

Elektrik Şebekelerinde Puant Yüklerin Karşılanması

Ayhan ERKAN
Y. Müh.
(E.E.I.M.)

Bu yazı, Birleşmiş Milletler Avrupa İktisadi işbirliği Teşkilâtı Ekonomik Konseyi tarafından organize edilen ve 21-23. Mayıs 1963 tarihlerinde Venedik'de toplanan «Elektrik Şebekelerinde Puant Yüklerin Karşılanması» adlı sempozyumda görüşülen konulardan derlenmiştir.

GİRİŞ:

Bir enerji sistemi planlanmasında en önemli konu, istihsal imkânlarının, gelecekte beklenen yüklerin herhangi bir sıkışıklığa meydan vermeden zamanında ve en ekonomik şekilde karşılanabilmesini sağlayacak tarzda, gelişmesini temin edebilmektir.

Tecrübe, puant saatlerinde cüzi bir miktar da olsa yük atılma mecburiyetinin ekonomik hayat üzerine ciddi tesirleri olduğunu göstermiştir. Bu tesirin vahameti ise atılan yük nisbetinde büyümektedir.

Bu bakımdan, elektrik sahasındaki gerekli yatırımların, herhangi bir tahdide sebep olmayacak şekilde, zamanında yapılması, memleket ekonomisi için hayati ehemmiyeti haizdir.

Yükün istikbaldeki gelişme durumu ise geçmişte, yükün artış miktar ve karakterine sıkı sıkıya bağlıdır. Müstakbel yüklerin tesbitinde bu bakımdan en önemli yardımcı yük eğrileridir. Bilhassa lektriğin spesifik manada akümüle edilememesi istihsalın her an istihlâke cevap verebilmesi mecburiyetini ortaya koymaktadır. Bu da başka bir deyimle, yük eğrileri, istihsale tekaddüm eden fonksiyonun grafik gösterilişi demektir. Ancak bu fonksiyon, her biri, mahallin fiziki yapısı, politik ve sosyal durum, ekonomik organizasyon gibi çok sayıda faktöre bağlı parametrenin tesiri dolaşısıyla, çok kompleks bir fonksiyondur. Bu bakımdan bir çok teknik problemde olduğu gibi bu kompleks fonksiyonun da mutlak bir çözümü olmayıp, ancak duruma ve şartlara göre değişen çok sayıda izafi çözümü vardır.

Kısaca, istihsal fonksiyonu, yük eğrilerinin meydana getirdiği alanı eksiksiz ve en uygun ve ekonomik şekilde örtebilmek olmaktadır.

Bu yazıda, bu çok şümüllü fonksiyonun bir kısmı olarak, yük eğrilerinin en tepe kısımlarının örtülmesi mevzuu ile bu sahada muhtelif memleketlerdeki yeni tatbikatdan bahsedilecektir.

PUANT YÜKÜN KARŞILANMA METODLARI:

Enterkonnekte sistemin ve sistemdeki istihsal ünitelerinin durumuna, yük merkezlerinin sistem üzerindeki yerine, termik ve hidrolik istihsal nisbetlerine bağlı olarak, puant yükün karşılanması için kullanılan metodları muhtelif. Kompleks istihsal fonksiyonun tek değil fakat parametrelere göre değişen çok sayıda çözümü olması bakımından bu metodların biri veya birkaçı durumlara göre uygun ve ekonomik olabilmektedir.

Bu metodların birinin veya kombine olarak bir kaçının tercihinde rol oynayan en önemli faktörler ise;

— Sistemin büyüklüğü ve yükün karakteristikleri; günlük haftalık, aylık ve yıllık yük eğrileri, yük faktörünün mevsimlere göre değişimi;

— Pompaj imkânı olabilecek baraj mahallerinin mevcudiyeti;

— Puant yük gruplarından, sistemin yük eğrisinin örtülmesi için talep edilen enerji miktarı;

— Diğer sistemlerle enterkonneksiyon;

— Puant kapasitenin sistem üzerinde enerji akışlarına tesiri;

— Fuel-oil mevcudiyeti ve sistemin muhtelif noktalarında bedeli;

— Puant saatlerinde ve puant dışı saatlerde enerji istihsal maliyetleri arasındaki bağıntının değişimleri;

— Sistemde bir nükleer santralin tesisi mevzuundaki düşünceler gibi hususlardır.

Bu mevzuda bir başka husus da puant takatin nakli için gerekli yatırımların, ucuz bir puant takat istihsal kaynağına nazaran daha az ucuz bir başka kaynağın tercihinin tevhit edilebilmesidir. Zira puant takatin nakli, çok az kullanma süresi bakımından, kWh maliyetini çok fazla yükseltmektedir. (Belnelmlel kabullere göre, puant enerjisi yıllık tertiplenmiş yük eğrisinde 1200 saatlik kullanma süresi altındaki takatlara tekabül eden enerji olarak tarif edilmektedir.)

Puant esnasında, enerji nakil hatlarının aşırı yüklenmesi de düşünülmesi gereken bir husustur, Joule kayıplarının karesel olarak artması bakımın-

dan sürşarjlı bir enerji naklinde kayıpların nisbeti normal şartlardaki enerji naklindeki kayıplar nisbetinin iki mislidir.

Puant konusunda çok önemli bir nokta da puantın oluş saatidir. Bu oluş saati her memleketteki yaşama şekil ve adetlerine bağlıdır. Ayrıca coğrafi mevkî; güneşin doğuş ve batış saatleri bakımından tul derecesine, günün uzunluğu ve kısalığı bakımından da arz derecelerine bağlıdır. Bu mevzu ile ilgili olarak yapılan incelemeler, Avrupa'da Güney-Batı dan Kuzey-Doğu istikametine giden hatların sağladığı puant saati dekalajının azami olduğunun göstermiş ve bu istikametteki hatların tesisi için sekonder de olsa bir öncelik tanımının yerinde olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Puant yükün karşılanması için kullanılan metodlar şu şekilde toplanabilir:

- 1 — Entertonneksiyonla puantın kısmî kompensasyonu
- 2 — Eski termik üniteler
- 3 — Puant için tesis edilen buharlı hususi üniteler
- 4 — Buharlı baz yük ünitelerinin bir kısmı olarak tesis edilen puant kapasite
- 5 — Konvansiyonel hidrolik santrallarda tesis edilen puant kapasite
- 6 — Pompaj santrali arı:
 - a) Kombine pompaj santralleri
 - b) Tam pompaj santralleri
 - c) Çok maksatlı pompaj santralleri
- 7 — Gaz türbinleri:
 - a) Açık çevrimli gaz türbinleri
 - I — Açık basit çevrimli türbinler
 - n — Açık kompleks çevrimli türbinler
 - b) Gaz üreteçleri ile kombine gaz türbinleri
 - I — Türboreaktörle kombine gaz türbinleri
 - n — Serbest pistonlu makineler ile kombine gaz türbinleri
- 8 — Dizel Makineleri
- 9 — Basınçlı hava ile çalışan türbinler

I — BÜYÜK ENTERKONNEKSİYONLARLA PUANTIN KISMI KOMPANSASYONU :

Büyük enterkonneksiyonlar, bir yandan istihlakdaki diversite dolayısıyla bir yandan da istihsal ünitelerinin birbirlerini yedeklemesi bakımından, puantın karşılanmasında büyük avantajlar temin eder.

Ancak iki küçük şebekenin birleştirilmesi halinde, diversitenin büyük olduğunu, fakat daha evvelce enterkonnekte edilmiş grupların tekrar aralarında birleştirilmeleri halinde, diversitenin tesirinin küçük olduğunu zikretmek yerinde olur. Bunun için enerji işletmeciliğinde «diversitiden iki defa istifade edilmez» sözü bir deyim haline gelmiştir. Diversitenin randımanı enterkonnekte edilen grupların büyüklüğü ile azalır.

Enterkonneksiyon bugün bir memleketin muhtelif bölgeleri arasındaki ölçüden çıkarak, memleketler arası bir seviyeye ulaşmıştır. Avrupa memleketleri arasındaki enterkonneksiyon hatlarının kapasitesi 1962 de 7000 MW, alış - veriş yapılan enerji ise 11 milyar kWh olmuştur. Bu değer toplam istihsalın % 3,4 ünü teşkil etmektedir. Bu meydana tul devreleri arasındaki fark gözönünde tutularak İngiltere ile Fransa arasında da puant yükün karşılanmasına yardımcı olmak bakımından kablo irtibatı tesis edilmiştir.

Avrupa iktisadî işbirliğinin kaynaklarına göre, 1962 de, Avrupa memleketleri arasındaki enterkonneksiyon ile elde edilen ekonomik net kazancın 600 MW kurulu takate tekabül ettiği hesaplanmıştır.

Enterkonneksiyonun tesiri, bütün enterkonnekte sistem global puantının, her bir memleketin puantlarının toplamına oranı olarak hesap edilmektedir.

Bu değer 1960 Ocak ayında, 16 enterkonnekte memleket (*) için.

| | |
|---------------------------|------------|
| Münferit puantlar toplamı | 82 950 MW. |
| Global puant | 79 950 MW. |
| Fark | 3 000 MW. |
| % olarak fark | % 3,6 |

olmuştur.

Enterkonneksiyonun tesisi tul dereceleri arasındaki farkın büyüklüğü nisbetinde önemli olmaktadır.

2 — ESKİ TERMİK ÜNİTELER:

Bilhassa termik istihsal nisbetinin yüksek olduğu sistemlerde, baz yük için yüksek randımanlı yeni ünitelerin tesisi daha az randımanlı eski grupların işletme dışına alınarak puant yükün karşılanmasında, kısa süreler ile kullanılması ilâve bir tesis yapmadan puantın karşılanmasını sağlamıştır. Ancak bu eski grupların gittikçe düşen randımanları muvacehesinde ne dereceye kadar muhafaza edilmeleri ve puant yükün karşılanması için başka tertiplerin tesisi arasında bir ekonomik kriterin tesbiti gerekir. Bu kriter memleketlere göre değişmektedir. Meselâ Fransa'da, arsa fiyatlarının

(*) Avusturya, Belçika, Dasimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, İrlanda, İtalya, Norveç, Hollanda, Portekiz, Batı Almanya, İngiltere, İsveç ve İsviçre.

yüksekliği bu grupları tamamen ortadan kaldırarak, yerine yeni grupların tesisini tevhit edecek şekilde. Aynı durum bilhassa büyük şehirler civarındaki santraller için Belçika'da da varıttır. Bu hususta önemli bir faktör de personel ve işletme masraflarıdır. Eski grupların otomasyon noksanlığı dolayısıyla istihşallerine nazaran çok yüksek personel ve işletme masrafları bunların tamamen ortadan kaldırılmasına tesir eden önemli faktörlerden biridir.

3 — PUANT İÇİN TESİS EDİLEN BUHARLI HUSUSİ ÜNİTELER:

Bu buharlı basit gruplar, düşük buhar basınçlı, az randımanlı ancak, düşük tesis masraflıdır. Öncelikle puantın karşılanması ve imdat hallerinde kullanılmak üzere tesis edilmektedirler. Bu gruplarda yedek seviyesi de minimuma indirilmiştir. Fazla kullanılan bir şekil değildir. Amerika'da bu tarzda tesis edilmiş bazı 125 MW. lık gruplar vardır.

4 — BUHARLI BAZ YÜK ÜNİTELERİNİN BİR KISIMI OLARAK TESİS EDİLEN PUANT KAPASİTE :

Buharlı ünitelerin aşırı yüklenebilme kapasitelerinden randımanında hafif bir azalma ile, istifade edilebilme hususudur. Bu tarz gruplar bilhassa son yıllarda geniş ölçüde tesis edilmeğe başlanmıştır.

Bir ünitenin kapasitesinin baz yük olarak kullanılacak kısmı ile, puantın karşılanması için kullanılacak kısımları arasındaki sınır, buhar sıcaklık ve basıncı, kazan tip ve performansı, işletme ve bakım masrafları, teçhizatın ömrü muvacehesinde tayin edilmektedir.

Puantı karşılamak için aşırı yüklenme süresi umumiyetle senede 100 ile 200 saat olup, aşırı yüklenme miktarı, devamlı çalışma takatının % 10 ile % 20 si arasındadır.

Bu tarz aşırı yüklenebilme imkânına sahip ünitelerin bir avantajı da sistemde gerekli yedeği önemli şekilde azaltmasıdır.

Puant kapasitesi, randımanında bu süreye mahsus olmak üzere bir düşme ile temin edilmektedir. Yeni buharlı ünitelerde düşük fiatlı puant kapasitesi elde edebilmek için kullanılan muhtelif metodlar şunlardır:

— Aşırı Basınç:

Umumiyetle kazan ve türbinler, aynı nisbette kapasite artması sağlayarak normal buhar basıncının % 5 fazlasında çalışabilirler. Ancak bu metod randımanında bir kayıp tevhit etmediğinden, yalnız puant için istifade edilmekte olup, normal işletmede de kullanılmaktadır.

— Kızdırıcıların by - pass edilmesi:

Yüksek basınç ısıtıcıların puant esnasında servis harici alınarak veya by - pass edilerek kondensere daha büyük bir buhar akışı sağlanarak daha düşük bir randımanla, daha büyük bir kapasite elde edilebilmektedir. Ancak bu metod buhar sıcaklığı ve yanma oranı bakımlarından hususi kazan dizaynını icap ettirir.

Bu şekilde meselâ 320 MW. lık bir üniteden 30 MW. puant kapasitesi elde edilebilmektedir.

Puant kapasitesi elde etmek bakımından bunlardan başka bazı metodlar da etüd edilmiştir. Ancak bu metodlar pratikte büyük tatbikat bulmamıştır.

— Düşük buhar sıcaklığı:

Bu metoddaki fikir, buhar sıcaklığında geçici bir azalmayla, türbinin daha büyük basınçlarla çalıştırılabilme hususudur. Bu iki büyüklük, daha büyük bir kapasite elde edebilecek şekilde karşılıklı değiştirilir, ancak randımandaki düşme ehemmiyetlidir. Daha büyük miktar yakıt kullanılmasını icap ettirir. Bu ise ısı çevriminin bir çok kısımlarında masraflı boyut değişimlerini ve bilhassa daha büyük bir kondense tesisini tevhit eder.

— Besleme suyu ısının başka bir kaynaktan temini:

Besleme suyu ısıtıcıları puant esnasında servisten ayrılabilir ve bu kademe için gerekli ısı yağ yakmak veya bir gaz türbini çıkışına bağlamak gibi harici bir kaynaktan temin edilebilir. Ancak harici kaynak tesisi, kapasite yönünden kazancı her zaman kompanse edecek şekilde değildir.

— Termik santrallarda muharrik kuvvetin azaltılması :

Termik Santrallarda, puant süresince, bazı yardımcı teçhizat servis haricine alınarak şebekeye verilen takat arttırılabilir. Bu meselâ kömür tahliye ve nakil, kül atma tesisleri gibi kısımlar iki ile üç saat çalıştırılmayarak temin edilebilir. Ancak bu halde duruma göre ara depolar icap edebilir.

Bu konuda önemli bir husus da bir elektrik motoru ve bir buhar türbini ile tahrik edilebilen meselâ kazan besleme gibi pompaların, bu süre zarfından elektrikle, değil, fakat buharla tahrik edilemesidir.

5 — KONVANSİYONEL HİDROLİK SANTRALLARDA TESİS EDİLEN PUANT KAPASİTE :

Konvansiyonel hidroelektrik tesislerden, ancak önemli bir rezervuarı olanların, puantın karşılanmasına tesiri mevzuu bahis olup, mevsimlik rezervuarların, kapasiteleri nisbetinde, puanta iştirakleri önemli olmaktadır.

Hidrolik ve termik tesislerin arasında ekonomi mukayesesi ise memleketlere göre değişmektedir. İsviçre, İtalya ve Fransa gibi hidroelektrik potansiyelin çok büyük bir kısmının kullanılmış olduğu memleketlerde, mütebaki cüz'i hidroelektrik potansiyelden istifade için lüzumlu yeni hidroelektrik tesislere gerekli yatırımların çok büyük olması bu tarz memleketlerde hidrolik yönünden gelişmeyi frenlemektedir. Buna mukabil hidroelektrik potansiyelin büyük olduğu memleketlerde, termik santrallara, hatta gaz türbinlerine nazaran daha az yatırımlarla, hidroelektrik tesislerden puant takatının temini imkân dahilindedir. Bu da meselâ mevcut rezervuarlı santralleri, baraj için ilâve bir yatırım yapılmasına ihtiyaç olmadan, yeni gruplar ilâvesiyle sürekipte etmek suretiyle temin edilebilmektedir.

Bu şekilde hidrolik santralin yıllık istihsali değiştirilememekte, ancak kullanılabilecek takat miktarı artmaktadır.

Bu tarzda sürekipmanlar, istihlâk merkezlerine çok uzak olmayıp büyük enerji nakil tesisleri icap ettirmediği takdirde, puanlın karşılanmasında en ekonomik şekil olmaktadır.

Ancak, puantm hidrolik tesislerle karşılanması halinde çok önemli bir husus da bu tesislerden temin edilen emre amade takatın, kullanma süresidir. Meselâ küçük rezervuarların boşalması dolayısıyla puantm atlatılmasından kısa bir süre sonra, fakat yükün kâfi derecede düşmesinden evvel, gerekli takat olmaması bakımından yük atılma zorunda kalınırsa, bu tesislerden puant anındaki istifadenin bir manası kalmamaktadır.

Bu bakımdan, bilhassa hidrolik nisbetin büyük olduğu enterkonnekte sistemlerde, hidrolik tesislerin aşağıdaki iki hususi yerine getirmesi lâzımdır.

— Anı puantm karşılanmasına imkân verecek kâfi takata sahip olma,

— Kritik devre için kâfi derecede emre amade kWh temin etme. Bu kritik devrenin uzunluğu ise coğrafi mevkîye bağli olarak 1200 ilâ 1800 saat arasında değişmektedir.

Bu sebepten, emre amade kWh miktarını arttırmaması bakımından, sürekipmanla, puant takatın devamlı arttırılmasına imkân yoktur.

Termik - Hidrolik karışık sistemlerde ise, bu sürekipman miktarını bir miktar daha arttırmak imkân dahilindedir. Bu nisbet, termik takata bağli olarak % 12 ilâ 20 arasında olabilir. Bu sürekipman nisbeti üzerinde hidroelektrik tesisler, kâfi kWh temin edemediklerinden termik puant tesislerine nazaran pahalı olmaktadır.

6 — POMPAJ SANTRALLARI:

kWh temin etmeden, hatta kayıplar dolayısıyla bir miktar kWh istihlâk ederek, puant takatı temin etmenin bir başka yolu da yükün düşük olduğu, boş saatler enerjisi ile beslenen pompaj tesisleridir. Bu şekil, tabii şartları büyük seviye farklı iki yakın rezervuar teşkiline imkân verdiği hallerde, ekonomik olmakda, bu ekonomiklik ayrıca, istihlâk merkezlerine yakınlık nisbetinde artmaktadır. Bu metodun geniş tatbikatına Almanya, İngiltere, Lüksemburg ve Amerika Birleşik Devletleri'nde rastlanmaktadır. Ancak büyük rezervuarlar halinde, bu tip tesisler sürekipman ile ekonomik bakımından rekabet edemezler.

Pompaj tesisleri, bilhassa son on sene zarfında, türbin - pompa gruplarının büyük tekâmülü ve bilhassa pompaj ve generasyonu tek makinada birleştirerek, tesisten büyük tasarruf sağlayan reversibl makinalar dolayısıyla yayılmağa başlamıştır.

Ancak, 1 kWh gündüz enerjisi temin edebilmek için, pompaj randımanı, türbin randımanı ve bu enerji hareketi dolayısıyla diğer kayıplar neticesi, 1,5 kWh lık boş saatteki enerji sarfıyatı, yeni termik grupların düşük spesifik konsomasyonu karşısında, büyük yakıt tasarrufu temin edebilecek değerde değildir.

Bu tarz grupların, pompaj - istihsal çevriminin global randımanı % 67 - 70 arasındadır.

Pompaj santrallerin kullanılan üniteler iki esas tipde toplanabilir.

— Üçlü gruplar:

Bu gruplar türbin - generatör / motor - pompa müteşekkildir. Bu tarz grupların randımanı yüksek, istihsal durumundan pompaj durumuna geçme süresi çok kısadır. Ayrıca bu tarz gruplarla frekans ayan yapmak da imkân dahilindedir. Ancak tesis masrafları yüksektir.

— Reversibl ikili gruplar:

Bu tarz gruplar, bir generatör / motor ile hem türbin ve hem de pompa olarak çalışan iki çarklı bir hidrolik makinadan müteşekkildir.

Bu tarz grupların tesis masrafı azdır, ancak randıman düşük ve bir durumdan diğer duruma geçme süresi daha uzundur.

Ayrıca bu tarz ikili gruplarda, hidrolik makinanın kanatlarının durumunun değiştirilmesi suretiyle hem türbin ve hem pompa olarak çalıştırılabilen tek çarklı ve grubun hep aynı istikamette döndüğü tipler de vardır. Ancak randıman bu tiplerde daha da düşüktür.

Bu tip santraller tesis şekline göre üçe ayrılabilir.

a) Konvansiyonel Hidrolik Santrallerle Kom bine Edilmiş Pompaj Santralleri:

Bu tip santrallarda, ünitelerin bir kısmı'üçlü veya reversibl tarzda olup, generasyon ve pompaj yapacak şekildedir.

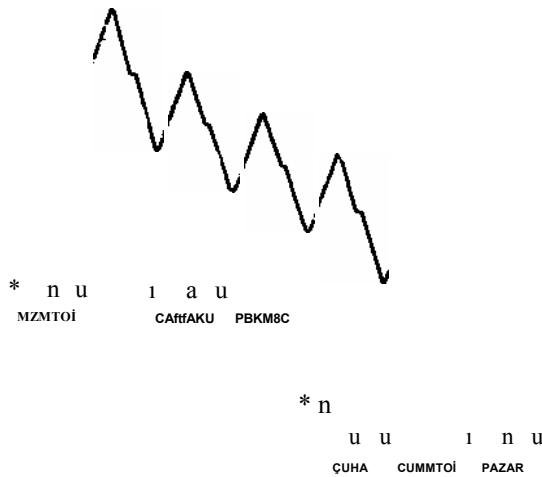
Bu tarzın avantajı, ayrı bir rezervuara ihtiyacı olmaması ve puant tesislerinin ekonomik şekilde tahakkuk ettirilebilmesidir.

b) Tam Pompaj Santralleri:

Bu tarz santrallar, rezervuarın küçüklüğü dolayısıyla biriktirilen su miktarı az olduğundan, yer bakımından büyük fleksibilite arzederler ve bir çok hallerde daha büyük düşülerden istifadeyi sağlarlar.

Ayrıca, küçük nehirlerin sularından ve küçük debilerden istifadeyi de temin ederler.

Ancak bu tesislerin içindeki bulundukları enterkonnekte sistemin yük eğrileri muvacehesinde iyi bir şekilde etüd edilmesi gerekir. Her gece boş saatlerde pompaj için kâfi enerjinin bulunduğu hallerde, rezervuarın bir günlük boş saatlerdeki pompaja tekabül edecek bir kapasitede olması kâfidir. Ancak bir çok hallerde, puant için gerekli su miktarı, boş saatlerdeki pompaj ile temin edilemez, bu durumda hafta sonlarında pompaj ile ilâve bir su rezervi yapmak gerekir, bu halde de rezervuarın kapasitesinin bu nisbette büyük olması gerekir. (Şekil 1) de bu şekil bir işletme rejimi görülmektedir.



Şekil: 1 — Hafta sonu ilâve stokajlı pomaj - generasyon çalışması

c) Çok Maksatlı Pompaj Santralleri:

Bu grupta, enerji üretimi haricinde, suyun başka maksatlarla da kullanıldığı tesisler toplanabilir.

Bu tarz tesislerde, pompalanarak daha yukarı bir seviyeye çıkarılan su, duruma göre meselâ sulama kanallarına veya, puant takat ihtiyacı oldu-

ğu hallerde, pompa - türbinlere verilerek takat temininde kullanılır.

Netice olarak, pompaj santralleri hakkındaki mülâhazalar şu şekilde toplanabilir:

— Pompaj santralleri nisbeten düşük tesis masrafları ile iyi bir takat potansiyeli temin ederler. Bilhassa pür pompaj hallerinde küçük rezervuarlar, minimum bir inşaat icap ettirirler ve büyük düşülerden istifadeyi sağlarlar, bu bakımdan tesis masrafları hayli düşüktür. İşletme masrafları, bir çok hallerde bu tesislerin otomatik işletme ve uzakda kumanda ile çalıştırılmaları bakımından çok azdır, ayrıca bakım masrafları da hidro elektrik santrallara has bir özellik olarak çok düşüktür. Bu faktörler seneler boyunca önemli bir maliyet unsuru olarak, rantabiliteye tesir eder.

— Hidroelektrik tesislerin özelliği olarak kısa bakım süreleri sebebiyle devamlı veya çok uzun süre emre amade olabilme hususiyeti arzederler.

— Hidroelektrik tesislerin gayet çabuk devreye girebilmeleri özelliği enterkonnekte sistemde döner yedek bakımından önemli tasarruf sağlar. Bilhassa modern reversibl grupların icabında pompajden generasyona geçmeleri çok çabuktur. (1-1,5 dakika).

— Enterkonnekte sistemdeki büyük buhar ünitelerinin devamlı aynı yükde çalışmalarını, ve bu ünitelerin daha randımanlı işletilmesini temin ederler.

— Bir çok hallerde pompaj santralleri çok gayeli tesislerdir. Bu bakımdan enerjiye isabet eden maliyet nisbeti düşüktür. Bu tarz tesisler uzun ömre sahiptirler ve buna bağlı olarak amortisman masraf arı düşük bir değerdir.

— Düşük maliyetli pompaj enerjisi umumi marjinal maliyetin düşmesini temin eder.

Buna mukabil pompaj santrallerinin tesisini sınırlayan başlıca ekonomik mülâhazalar şunlardır :

— Pompaj santralleri kW tesis masrafının makul bir sınırdan olabilmesi için ancak enterkonnekte sistemlerde tesis mecburiyeti ile sınırlıdır.

— Pompaj santralleri puant takatin konsantrasyon halinde, ekonomik olarak tesis edilebilir. Zira termik puant kapasitesi umumiyetle sistem üzerinde ekonomik şekilde dağıtılabılır. Halbuki pompaj puant kapasitesinin üretimde yük merkezi kadar nakli gerektir. Bu bakımdan puant takatin ekonomik tevzii termik puant kapasite halinde daha kolaydır.

— Pompaj santrallerinde, pompajden generasyona kadar olan çevrimin randımanı, enerji nakil kayıpları hariç takriben % 75, kayıplarla beraber % 65 - % 67 arasındadır. Bu ise, tesisler her-

bir 2 kWh enerjisi üretimi için 3 kWh puant harici enerji istihlak ediyor demektir. Yeni termik grupları düşük spesifik konsomasyonu bu şekil istihlakle rekabet edebilecek seviyededir.

7 — GAZ TÜRBİNLERİ :

Gaz türbinleri son senelerde termik puant kapasite tesisinde geniş çapta kullanılmaya başlanmıştır. Bu sahadaki büyük inkişaf, puant için tesis masrafı düşük, fakat randımanı fena grupların tesisi şeklindeki eski bir fikrin kalkmasını tevlit edecek şekilde olmuştur.

Ancak gaz türbinlerinin tesisi ortaya sistemin ısı bilançosu bakımından önemli bir rantabilite problemi çıkarmaktadır, şöyleki:

Bir sistemde, yüksek randımanlı yeni gruplar servise girdikçe, bu gruplar, yük diagramının en altına yerleştirilmekte ve diğer gruplar randımanlarına göre sıralanarak otomatik olarak öteleme yapmaktadırlar. Bu da eski grupların sistemin yük eğrisinin yukarı kısımlarına gelmeleri ve kısa süre çalışmaları bakımından, sistemin umumi ısı bilançosunda bir avantaj temin etmektedir. Halbuki gaz türbininin tesisi halinde ise, bu türbin derhal diagramın en tepe noktasına yerleşecektir. Gaz türbinin çalışma süresi kısa olacağından, bu grubun yakıt masrafının tesiri önemli olmamakla beraber, diğer grupların takım halinde öteleme yapmasına mani olduğundan, sistemin umumi ısı bilançosuna önemli şekilde tesir eder. Bu bilanço da bir gaz türbinin tesisinin ekonomik olabilmesi için, gaz türbini ilk tesis masraflarının, baz grup ilk tesis masraflarına nazaran, ne derece düşük olması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.

Bu ekonomik mukayesenin neticesi, sistemlere göre değişmekte, farklı neticeler vermekte, bilhassa hidrolik nisbetinin yüksek olduğu hallerde, gaz türbininin rantabilitesini azaltmaktadır.

Bunun yanında, gaz türbinlerinin işletme yönünden önemli bir avantajı da buhar gruplarının, ömrü bakımından önemli bir faktör olan, sık sık durma ve tekrar yol alma sayısını azaltarak, bu grupların devamlı çalışabilmesini temin etmeleridir.

Bunun haricinde, gaz türbinlerinin başka avantajları da vardır:

— Gaz türbinlerinin az sayıda yardımcı tesisat icap ettirmeleri, kullanılan su miktarının cüz'i, bina ve temel masraflarının düşük olması bakımından, tesis masrafları düşük olup 80 -110 Dolar/kw arasındadır.

— Grupların otomasyon derecesi bakımından işletme masrafları düşük, bakım personeli sayısı ise makul seviyenin altındadır.

— Grup otomatik olarak çok çabuk yol alır, senkronizasyona girer ve yük alır, gerekli süre 10 - 20 dakikadır. Yeni gruplarda bu süre 3 dakikaya kadar indirilmiştir. (Şekil: 2) Bu husus buharlı puant kapasitesine nazaran çok önemli bir avantaj temin etmekte ve işletmede büyük elastikiyet sağlamaktadır.

TAKAT

100

50

ZAMAN
(DAKİKA)

Şekil : 2 — 40 MW lık bir gaz türbininin yük alma hızı

— Gaz türbininin takati soğukla artar, bu artış nisbeti açık çevrimli türbinlerde derece başına % 1 mertebesindedir.

Bu suretle puantların soğuk aylarda olması oldukça önemli bir husus olarak ortaya çıkar.

Yani puant kapasite türbin kurulu takatına göre değil fakat meselâ Aralık - Ocak ortalarına sıcaklığına göre hesaplanabilir.

Grupların emre amade olma süresi yüksektir.

— Gaz türbinleri, icap ettirdikleri cüz'i yer bakımından, yük noktaları civarına tesis edilebilirler, bu şekilde enerji nakil tesisleri envestismanları icap ettirmezler ve enerji nakil kayıpları tevhit etmezler. Gerekli soğutma suyu miktarı çok cüz'idir. Gürültü ve dumanın önlenmesi de bir problem teşkil etmez.

— Gaz türbinleri ile akkuple generatörler ica bında senkron kompensatör olarak çalıştırılabilir.

— Kısa tesis süreleri, tesis plânlaması yönünden büyük bir fleksibilite teşkil eder ve büyük santrallerin tesis tarihlerinde kayma yapılabilmesine imkân verirler. Bu sebepten sıkışık bir anda sistemde takat ihtiyacına cevap verebilmek bakımından kolaylık arzederler.

Buna mukabil gaz türbinlerinin bazı dezavantajları da vardır:

— Pahalı yüksek kalite fuel kullanma mecburiyeti ve % 20 ile % 25 arasında olan, nisbeten düşük randıman dolayısıyla enerji bedeli yüksektir. Ancak puant ünitesinin sene içersinde küçük yük faktörü ile çalışacağına göre, fuel bedelinin tesiri o nisbette az olmaktadır.

— Açık çevrimli basit gaz türbin ünitelerinin takatı bugün için 40 MW. da sınırlanmıştır.

— Bir gaz türbininin kapasitesi, besleme basıncının yoğunluğu ile azaldığından, tesis mahallinin irtifata ve muhit havasının sıcaklığı tabiidir. Kış aylarındaki kapasite artmasına mukabil yaz aylarında kapasite düşer.

Gaz türbini tipleri:

Halen farklı karakteristikleri haiz muhtelif tip gaz türbini kullanılmaktadır:

a) Açık çevrimli gaz türbinleri:

Bu tip türbinler en uzun zamandan beri kullanılan tiptir.

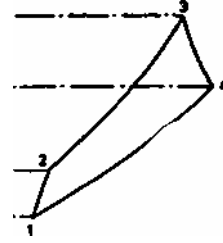
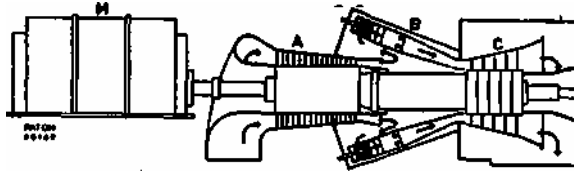
Çevrimlerine göre ikiye ayrılırlar : I —

Açık basit çevrimli gaz türbinleri.

Bu tip türbinler, esas olarak kompresör yanma odası ve türbini olarak üç kısımdan müteşekkildir. Küçük takatlarda kullanılır en basit tipidir. (Şekil: 3)

n — Açık kompleks çevrimli gaz türbinleri.

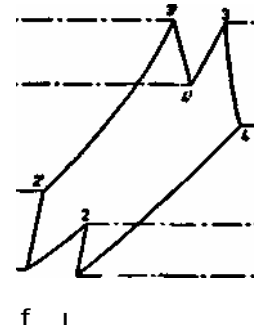
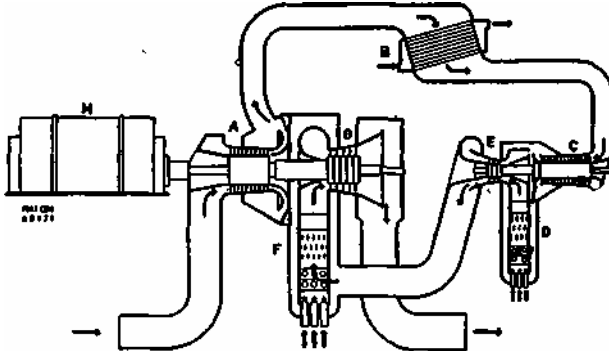
Bu tip türbinler biri yüksek basınç, diğeri alçak basınç olmak üzere, iki türbin - kompresör grubundan müteşekkildir. (Şekil: 4) Halen 40 MW.a kadar imal edilmektedir.



Şekil : 3 — Açık basit çevrimli gaz türbini

A — Kompresör B — Yanma odası
C — Türbin D — jeneratör

1 — 2 Havanın sıkıştırılması
2 — 3 Havanın ısıtılması
3 — 4 Sıcak gazların genişlemesi
4 — 1 Gazların egzosu



Şekil : 4 — Açık kompleks çevrimli gaz türbini

A — Alçak basınç kompresörü B — Ara soğutucu C — Yüksek basınç kompresörü D — Yüksek basınç yanma odası E — Yüksek basınç türbini F — Alçak basınç yanma odası G — Alçak basınç türbini M — Generatör

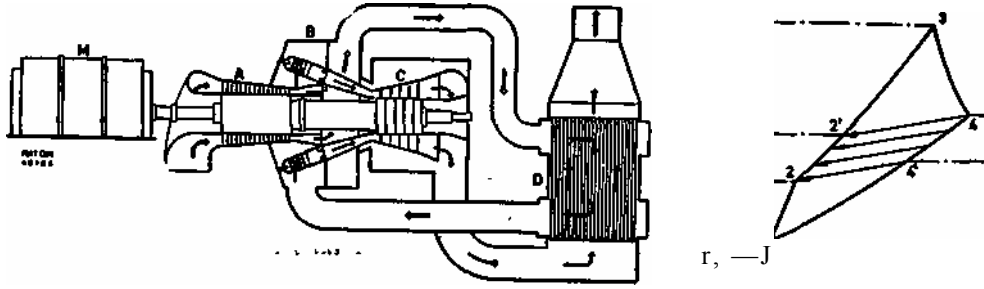
1 — 2 Havanın sıkıştırılması
2 — 3 Havanın soğutulması
1' — 2' Havanın tekrar sıkıştırılması
2' — 3' Havanın tekrar ısıtılması
3' — 4' Sıcak gazların genişlemesi
4' — 3 Gazların tekrar ısıtılması
3 — 4 Sıcak gazların genişlemesi
4 — 1 Gazların egzosu

Gerek basit gerekse kompleks çevrimli türbinler, enerji Üretimi ile beraber reküparasyonla ısı istihali için mütereken tesis edilebilir. Bu halde çok ekonomik çözümler elde edilmektedir. Bu şekilde reküparasyonla elde edilen ısı, merkezi tes-

hin veya teknolojik buhar elde etmede kullanılmaktadır.

Isı reküparasyonu,

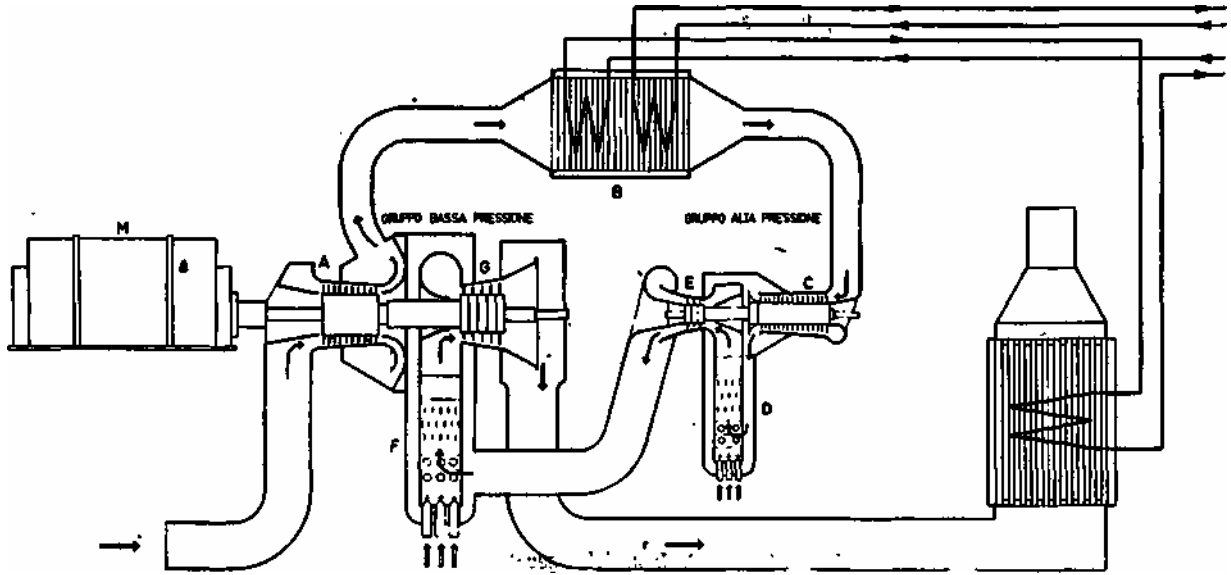
— Türbin çevrimine bir ısı reküparatörü yerleştirmek (Şekil: 5 ve Şekil: 6)



Şekil : S — Türbin çevriminde reküperasyonlu açık basit çevrimli türbin

A — Kompresör B
— Yanma odası C
— Türbin D —
Reküperatör M —
Generatör

1 — 2 Havanın sıkıştırılması
2 — 2' Reküperatör için havanın tekrar ısıtılması
2' — 3 Yakıt ithali ile havanın ısıtılması
3 — 4 Sıcak gazların genişlemesi
4 — 4' Reküperatör içerisinde sıcak gazların soğutulması



Şekil : e — Türbin çevriminde reküperasyonlu, açık kompleks çevrimli türbin

A — Alçak basınç kompresörü
B — Ara soğutucu
C — Yüksek basınç kompresörü
D — Yüksek basınç yanma odası
E — Yüksek basınç türbini

F — Alçak basınç yanma odası
G — Alçak basınç türbini
M — Generatör
R — Reküperasyon kazanı

(devamı gelecek sayıda)