرک اولیه را میتوان تعیین کرد.

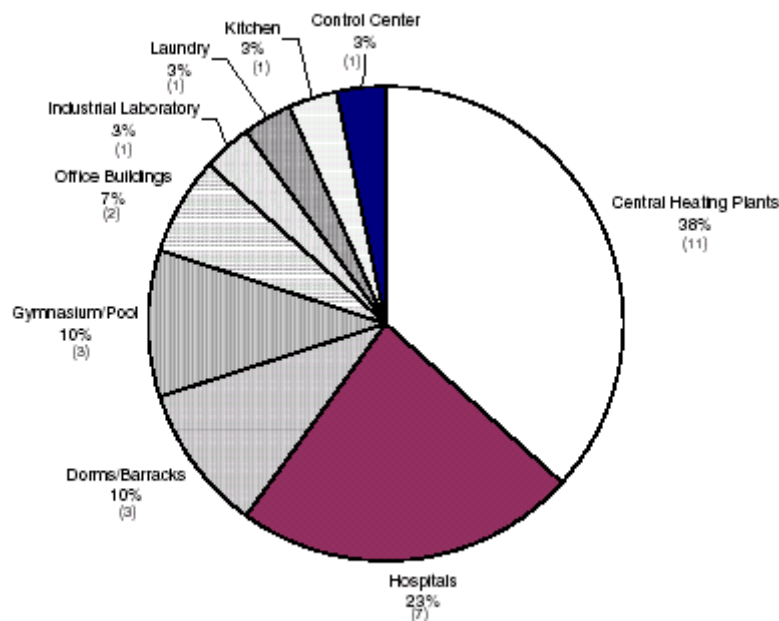
چشم اندازهای سیستم انرژی همزمان (Cogeneration) در ساختمان:

باتوجه به افزایش نیاز روزافزون به انرژی در زمینه میزان تقاضا جهت انرژی الکتریکی و مصرف سوختهای فعلی امروزه اجرای پروژهای Cogeneration از اهمیت خاصی برخوردار گردیده است و علاوه بر پژوهشگاههای مختلف در جهت گسترش کاربردهای آن مطالعات گسترده ای نیز در مورد وضعیت بازار انرژی و گرایش به پروژه های Cogeneration در نقاط مختلف دنیا انجام یافته است .

۱- استفاده از پیل سوختی (Fuel cell):

وزارت دفاع امریکا مجری دهها طرح تحقیقاتی در جهت گسترش کاربرد Cogeneration میباشد که با استفاده از پیلهای سوختی که بعنوان محرک و مولد الکتریسیته بکار گرفته شده است ، و در دهها پروژه ساختمانی بصورت نمونه آزمایشی اجرا گردیده است . استفاده از انرژی همزمان از پیلهای سوختی بکار گرفته شده در انواع مختلفی از ساختمانها، اعم از اداری ، مسکونی ، بیمارستان، ورزشگاه ، آزمایشگاه ، تاکنون موفقیت آمیز بوده . بار حرارتی لازم جهت مصارف مختلف از قبیل : آب برگشتی بویلر ، گرمایش ، تهویه مطبوع ، آبگرم مصرفی و ... را تامین نموده است و در یکی از واحدهای نمونه امکان دریافت 700000 BTU/hr انرژی حرارتی برای آبگرم در دمای ۱۴۰ درجه فارنهایت وجود دارد. و در یکی از طرحهای دیگر با استفاده از یک مجموعه ۶ تایی پیل سوختی و استفاده از مبدل حرارتی خاص امکان دریافت 350000 BTU/hr انرژی آبگرم با دمای 250 F مقدور گردیده است .

نمودار زیر نمایانگر درصد مصارف مختلف انرژی تامین شده طی سیستم Fuel Cell Cogeneration میباشد.



نمودار شماره ۱

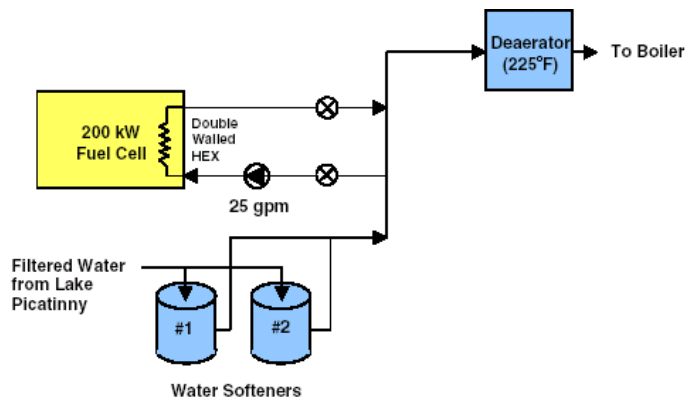
مطالعات انجام یافته از این طریق بر روی شرایط مختلف طراحی درجه حرارت ، شرایط جغرافیایی ، کاربرد ، ماتریال و ...) انجام یافته و وزارت دفاع امریکا این طرح را که تحت عنوان Department Of Defense (DOD) Fuel Cell Program مطرح نموده است در سی نقطه از مراکز مختلف آن وزارتخانه به اجرا در آورده است . با مطالعه این طرحها درصدد تدوین استراتژی آینده خود در زمینه مصارف انرژی میباشد.

در شکل شماره ۳ نمایی از یک مجموعه حرارت مرکزی میباشد که در آن با استفاده از

Case Study 1 - Central Heating Plant



DoD Facility: Picatinny Arsenal, Dover, NJ
Installed: October 1995
Fuel Cell Model: PC25B
Thermal Interface: Preheat boiler make-up water taken from nearby Lake Picatinny.
Electrical Interface: Grid-connected through an existing panel.

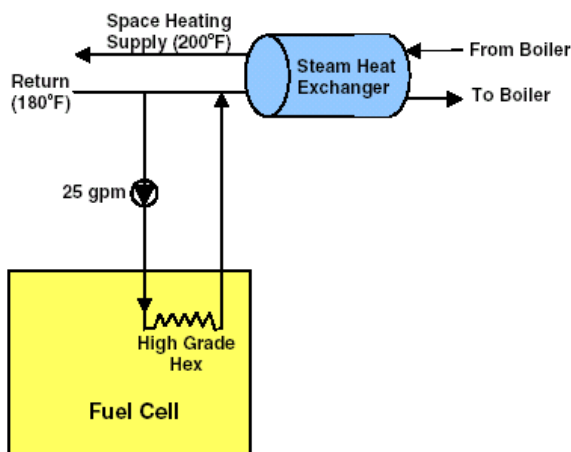


Electrical Savings:	\$121,000
Thermal Savings:	\$25,000
Natural Gas Costs:	(\$52,000)
NET SAVINGS:	\$94,000

شکل شماره ۳

سیستم انرژی همزمان برای آب ورودی به بویلر که به میزان 25 gpm و تماماً از رودخانه تامین میگردد ، حدوداً " 750000 BTU/hr انرژی بدست آمده است . این مقدار انرژی معادل 94000 دلار صرفه جوئی سالیانه میباشد.

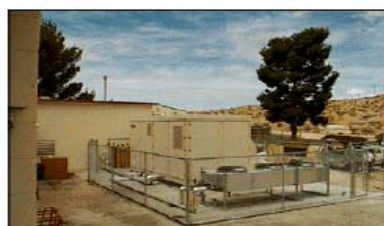
شکل شماره ۴، نیز مربوط به یک بیمارستان است که انرژی لازم جهت سیستم HVAC از طریق Cogeneration تامین و صرفه جوئی سالیانه 960000 دلار را در پی داشته است .



شکل شماره ۴

Electrical Savings:	\$122,000
Thermal Savings:	\$3,000
Natural Gas Costs:	(\$29,000)
NET SAVINGS:	\$96,000

Case Study 2 - Hospital Space Heating Loop



DoD Facility: Edwards Air Force Base, Edwards AFB, CA
Installed: July 1997
Fuel Cell Model: PC25C
Thermal Interface: Preheat space heating return loop prior to entering site steam heat exchanger.
Electrical Interface: Grid-connected to site transformer.

در شکل شماره ۵، نیز اجرای یک پروژه در یک استخر را نشان میدهد که جهت پیش گرم کردن آب چرخشی مجموعه از آن استفاده شده است.



DoD Facility: Fort Eustis, Newport News, VA

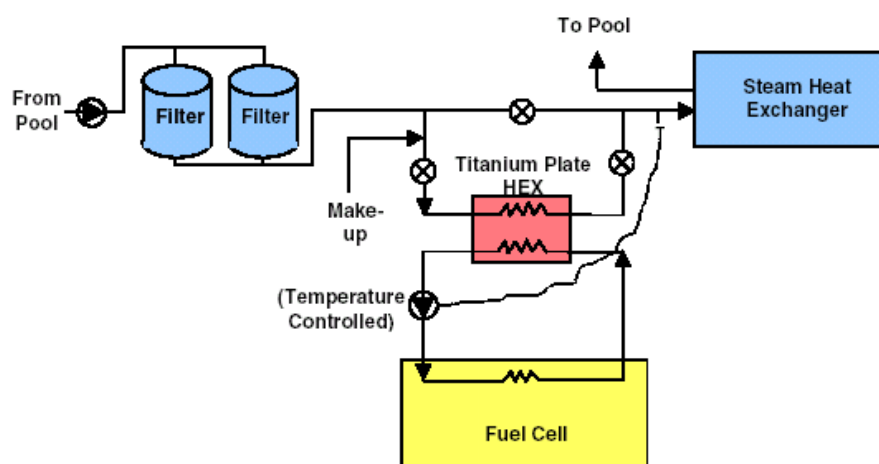
Installed: September 1995

Fuel Cell Model: PC25B

Thermal Interface: Make-up water and pool recirculation loop.

Electrical Interface: Grid-connect to transformer backs up the dedicated electrical load during a grid outage.

Electrical Savings:	\$62,000
Thermal Savings:	\$20,000
Natural Gas Costs:	(\$41,000)
NET SAVINGS:	\$41,000

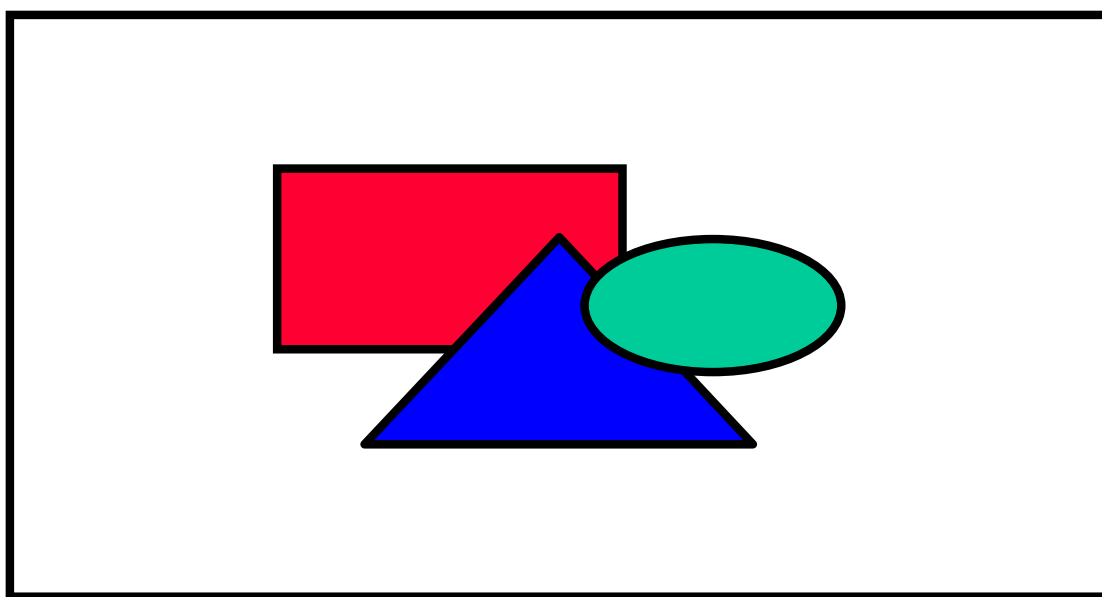


شکل شماره ۵

۲- استفاده از گاز طبیعی Natural Gas Cogeneration System:

شرکت کانادایی ADMIC جهت استفاده از سیستم انرژی همزمان برای ساختمانهای مسکونی با راندمان بالا و کمترین اثرات زیست محیطی با استفاده از مجموعه موتور گازسوز و ژنراتور الفایی قادر به تولید انرژی در ظرفیت 125 KW میباشد. این سیستم با راندمان ۸۵٪ انرژی تولید نموده که ۳۰٪ آن جهت انرژی الکتریکی و ۵۵٪ آن جهت انرژی حرارتی قابل مصرف میباشد. و شرکت سازنده برگشت سرمایه ظرف سه سال را از بابت صرفه جویی در انرژی پیش بینی نموده است.

شکل زیر نمایی از سیستم مذکور را نشان میدهد که فضایی در حدود 200 ft^2 را اشغال می نماید. نوع موتور و زین با ظرفیت 7600 cc با سوخت گازی و مجهز به توربو شارژر و برنر سرامیکی میباشد و میزان آلایندگی های خروجی از این موتور از جمله CO کمتر از 30 ppm در 1200000 BTU/hr انرژی تولیدی میباشد.



ملاحظات زیست محیطی در سیستمهای انرژی همزمان:

یکی دیگر از دلایل گرایش به سیستم های انرژی همزمان، آلایندهی کمتر آن نسبت به دیگر سیستمهای تولید انرژی میباشد. بازیافت حرارت دفع شده از یک سو و همچنین صرفه جوئی ناشی از عدم نیاز به یک مولد حرارتی دیگر (نسبت به سیستمهای مجزا) و همچنین استفاده از سوختهای تمیز، همچون گاز طبیعی و یا پیل سوختی سه عامل اساسی در کاهش آلایندهی این سیستمها میباشد.

از آنجائیکه کاهش انتشار گازهای گلخانه که در توافقنامه کیوتو قوانین مستحکمی برای هدایت شرکتها و سازمانها به استفاده از سیستمهای کم آلاینده را پیش بینی نموده است. در کشور کانادا میزان کاهش انتشار CO_2 طی سالهای ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۹ برای گازهای منتشره حاصل از سوخت بویلر ۶۷۳۰۴۵ تن و برای یوتیلیتی ۲۷۰۵۶۱ بوده که براساس میزان CO_2 تولید بر هر kwh محاسبه شده است. و از سوی دیگر در یکی از کارخانجات شرکتهای شل و BP در تگزاس میزان کاهش انتشار گاز گلخانه ای ۴۰۰۰۰۰ تن در سال حاصل گردیده است.

جالب است بدانیم تجارت "فروش پاکیزگی" یا (Greenhouse Emission Trading) برای مجتمعهایی که آلایندهی کمتری نسبت به حد مجاز تولید مینمایند. فرصتی ایجاد نموده تا با اجرای پروژه های Cogeneration نقطه قوت دیگری برای سودآوری داشته باشند.

منابع و مأخذ:

۱- انرژی همزمان یا Cogeneration - علیرضا احمدی - امور مهندسی صنایع ملی

پتروشیمی ۱۳۷۹.

2- Cogeneration case study of DOD Fuel cell demonstration program U.S. army construction Eng. Research lab. (USACERL)

[http:// www.dodfuelcell.com/](http://www.dodfuelcell.com/)

3- Green house gas emissions trading . Mary jeam burer MARCH-2001 cogeneration and on-site power production .

[http: // www.corboneering .com](http://www.corboneering.com)

4- Natural gas cogeneration system for electricity and heat .

ADMIC energy CORP. MAY.2002 Cat.# 08-015

[http:// www.admicenergy.com](http://www.admicenergy.com)

5- Commercial Building HVAC technology screaning tools ingrid Rohmund, serior ecomomist regioned economic research Inc.

6- Cogereation in SOTHEASIAN

Sanjeeb kumar shakya james & james ltd.OCT.2002

[http://www.Cogen 3.net/](http://www.Cogen3.net/)