Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari
Tesi di laurea
Cartoleria e cancelleria
Stampa file e fotocopie
Print on demand
Rilegature

NUMERO : 286 DATA : 08/05/2012

A P P U N T I

STUDENTE : Cirimele

MATERIA : Economia dei Sistemi Elettrici

Prof. Bompard

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.
Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTI E NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 3 di 162

ELETTRICITÁ COME FORMA DI ENERGIA

Potenza

La potenza è la velocitá alla quale l'energia viene usata o l'abilitá a produrre energia. (u.dim W → 1 KW = 1.36 CV)
Di seguito vengono riportate le potenze richieste da alcune applicazioni comuni:

- PC → 250 W (~35 in stand-by)
- Lettore DVD → 25 W
- Lavatrice (5 kg) → 360 W
- TV → 80 W

Energia

L'energia è l'attitudine di un sistema fisico a fornire lavoro. Il lavoro è quindi il trasferimento di energia da un sistema fisico ad un altro. (u.dim. Wh → 1 KWh = $3.6 \cdot 10^6$ J, 1 KWh = 860 Kcal, 1 KWh = $1/(1.16 \cdot 10^{-10})$ Mtoe)

Il <u>consumo medio</u> di energia elettrica di un'utenza <u>residenziale</u> italiana è di <u>circa 3000 KWh/anno</u>.

Per gli utenti industriali:

- Piccolo non energivoro (BT) < 300 MWh/anno
- Piccolo energivoro (MT) = 300 ÷ 800 MWh/anno
- Medio = 800 ÷ 3000 MWh/anno
- Grande (MT-AT) = 3000 ÷ 10000 MWh/anno

Vengono previste diverse alimentazioni poiché al crescere della potenza il fornitore non è disposto a farsi carico dei costi delle cabine di trasformazione e delle perdite.

- $P \leq 100 \div 150$ KW → BT
- $150 < P \leq 5$ MW → MT
- $P > 5$ MW → AT

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 3 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 5 di 162

Sviluppo dell'industria elettrica

Si possono distinguere quattro momenti fondamentali:

1. Periodo della ricerca scientifica

- Primi esperimenti → Dal 1600
- Batteria di Volta → 1793
- Dinamo di Faraday → 1831
- Dinamo con auto-eccitazione di Gramme → 1867

2. Stadio pionieristico

- Prima linea in cavo 1 Km, 400 A, 25 V → 1873
- Prima lampada ad incandescenza di Edison → 1878

In C.C.
- Prima ferrovia elettrica → 1879
- Prima centrale idroelettrica di Appleton → 1881
- Prima centrale elettrica d'Europa a Milano → 1883

In C.A.
- Prima linea ett. con trasformatori tra Torino e Lanzo → 1884
- Scoperta del campo magnetico rotante, G. Ferraris → 1885
- Prima centrale ett. in corrente alternata a Deptford → 1887

In questo stadio il prodotto venduto era l'illuminazione (il punto luce) e non l'energia elettrica.
Le imprese vendono sia l'energia che le apparecchiature e nel 1890 iniziano a dividersi in "produttori di apparecchiature" e "servizio elettrico".
Le zone densamente urbanizzate erano favorite in quanto permettevano alti profitti, mentre le zone non convenienti non erano raggiunte dall'en. elettrica.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 5 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 7 di 162

grandi somme in una nuova tecnologia mentre le società usufruivano dell'affiliazione commerciale riducendo i rischi.

Regolamentazione in Europa

- Electricite de France → 1946
- Central Electricity Generating Board → 1957 (UK)
- Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (ENEL) → 1962

4. Mercato competitivo (liberalizzato)

L'idea base è quella secondo la quale un monopolista non può essere efficiente.
Il monopolista ha un costo presentato al regolatore che lo valuta e, considerando un utile per l'azienda, definisce il prezzo dell'en. elettrica. I costi vengono quindi trasferiti direttamente all'utente finale e per il monopolista non c'è incentivo all'efficienza.
Nel mercato liberalizzato è l'essere in concorrenza a fare da incentivo all'efficienza.
Il sistema di trasmissione resta controllato in modo centralizzato per garantire il libero accesso a tutti i concorrenti e la sicurezza del sistema.

- Introduzione della competizione nel mercato europeo → Direttiva comunitaria 96/92/CE del 1996

- Introduzione del mercato competitivo in Italia → Decreto legislativo N.79 del 1999 "Decreto Bersani"

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 7 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 9 di 162

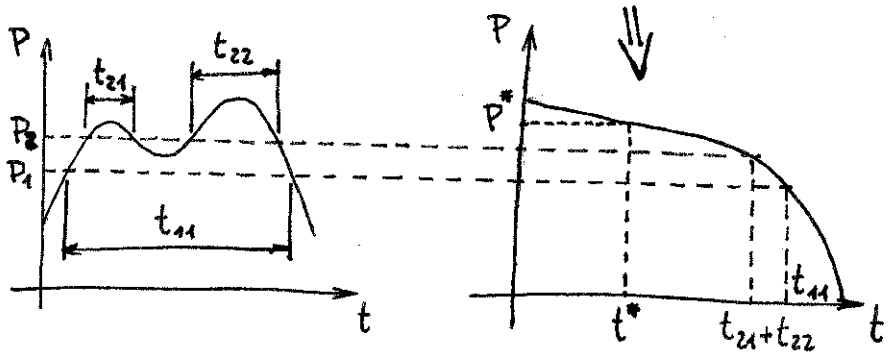
Il load factor rappresenta un indice della continuitá del carico e puó essere espresso dal rapporto tra le ore di utilizzazione h_u e le ore totali del periodo h_T.

Le ore di utilizzazione sono date dal rapporto tra energia e potenza massima assorbita (discretizzata nei 15 min.) nel periodo (h_T).
Corrisponde al numero di ore in cui il carico dovrebbe assorbire la potenza massima per consumare l'intera energia assorbita nel periodo.

$$\frac{h_u}{h_T} = \frac{E_T}{P_{max}} \frac{1}{h_T} = \frac{P_m}{P_{max}} = \zeta$$

Poiché è da preferire un ζ alto, è da preferire un h_u alto.

CURVA DI DURATA DEL CARICO



In un grafico di una curva di durata, la coordinata y rappresenta (P^*) ~~rappresenta~~ il minimo valore di potenza che si è registrata per un tempo pari alla coordinata $x(t^*)$.

Leggo per quanto tempo P è stato > di P^*.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 9 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 11 di 162

In ambiente regolamentato lo UC è effettuato in modo centralizzato minimizzando il costo totale di produzione. In ambiente liberalizzato, lo UC è definito dal mercato dove i produttori fanno le loro offerte tenendo conto dei vincoli tecnici.

COMPOSIZIONE DEL PREZZO DELL'EN. ELETTRICA

Il prezzo dell'en. elettrica per i consumatori è espresso come:

$$E = A + B + C + D$$

A = Costo di produzione. Costo espresso come affrontato dai produttori nel mercato del giorno prima.

Oneri di sistema:

B = Costi di bilanciamento.

C = Costi di rete. Sono composti dalle tasse per l'uso delle linee di trasmissione e distribuzione

D = Costo del dettagliante

La competizione si può introdurre sia in A che in D. Farlo in A è molto più importante in quanto i costi di produzione sono i più rilevanti nella definizione di costo

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 11 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 13 di 162

MICROECONOMIA E ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE

L'economia è la scienza che studia il comportamento umano e l'organizzazione in società che influenzano i processi attraverso i quali risorse relativamente scarse sono allocate per usi alternativi.
L'economia studia quindi l'uso di risorse scarse per soddisfare illimitati bisogni umani e come gli individui e le società scelgono di allocare queste risorse scarse e come distribuire i prodotti ai membri della società.

Condizioni per le quali un bene ha valore economico sono la scarsità e l'utilità.

LEGGI BASE DELL'ECONOMIA

- LEGGE DELLA SCARSITÁ

  Esistono solo una quantità finita di risorse umane e non, che la migliore conoscenza tecnica è capace ad usare per produrre solo una quantità massima limitata di beni economici.

- LEGGE DEI RITORNI MARGINALI DECRESCENTI

  Un aumento di alcuni fattori variabili in relazione ad altri fattori fissi, in un dato stato della tecnologia, fanno aumentare la produzione totale, ma dopo un certo punto, un ulteriore aumento dell'input produce un output aggiuntivo via via ~~più~~ decrescente.

- LEGGE DELL'UTILITÁ MARGINALE DECRESCENTE

  L'utilità ottenuta dall'ultima unità consumata diminuisce all'aumentare del consumo del bene.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 13 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 15 di 162

$$C(p) = C^F + C^V(p)$$

Costi fissi (C^F)

Costi che, nel breve periodo, non dipendono dalla quantitá prodotta.
Es. Macchinari, affitto...

Costi variabili ($C^V(p)$)

Costi che dipendono dalla quantitá prodotta.
Es. Stipendi, elettricitá...

Costo unitario ($\bar{C}(p)$)

Costo totale intrapreso per produrre una unitá di prodotto ad un dato livello di produzione

$$\bar{C}(p) = \frac{C(p)}{p}$$

Costo unitario variabile ($\bar{C}^V(p)$)

Costo variabile intrapreso per produrre una unitá di prodotto ad un dato livello di produzione.

$$\bar{C}^V(p) = \frac{C^V(p)}{p}$$

Costo marginale (C_m)

Per un dato livello di produzione, è il costo necessario per produrre una unitá addizionale del bene.

$$C^m = \frac{dC(p)}{dp}$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 15 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 17 di 162

Sunk cost (costi "inevitabili") (c^i)

Costi che sono tutti già irrevocabilmente impegnati e non possono essere recuperati.

Es. Se affitto un capannone con un contratto di 2 anni, anche se dopo il primo anno non produco più il costo resta.

Non-sunk cost (costi "evitabili") (c^e)

Costi recuperabili che l'impresa può non affrontare se la produzione si ferma. (es. rinnovo contratto d'affitto)

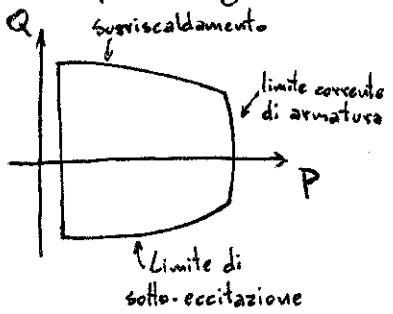
Costi impliciti

Costi riferiti a fattori di produzione posseduti dall'imprenditore e che non sono considerati nel bilancio dell'azienda.

Costo opportunità

È un concetto utilizzato per valutare i costi impliciti: la perdita che comporta l'aver scartato la possibilità immediatamente superata dalla scelta effettuata.
Il costo opportunità è il valore della successiva migliore scelta alternativa di uso delle risorse.
È da sottolineare come il costo opp. non è la somma delle alternative, ma il beneficio che apporterebbe la migliore delle alternative scartate.

Es. per un gen. sincrono. Se occorre immettere più potenza reattiva è necessario abbassare la potenza attiva prodotta. La P in meno prodotta è il costo opportunità



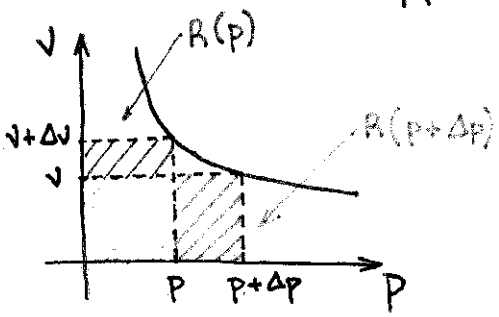
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 17 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 19 di 162

Ricavi marginali (R^m)

Per un dato livello di produzione, è un ricavo addizionale ottenuto dalla vendita di una unitá addizionale di bene

$$R^m = \frac{dR(p)}{dp}$$



$$R^m = \frac{R(p+\Delta p) - R(p)}{\Delta p} = \frac{v \cdot \Delta p - \Delta v \cdot p}{\Delta p}$$

Margine di contribuzione - producer surplus (S^G)

Differenza tra ricavi e * costi variabili. È la quota che copre i costi fissi e contribuisce a dare profitto

$$S^G = R - C^v$$ ← Sono costi che ho perché produco (vanno a zero altrimenti)

Quasi rent (R^q)

Differenza tra ricavi e costi evitabili. Dá una indicazione sulla convenienza o meno della scelta di produrre.

$$R^q = R - C^e$$ ← Vanno a zero se smetto di produrre

Profitto (π)

Differenza tra ricavi e costi totali

$$\pi = R(p) - C(p) = v(p) \cdot p - C(p) = (v(p) - \bar{C}(p)) \cdot p$$

Perché π sia > 0 occorre che $v(p)$ sia $>$ di $\bar{C}(p)$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 19 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 21 di 162

Curva della domanda residua (d_ℓ^r) (per il ℓ-esimo produttore)

È la curva della domanda vista dal produttore ℓ: domanda totale meno la somma delle quantità prodotte dagli altri produttori.

$$d_\ell^r = d(v) - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq \ell}}^{n} p_j = d(v) - O_\ell^r(v)$$

n = numero dei produttori nel mercato

Barriera (all'ingresso o all'uscita)

Ogni fattore che non permette di aprire una nuova impresa nel mercato o di chiuderla senza perdite.

Esternalità

Valore, positivo o negativo, connesso con la produzione del bene e che è caricato all'intera società e non al compratore.

Es. Se una produzione comporta malattie il costo che ne deriva non grava solo sui consumatori ma sull'intera società. (Esternalità negativa)

Se una impresa investe in ricerca e sviluppo fornisce un miglioramento anche alla qualità dei beni e/o della produzione (Esternalità positiva)

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 21 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 23 di 162

MASSIMIZZAZIONE DEI RICAVI

Il ricavo è massimo quando il ricavo marginale è nullo.

⇒ Se $R^m > 0$ ⇒ Il ricavo totale aumenta con la quantità

⇒ Se $R^m < 0$ ⇒ Il ricavo totale decresce all'aumentare della quantità

CONVENIENZA NEL PRODURRE: SHUNT DOWN & BREAKEVEN POINT

Una impresa produce solo se è più conveniente rispetto a non produrre.

Nell'ottica del produrre o meno, vanno considerati diversi scenari:

- Impresa non ancora entrata nel mercato
  $C^F = 0$ ⇒ Entro se il prezzo permette un profitto positivo
- <u>Breve periodo</u>
  I costi fissi sono tutti sunk ⇒ <u>Il prezzo deve coprire almeno i costi variabili</u>: margine di contribuzione > 0

$$\pi = R - C_T = R - C^V - C^F$$

Tutti non evitabili

Se non produco $R = 0$, $C^V = 0$ ⇒ $\pi = -C^F < 0$

Se produco e $R - C_V > 0$ ⇒ $\pi < 0$ ma perdo meno rispetto a quanto perderei non producendo.

- <u>Lungo periodo</u>
  Alcuni costi fissi diventano recuperabili ⇒ <u>Il prezzo deve coprire almeno costi variabili e costi non-sunk</u>: il <u>quasi rent</u> è <u>positivo</u>.

$$\pi = R - C_V - \left(C_e^F - C_{n.e}^F\right)$$

Se non produco $R = C_V = C_e^F = \emptyset$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 23 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 25 di 162

ELASTICITÁ (ε)

L'elasticitá è la variazione relativa della quantitá domandata p, rispetto ad una variazione relativa del prezzo.

$$\boxed{\varepsilon = \frac{\Delta p / p}{\Delta v / v}} \qquad \varepsilon_d = \frac{\partial p}{\partial v} \frac{v}{p}$$

La quantitá che il mercato richiede dipende dal prezzo, ma anche dal prezzo di un bene che puó essere sostitutivo.

OWN-PRICE ELASTICITY

Relaziona la variazione di domanda durante una certa ora del giorno al cambiamento del prezzo nella stessa ora.

Es. Aumentando il prezzo del KWh tra le 10.00 e le 11.00 influenzo il consumo in quella fascia oraria.

CROSS-PRICE ELASTICITY

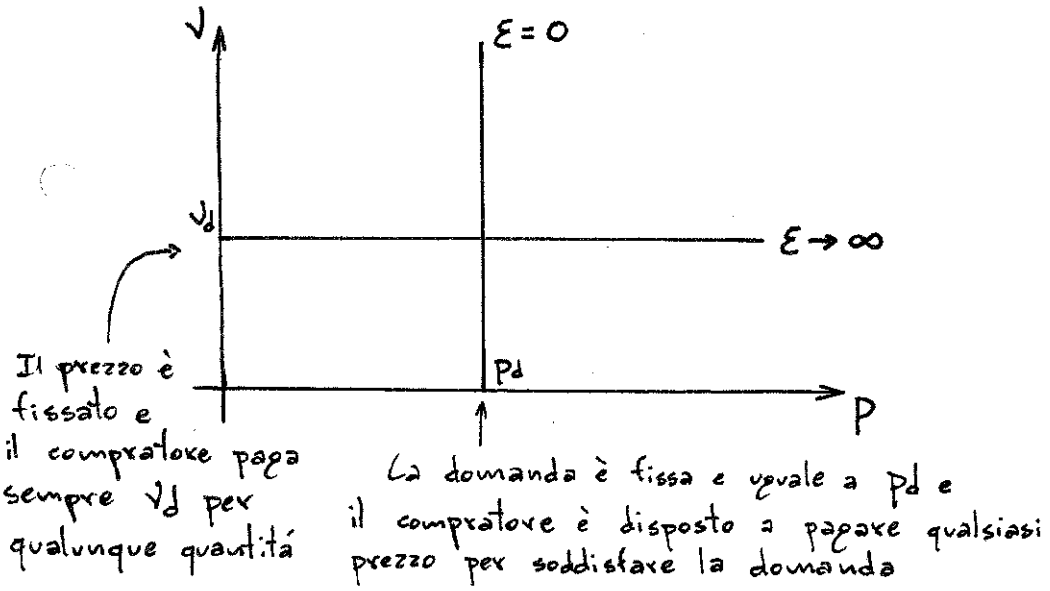
Dá la sensitivitá della domanda rispetto al cambiamento di prezzo in altri periodi di tempo.

Le curve di domanda e offerta sono caratterizzate da diversi valori di elasticitá che variano da punto a punto. Possono essere di distinti tre comportamenti

- Elastico: Se il prezzo aumenta dell'1% la domanda si riduce piú dell'1 % $\Delta v = 1 \Rightarrow \Delta p < 1$
  $\varepsilon > 1$
- Elastico unitario: Se $v \uparrow$ dell'1%, $d \downarrow$ dell'1% $\Delta v = 1 \Rightarrow \Delta p = 1$
  $\varepsilon = 1$
- Anelastico: Se $v \uparrow$ dell'1%, $d \downarrow$ meno dell'1% $\Delta v = 1 \Rightarrow \Delta p > 1$
  $\varepsilon < 1$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 25 di 162

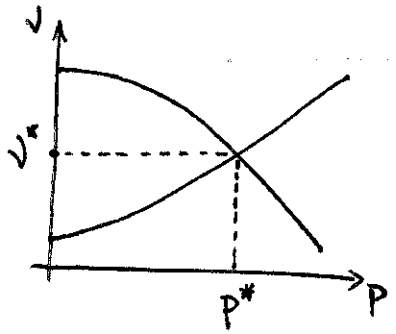
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 27 di 162



Il mercato elettrico è più vicino al caso $\varepsilon = 0$ in quanto il bene energia elettrica non è riducibile in base al prezzo.

EQUILIBRIO DI MERCATO

È la <u>coppia prezzo-quantità corrispondente all'intersezione di domanda e offerta</u> di un'industria <u>nel breve periodo</u>.

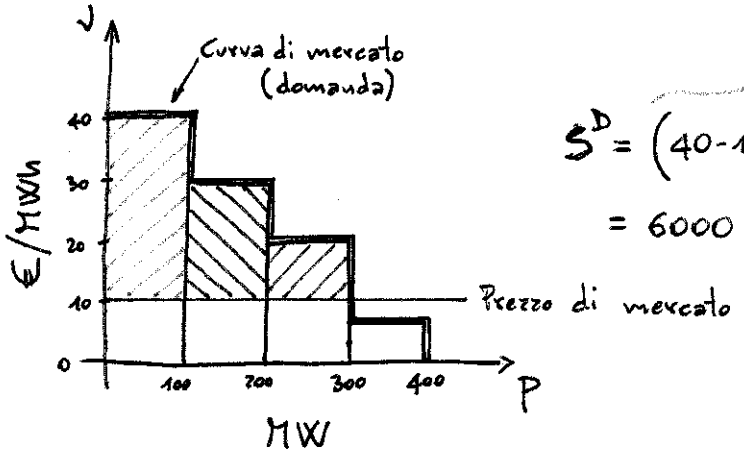


In un mercato competitivo, il prezzo v^* di equilibrio è tale che la quantità che i fornitori sono disposti a fornire è pari alla quantità che i consumatori desiderano ottenere.
La quantità di equilibrio p^* è tale che il prezzo che i consumatori sono disposti a pagare è pari al prezzo che i produttori devono ricevere per produrre tale quantitativo.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 27 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 29 di 162

Es.

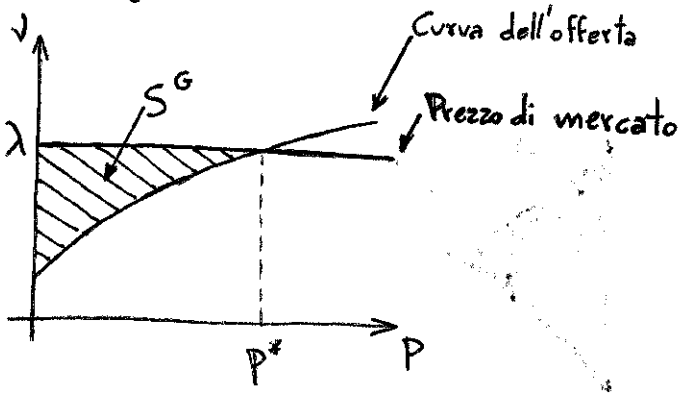


$$S^D = \overbrace{(40-10)\cdot 100} + \overbrace{(30-10)\cdot 100} + \overbrace{(20-10)\cdot 100} =$$
$$= 6000 \ €/h$$

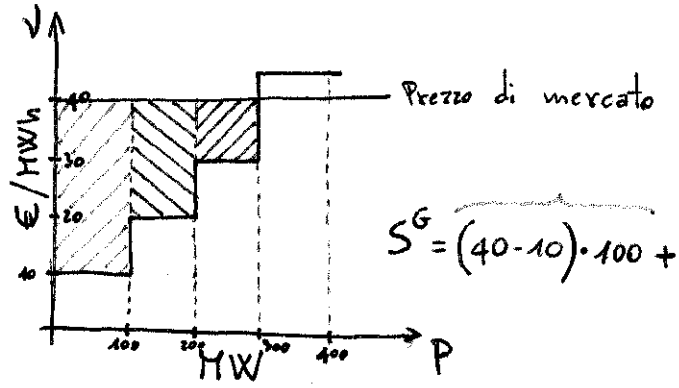
Producer surplus (S^G)

La massima quantitá di moneta che possiamo sottrarre ad un produttore senza causare la sua uscita dal mercato. Geometricamente è la differenza tra l'area che rappresenta i ricavi e quella che rappresenta i costi variabili

$$S^G = \int_0^{p^*} \left(\lambda - v_e(p)\right) dp$$



Es.



$$S^G = \overbrace{(40-10)\cdot 100} + \overbrace{(40-20)\cdot 100} + \overbrace{(40-30)\cdot 100} = 6000 \ €/h$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 29 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 31 di 162

MODELLI DI MERCATO

L'energia elettrica è gestita tramite due mercati principali:

Spot market

Il consumatore paga per un bene che gli viene consegnato immediatamente (on the spot)

Forward market

Mercato basato sui forward contracts: accordo fra due parti per comprare o vendere un bene in un preciso momento nel futuro.

MODELLI DI RIFERIMENTO

Competizione perfetta

La curva di domanda è orizzontale e le imprese possono vendere più o meno prodotti, ma a prezzo fisso.

Si può pensare come un mercato molto frazionato costituito da piccoli produttori: nessun produttore è in grado di definire il prezzo, ma ciascuno concorre in quantità infinitesima a determinarlo.

Ogni azienda è "price-taker".

In queste condizioni, per massimizzare il producer surplus, la quantità ottimale è quella che permette di ottenere un prezzo pari al costo marginale.

$$\pi_i = \underset{\text{costante e fissato dal mercato}}{\underset{\parallel}{\lambda}} p_i - C_i(p_i) \xRightarrow{\max\{\pi_i\}} \lambda - \overbrace{\frac{dC_i(p_i)}{dp_i}}^{=\text{costo marginale}} = 0 \Rightarrow \lambda = C_i'(p_i)$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 31 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 33 di 162

Nel lungo periodo, i profitti ottenuti dalle imprese vanno a zero. L'assenza di profitti e di perdite ~~causa~~ fa sì che non ci sia né l'ingresso né l'uscita di imprese dal mercato.
La situazione resta stabile finché non si presenta una modifica strutturale:

- cambiano i gusti dei consumatori (cambia la curva di domanda)
- Cambia la tecnologia, il prezzo o i fattori di produzione (cambia la curva di offerta)

Nel punto di equilibrio il costo unitario è minimo e quindi l'impresa utilizza nel modo ottimale le sue strutture; il prezzo è uguale al costo marginale; il profitto è nullo; il social surplus è massimo.

Indice di Lerner

È un indice che indica (tanto più è basso) quanto la situazione reale sia vicina alla competizione perfetta.

$$\text{Indice di Lerner} = \frac{\text{Prezzo di mercato} - \text{prezzo in comp. perf.}}{\text{Prezzo in comp. perf.}} \cdot 100$$

Se il mercato è estremamente competitivo, l'indice è $\simeq \emptyset$

Monopolio

Mercato in cui vi è un solo produttore di un bene per il quale non c'è un diretto sostituto.
Il monopolista massimizza il suo profitto facendo un prezzo più alto dei costi marginali.
Non esiste una curva dell'offerta perché la relazione

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 33 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 35 di 162

Monopolio naturale

Si ha quando il costo di produzione che dovrebbero sostenere più imprese è superiore al costo sostenuto da una sola impresa.
Si crea in una condizione ~~in cui~~ poco favorevole alla competizione in cui ci sono alti costi fissi e bassi costi variabili.

$$C(p_m) < C(p_1) + C(p_2) + \dots + C(p_K)$$

Il monopolio naturale è un forte motivo per nazionalizzare l'impresa: rendendola pubblica può offrire ad un prezzo pari ai costi marginali.

Oligopolio

Mercato con un limitato numero di produttori.
Ognuno può influenzarlo, ma non così grandemente come può farlo un monopolista.

Il prezzo nell'oligopolio è a metá strada tra il prezzo in monopolio e quello in competizione perfetta.

Il prezzo e il numero di giocatori tende a rimanere stabile nel tempo: si può giungere all'equilibrio di Nash in cui, se un giocatore non cambia la propria mossa neanche gli altri lo fanno. Si perde l'incentivo alla competizione.

Se gli oligopolisti implementano una strategia mirata a massimizzare il profitto di ognuno si arriva ad una situazione di collusione di oligopolio non

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 35 di 162

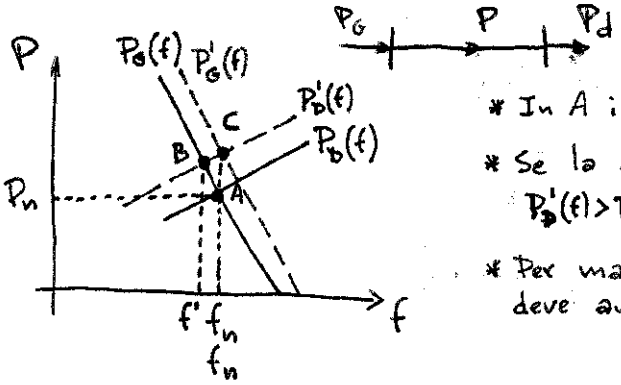
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 37 di 162

IMPLEMENTAZIONE DEL MERCATO NELL'INDUSTRIA ELETTRICA

CARATTERISTICHE FISICHE E TECNICHE

- Necessità di un bilancio istantaneo tra potenza prodotta e potenza assorbita + perdite
- Non immagazzinabilità (almeno non per grandi potenze)
- Limiti nel flusso di potenza nella trasmissione
- Vari limiti operativi che definiscono la regione fattibile

Il bilanciamento è essenziale per mantenere la frequenza al valore nominale



* In A il sistema opera nelle condizioni nominali
* Se la domanda cresce si va ad operare nel pt. B $P'_D(f) > P_D(f) \Rightarrow f' < f_n$
* Per mantenere stabile la frequenza la generazione deve aumentare per andare a lavorare nel pt. C

Una forma di immagazzinamento (per alte potenze) è il pompaggio durante le ore di picco negativo per produrre potenza durante le ore di picco (positivo).
Per piccole potenze ci sono batterie, condensatori, fuel cell ...

Il percorso seguito dai flussi di potenza non coincide con i percorsi contrattuali delle transazioni economiche: i percorsi dei flussi di potenza nella linea di trasmissione dipendono dai parametri fisici della linea (resistenza e induttanza) e dalla sua configurazione.
Quando i criteri economici provocano la violazione dei vincoli di rete si possono fare interventi di tipo tecnico

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 37 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 39 di 162

LEVELS OF LIBERALIZATION

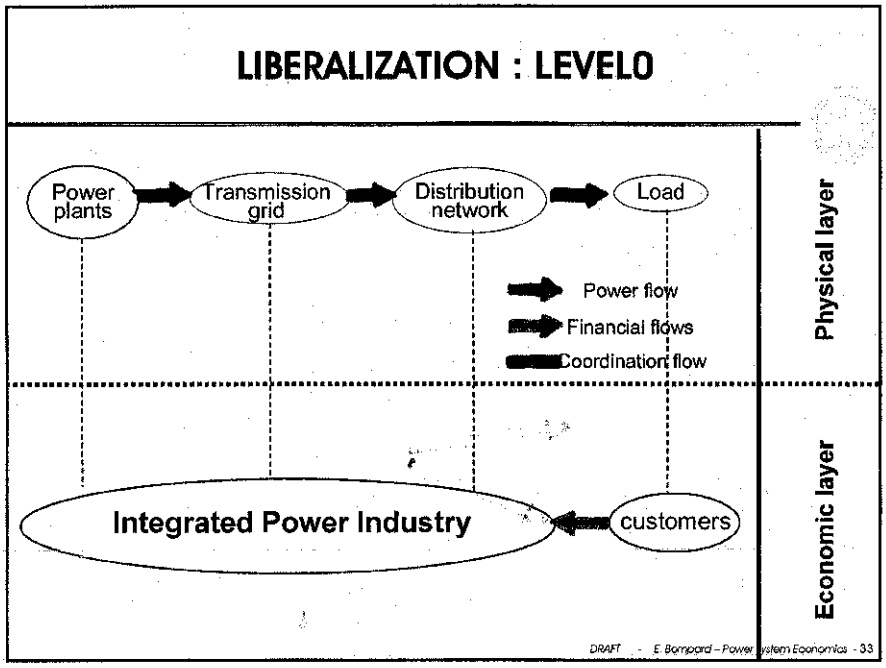
STEPS OF LIBERALIZATION

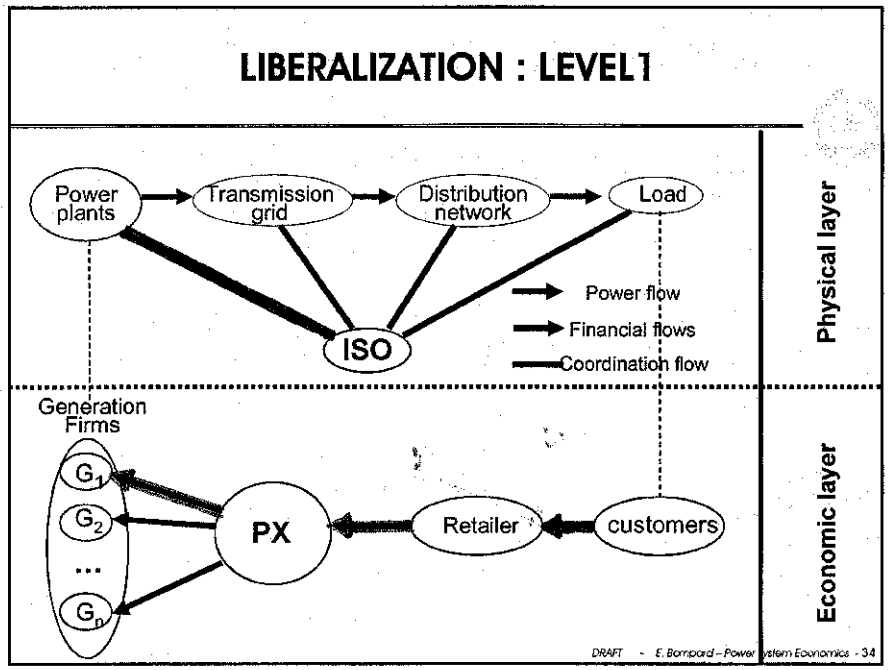
- *Unbundle* the previous monopolistic companies, dividing operationally and financially the different sectors;
- *Allow for open access to* the transmission and distribution systems to the multiple players on a fair and comparable basis;
- *Introduce an Independent System Operator (ISO)* to manage fairly the transmission systems;
- *Introduce competition* to a given extent.

DRAFT - E. Bompard - Power System Economics - 30

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 39 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 41 di 162



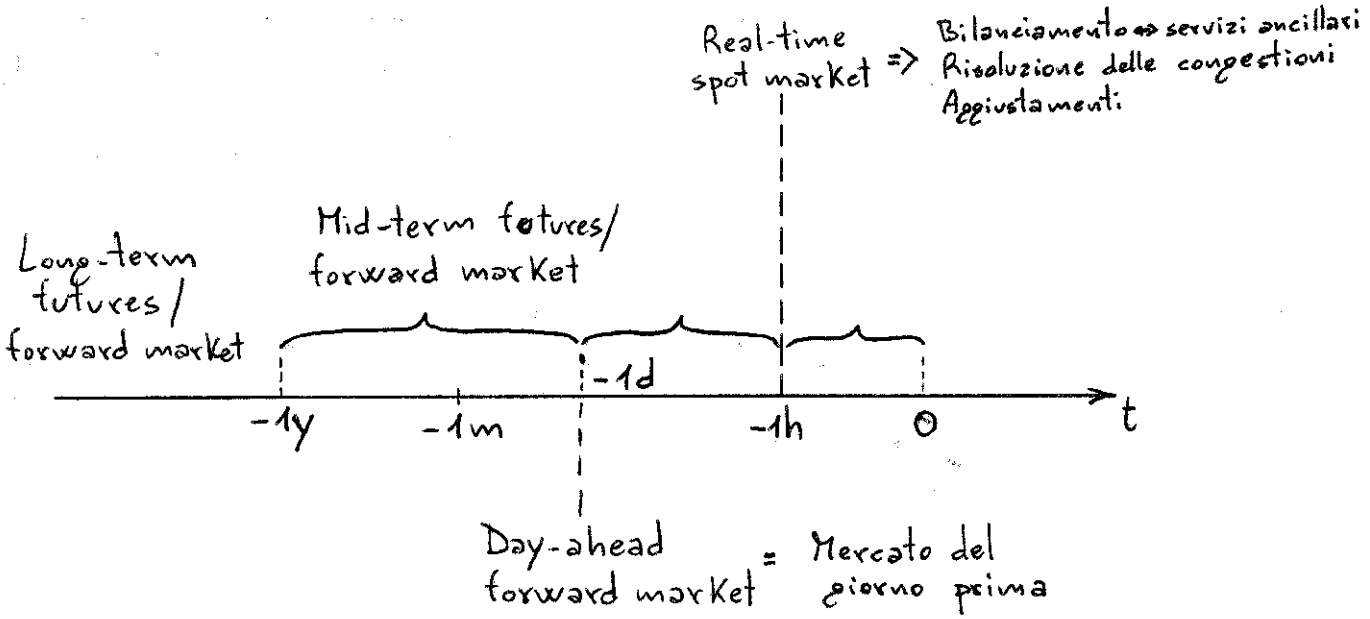


© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 41 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 43 di 162

GIOCATORI ED ENTI NEL MERCATO ELETTRICO

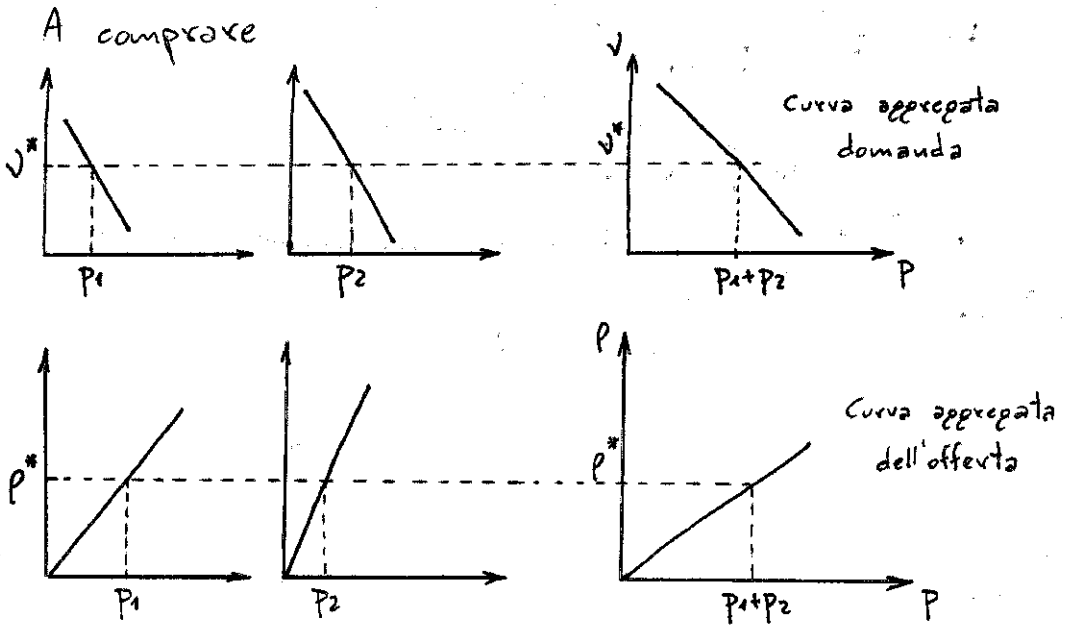
- **Production companies**: producono l'en. elettrica curando pianificazione, gestione e manutenzione degli impianti.
- **Independent System Operator (ISO) & Regional Trasmission Organization (RTO)**: mantengono sicure e realizzabili le operazioni di sistema fornendo informazioni sugli scambi e pianificandoli.
- **Transmission owners (TO)**: possono essere diversi da chi gestisce
- **Brokers**: acquistano e rivendono energia elettrica
- **Distribution companies**: gestiscono e garantiscono gli scambi della linea di distribuzione percependo un "pedaggio".
- **Retail companies**: vendono l'en. elettrica ai consumatori
- **Customers**



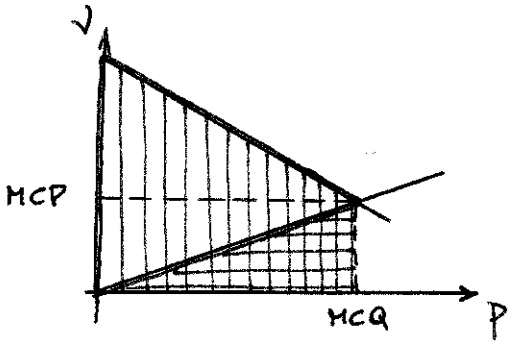
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 43 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 45 di 162

CURVE AGGREGATE DI DOMANDA E OFFERTA: DETERMINAZIONE DELL'EQUILIBRIO DI MERCATO.



Nel modello Pool si trova il punto di equilibrio come quello che massimizza il social surplus nelle curve aggregate



<u>Optimization approach</u>

$$\max S.S^* = \int_0^d v(d)\cdot dd - \int_0^p \rho(p)\, dp$$

$$\text{s.t} \quad p - d = 0 \quad (P_G = P_D)$$

$$p \geq 0, \; d \geq 0$$

$$\Rightarrow \lambda = \rho(p^*) = v(p^*)$$

Trovato il prezzo torno sulle curve di partenza e trovo le quantitá da produrre (e consumare)

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 45 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 47 di 162

MECCANISMI DI FORMAZIONE DEL PREZZO

Non-discriminative pricing (or uniform pricing)

Usato nella borsa del giorno prima: tutti i generatori e i carichi ricevono e pagano lo stesso prezzo.
L'SMP (System Marginal Price) nel "one side market" o l'MCP (Market Clearing Price) nel "two side market".

Il prezzo è uguale al costo marginale del sistema che è definito dal prezzo richiesto dal più costoso impianto accettato.

In questo modo si incentiva ad offrire al costo marginale: una volta entrati nel gioco ogni produttore verrà comunque pagato con l'MPC.
Allo stesso tempo, se tutti tendono ad offrire al costo marginale, aumenta la trasparenza del sistema.
Poiché, quindi, il mercato tende ad essere molto competitivo si incentiva l'ingresso anche di piccole imprese, l'efficienza della produzione, la riduzione dei prezzi.

Discriminative pricing

Si usa nell'adjustment: il prezzo è fissato come il prezzo offerto dai partecipanti al mercato.

In questo caso il mercato è molto meno trasparente, scompare l'incentivo all'efficienza, il prezzo è molto più alto del costo marginale.
Il surplus può essere facilmente portato fuori dal mercato: se ne peggiora l'efficienza.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 47 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 49 di 162

IPEX

RIFERIMENTI LEGISLATIVI

* Legge 481/95
  Indica le norme per la concorrenza e la regolazione dei servizi di pubblica utilità.
  Istituisce l'autorità per l'energia elettrica e il gas AEEG.

* Direttiva CE 2003/54/CE
  Indica le regole comuni per i mercati interni dell'energia elettrica

* Testo integrato della disciplina del mercato elettrico

GESTORE DEL MERCATO ELETTRICO - GME

Istituito nel 2000, opera in neutralità, trasparenza e criteri obiettivi, promuovendo la concorrenza fra i produttori e garantendo, allo stesso tempo, una adeguata gestione delle risorse (promozione dello sviluppo sostenibile).
Gestisce l'intero processo della borsa (IPEX):

- Gestione partecipazioni al GME e AU (Acquirente Unico)
- Compravendita dell'energia CIP 6 ed emissione dei certificati verdi
- Attuazione delle direttive europee in tema di promozione della produzione da fonti rinnovabili.
- Facilitare la generazione distribuita tramite erogazione di servizi di ritiro e scambio sul posto.
- Supportare la Pubblica Amministrazione nelle attività connesse alla produzione e all'uso dell'energia

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 49 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 51 di 162

ME

- **MPE - Spot Electricity Market**

  Abilita produttori, consumatori e grossisti ad entrare nel mercato per il giorno dopo.

- **MTE - Forward Electricità Market**

  Dove i partecipanti vendono e/o acquistano forniture elettriche future.

- **MGP - Mercato del giorno prima - Day-Ahead Market**

  Che ospita la gran parte delle transizioni

- **MA - Adjustment Market**

  Permette ai partecipanti di modificare le transazioni del MGP tramite offerte o richieste addizionali di fornitura.

- **MSD - Mercato dei Servizi di Dispacciamento - Ancyllary Service Market**

  Procura al gestore del sistema le risorse per gestire monitorare e controllare il sistema.

→ * **ME - Electricity Market**

  Ha 141 partecipanti

* **PCE - Piattaforma Conti Energia**

  Registra le transazioni esterne all'ME.
  Ha 138 partecipanti

* **PBA - Piattaforma di aggiustamento bilaterale**

  Ha la stessa funzione dell'MA per i contratti stipulati nel PCE

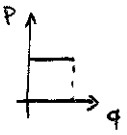
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 51 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 53 di 162

TIPOLOGIE DI OFFERTE

Simple

Costituita da una coppia di valori (quantità/prezzo unitario) riferiti ad un punto dell'offerta, ad un mercato e ad un periodo rilevante (giorno, mese, anno).
Presentabile nel MGP, MA, MSD.



Multiple

Serie di offerte simple (max quattro coppie q/p) fatte dallo stesso operatore e per uno stesso periodo, riferite ad un solo punto dell'offerta.
Può essere presentata solo su MGP e MA

→ L'offerta multipla approssima meglio la curva dei costi marginali

Balanced

Offerte a vendere con prezzo nullo e offerte d'acquisto senza indicazioni di prezzo relative al medesimo periodo e appartenenti a punti di offerta della stessa zona geografica o polo di produzione limitata, con quantitativi limitati e significativamente identificati nella loro combinazione vendita/acquisto. ← Tipicamente sono gli accordi bilateral

Default

Offerte Simple o Multiple considerate come proposte da un operatore in ogni sessione del MGP in cui il GME non riceve proposte dall'operatore stesso.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 53 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 55 di 162

=> Il prezzo trovato è il prezzo zonale

Le offerte a comprare (domande) pagheranno il PUN (Prezzo Unico Nazionale) che è la media pesata dei prezzi zonali pesata sui consumi zonali. I produttori ricevono il prezzo zonale

Adjustment Market (MA)

- ◊ INPUT → Risultati del mercato del giorno prima (MGP)
- ◊ TIME FRAME → Apre alle 10.30 e chiude alle 2.00 del giorno prima
- ◊ FORMAT OFFERS → Stesso formato del MGP
- ◊ CLEARING → Metodo del merito economico, ma ogni partecipante paga/riceve il prezzo zonale

Ancillary Service Market (MSD)

- ◊ INPUT → Risultati dell'adjustment market (MA)
- ◊ TIME FRAME → Apre alle 2.30 e chiude alle 4.00 del giorno prima
- ◊ CLEARING → Le offerte/domande vengono valutate al prezzo offerto => Pay as bid

MSD ex-ante → Dove vengono considerate le offerte per il giorno dopo per la risoluzione delle congestioni e i margini di riserva

MSD ex-post → Per il bilanciamento di generazione e carico

CONTRATTI BILATERALI

Accordi definiti tra produttore e aquirente fuori dalla borsa. Il prezzo è un'informazione privata mentre la quantitá deve essere comunicata al GME per la gestione e la verifica della compatibilitá rispetto ai vincoli di rete

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 55 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 57 di 162

Energy Account Platform - PCE

È la piattaforma attraverso la quale, gli operatori che concludono contratti fuori dall'MTE, registrano le obbligazioni e dichiarano i relativi programmi di iniezione e prelievo.
I contratti gestiti sono di tipo bilaterale.
Il profilo di iniezione e prelievo è soggetto alle verifiche di compatibilità con il sistema.

Demand Side Bilateral Adjustment Platform - PAB

È una IT platform dove si gestiscono gli aggiustamenti relativi ai contratti bilaterali registrati nel PCE.
Nel PAB, i consumatori che hanno più energia di quanta ne serva (detti in "posizione lunga") possono vendere la quantità in eccesso agli operatori che hanno meno energia di quanta ne occorre (detti in "posizione corta")
Apre alle 9.00 e la chiusura dipende dalla validazione del GME che pubblica i final PAB results.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 57 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 59 di 162

CERTIFICATI DI EFFICIENZA ENERGETICA - TEE

I TEE o Certificati Bianchi certificano la riduzione dei consumi attraverso misure e progetti per il miglioramento dell'efficienza energetica.

Un TEE ha il valore di 1 Toe (= 1.16 MWh) e può essere di 3 tipi:

- Tipo I: Attestano il risparmio di energia primaria attraverso la riduzione del consumo finale
- Tipo II: Attestano il risparmio di energia primaria tramite la riduzione dei consumi di gas naturali
- Tipo III: Riduzione tramite progetti diversi da I e II

Gli obiettivi di efficienza energetica possono essere raggiunti attraverso l'acquisto di TEE acquisiti da altri.

EMISSIONS TRADING

Sono un sistema di "quote di emissione" istituite dalla direttiva 2003/87/CE per promuovere la riduzione delle emissioni di gas serra.

Si prevede una quota massima di emissioni all'interno della Comunità Europea.

Si trattano nel GME's Emission Trading Market.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 59 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 61 di 162

CONGESTION MANAGEMENT

Il GME, per la gestione delle congestioni, usa un modello semplificato della rete di trasmissione che evidenzia solo i ~~pio~~ limiti di transito di energia più significativi.
Questo modello è articolato in:

- Sei zone geografiche (Nord, Centro-Nord, Centro, Sud, Sicilia, Sardegna)
- Sei zone estere virtuali (France, Svizzera, Austria, Slovenia, Corsica, Grecia)
- Vari poli a produzione limitata cioé delle centrali collegate con delle linee che non sono in grado di trasportare tutta la potenza producibile.

<u>Il GME ~~ordina~~ sceglie le offerte tramite meccanismi di asta implicita seguendo criteri di merito economico e non discriminatori.</u>
Le offerte a vendere vengono ordinate per prezzo crescente mentre le offerte d'acquisto vengono disposte per prezzo decrescente.
Il meccanismo di clearing deve:

* Soddisfare i bisogni energetici al minimo costo
* Massimizzare i valori delle transazioni
* Rispettare i vincoli di rete tra zone geografiche e/o virtuali.

Per rispettare i vincoli di sistema, il System Operator (Terna) comunica al GSE, almeno un'ora prima della chiusura

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 61 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 63 di 162

INDICI ECONOMICI DEL MERCATO ELETTRICO ITALIANO

Hirschmann-Herfindal Index (HHI)

Misura il grado di concorrenza presente nel mercato. È dato dalla somma dei quadrati delle quote di mercato detenute da ciascun agente.

$$\boxed{\text{Quota di mercato} = a_i = q_i / q_t}$$

dove q_t = capacità totale nel mercato (reddito totale generato da tutte le vendite del mercato)

q_i = capacità o la quantità venduta dal produttore i (reddito dell'impresa i generato dalle vendite)

$$\boxed{HHI = 10000 \sum_{i=1}^{n} a_i^2}$$

dove n = numero totale dei produttori

$$\frac{10000}{n} \leq HHI \leq 10000$$

HHI = 1000 ÷ 1800 ⇒ Mercato mediamente concentrato

HHI > 1800 ⇒ Mercato fortemente concentrato (⇝ Monopolio)

HHI < 1000 ⇒ Mercato poco concentrato (⇝ conc. perf.)

Questo indice è poco sensibile ai piccoli produttori mentre lo è ai produttori dominanti con grandi quote di mercato.

Non tiene conto dell'esistenza dei vincoli di rete!

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 63 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 65 di 162

Volumi

L'indicatore volumi include i volumi complessivi negoziati nel MGP.

Dal lato dei fornitori, includono tutte le vendite nella borsa elettrica e tutte quelle effettuate fuori.

Dal lato della domanda, includono la domanda nazionale, gli acquisti per il pompaggio e quelli per le zone dei paesi vicini.

Volume tipico ~ 30 TWh al giorno IPEX

Liquidità

Rapporto tra i volumi della borsa elettrica e il totale dei volumi negoziati nel mercato del giorno prima.

Indica la percentuale di utilizzazione del Power Exchange per procurare l'en. elettrica rispetto al totale dei consumi nazionali.

Liquidità tipica ~ 67 %

Potere di mercato

È la possibilità di vendere a prezzi superiori ai costi marginali.

Il massimo potere di mercato è detenuto dal monopolista.

Es.

$p_A = 40$ GW
$p_B = 35$ GW
$d = 35$ GW

$\Rightarrow$ Ogni produttore può soddisfare tutta la domanda quindi nessuno dei due ha potere di mercato.

Entrambi giocheranno al ribasso fino ad offrire ai costi marginali (equilibrio di Bertrand)

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 65 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 67 di 162

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea in Ingegneria Elettrica

Laurea Specialistica

ECONOMIA DEI SISTEMI ELETTRICI

Anno Accademico 2009/2010

L'APPROVVIGIONAMENTO DI ENERGIA ELETTRICA SUL MERCATO

Dott. Ing. Ivano Cometto
IRIDE MERCATO S.p.A

Prof. Ettore Bompard
POLITECNICO DI TORINO
Dipartimento di Ingegneria Elettrica

OUTLINE

- Acquisizione, acquirenti e regimi di prezzo
- Mercati di energia elettrica
- Particolarità del prodotto energia elettrica
- Componenti del costo del MWh
- Fornitori
- Previsioni di prelievo
- Aspetti contrattuali
- Valutazioni sui prezzi
- Gestione del rischio

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 67 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 69 di 162

ACQUISIZIONE DEI SERVIZI NECESSARI PER L'UTILIZZO ENERGIA ELETTRICA

- I tre servizi sono forniti da soggetti diversi: *Fornitore (energia), Distributore (trasporto), Terna (dispacciamento)*
- Occorre quindi dotarsi di tre contratti:
  - Il contratto di fornitura per l'acquisto del bene
  - Il contratto di trasporto per la sua consegna fisica sotto precise caratteristiche tecniche (tensione, frequenza, continuità...)
  - Il contratto di dispacciamento: è un contratto che regola il bilancio orario delle immissioni (acquisti, produzioni,...) e dei prelievi (vendite, consumi...) con regolazione degli squilibri sulla borsa a pronti (mercato del giorno prima o spot)

E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 5

ACQUISIZIONE DEI SERVIZI NECESSARI PER L'UTILIZZO ENERGIA ELETTRICA

- Il fornitore di energia, in quanto mandatario del cliente, è titolare anche dei contratti relativi al servizio di trasporto e dispacciamento per conto del suo cliente
- Il fornitore è sostituto di imposta e riscuote anche le imposte sull'energia elettrica
- Il cliente finale paga al suo fornitore un importo che include tutti e tre i servizi e le imposte

E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 6

3

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 69 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 71 di 162

ACQUIRENTI DAL FORNITORE DI DEFAULT

- *Acquirenti non protetti (regime di salvaguardia):* acquirenti che non hanno optato per la fornitura al mercato libero e non aventi diritto al regime di maggior tutela.

  Il fornitore è l'operatore "esercente la salvaguardia", individuato tramite gare per ciascuna porzione di territorio: è un operatore del mercato (grossista) che si incarica di fornire tutti i clienti in salvaguardia su un territorio, alle condizioni definite in sede di gara.

E. Bompard - Sistemi Elettrici per l'Energia - 9

REGIMI DI PREZZO NEL MERCATO

Autorità en. elettrica e gas

- *Tariffa amministrata*: prezzi definiti dall'AEEG, sulla base dei costi di approvvigionamento dell'Acquirente Unico, per gli acquirenti in regime di maggior tutela;
- *Tariffa di salvaguardia*: prezzi definiti in base a gara territoriale vinta dal soggetto esercente la salvaguardia sulla base dei suoi costi;
- *Prezzo di contrattazione bilaterale*: prezzo stabilito tramite contrattazione bilaterale tra fornitore e acquirente del mercato libero;
- *Prezzo di borsa*: prezzo definito dall'intersezione della domanda e dell'offerta nella borsa elettrica.

E. Bompard - Sistemi Elettrici per l'Energia - 10

5

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 71 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 73 di 162

CONTRATTI FINANZIARI

- Un operatore che rischia di essere a corto di energia, se non agisce con anticipo, dovrà acquistare in borsa il quantitativo mancante. L'acquisto sarà al prezzo che la borsa maturerà al momento.
- Se invece non desidera essere sottoposto alla variabilità del prezzo di borsa, ha due possibilità:

1. provvedere in anticipo ad acquistare un quantitativo fisico di energia
2. sottoscrivere un contratto finanziario sul prezzo di borsa, che preveda la regolazione delle differenze di prezzo tra il prezzo di borsa ed il prezzo contrattuale (prezzo "strike").

TIPOLOGIA DI CONTRATTI

- Poniamo che il prezzo di acquisto del caso 1) o il prezzo strike del caso 2) siano 80 €/MWh e che il prezzo che si verifica poi in borsa sia 85 €/MWh.
- Nel caso 1) l'operatore non acquista in borsa perché ha l'energia acquistata dal fornitore e quindi paga 80 €/MWh.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 73 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 75 di 162

MERCATI DELL'ENERGIA ELETTRICA

I mercati organizzati per l'energia elettrica sono di due tipi:

- Mercato a pronti (MGP o spot): gestito dal GME
- Mercati a termine
  - IDEX (finanziario): gestito da Borsa Italiana
  - MTE (fisico): gestito dal GME

MERCATO A TERMINE TIPOLOGIE DI PRODOTTI

Per rendere agevoli gli scambi sul mercato a termine occorre definire alcuni standard: prezzi fissi, prodotti predefiniti

NOME PRODODOTTO	UM	RIFERIMENTO TEMPORALE PER IL PRODODOTTO
Base Load (Banda)	MW	24 h/giorno, tutti i giorni
Peak Load (Ore Piene)	MW	8 -20 dal lun al ven
Off Peak (Ore Vuote)	MW	0 – 8 e 20 – 24 + sab e dom

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 75 di 162

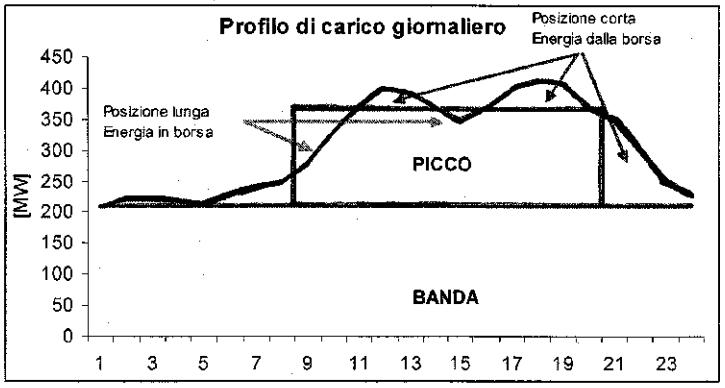
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 77 di 162

MERCATO A TERMINE: ESEMPIO 04.12.2007

- Sui mercati organizzati operano soggetti che hanno l'obbligo di alimentare i mercati: sono detti "Market Maker". Si impegnano a mantenere inserito un quantitativo minimo di offerte di vendita e di acquisto. Se una transazione viene eseguita, si impegnano a ripristinare i quantitativi offerti in tempi definiti (qualche minuto). I differenziali di prezzo (spread) tra quotazioni di acquisto e di vendita debbono restare entro limiti predefiniti (qualche €/MWh).
- In questo modo il mercato garantisce sempre la possibilità effettuare transazioni.

PROFILO DI CARICO E POSSIBILI PRODOTTI

- È quindi possibile comporre un profilo semplice coi prezzi di mercato: implica la regolazione verso la borsa spot (MGP) della posizione rimasta aperta



© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 77 di 162

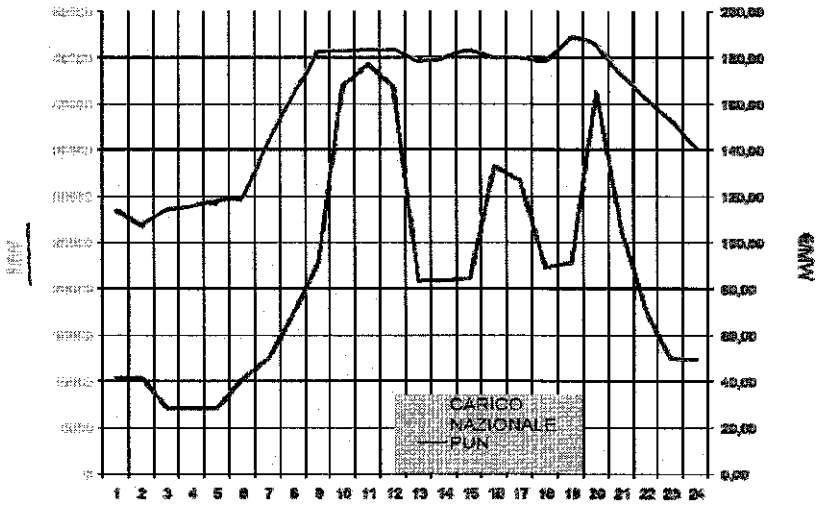
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 79 di 162

LE FASCE ORARIE

- Sul mercato spot il prezzo dell'energia varia ora per ora in funzione della domanda di energia in rete.
- Gli impianti di produzione devono fornire la potenza richiesta: alla punta entrano in esercizio anche quelli più flessibili e meno efficienti (più costosi).
- In base alle caratteristiche dei misuratori di energia elettrica, sarebbe anche possibile ribaltare al cliente un prezzo orario
- Inizialmente, in via normativa, sono state create delle fasce orarie: raggruppamenti di ore omogenee per livello di costo
- Attualmente l'AEEG definisce delle fasce orarie per gli ambiti regolati, ma spesso questa ripartizione viene utilizzata anche sul mercato libero
- Le fasce orarie consentono di trasferire al cliente un segnale di prezzo su una base chiara e stabile nel tempo

E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 25

CARICO E PREZZO – lunedì 22/10/2007



E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 26

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 79 di 162

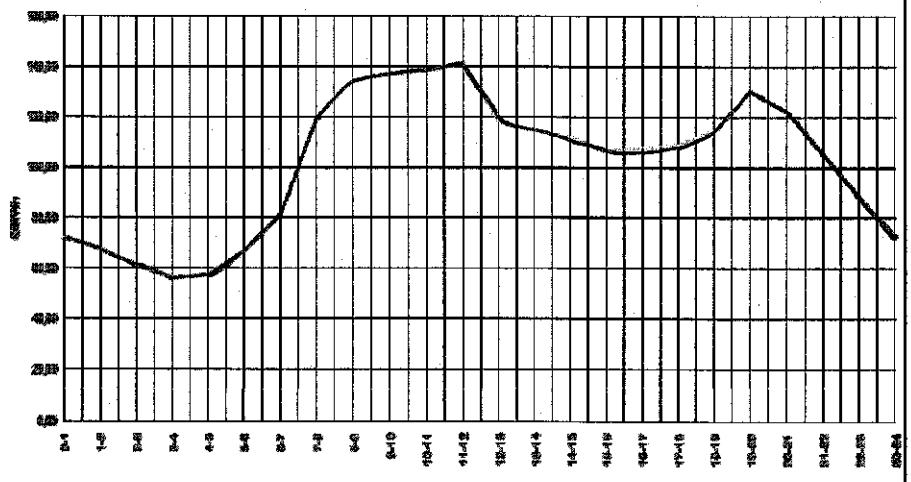
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 81 di 162

LE FASCE ORARIE

- Fasce orarie standard (internazionali):
  - *Ore piene (hp):* lunedì-venerdì dalle 8 alle 20
  - *Ore vuote (hv):* lunedì-venerdì dalle 0 alle 8 e dalle 8 alle 24 più sabato e domenica
- Fasce orarie stabilite dall'AEEG: → 3 fasce ~~(1,2,3)~~ F1, F2, F3 — più "pregiata"

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
lun	3	3	3	3	3	3	3	2													2	2	2	3
mar	3	3	3	3	3	3	3	2													2	2	2	3
mer	3	3	3	3	3	3	3	2													2	2	2	3
gio	3	3	3	3	3	3	3	2													2	2	2	3
ven	3	3	3	3	3	3	3	2													2	2	2	3
sab	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
dom	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

ANDAMENTO DEL PREZZO DELL'ENERGIA ELETTRICA NELLE FASCE – 24/09/2008



E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 30

15

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 81 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 83 di 162

LE FASCE ORARIE

Nei contratti bilaterali per i clienti finali, si trovano diverse definizioni di fasce orarie:

- 2 fasce: Picco e Vuote (o Peak e Off-peak)
  - lunedì-venerdì: segue la definizione internazionale, utilizzata anche nei mercati a termine; non ci sono festività infrasettimanali
  - Feriali: gli orari sono quelli standard, ma le festività infrasettimanali sono ore vuote
- 3 fasce: F1, F2 e F3 segue la definizione data dall'Autorità (definite alcune festività infrasettimanali)

PREZZI E FASCE ORARIE

Con la misura oraria qualunque definizione delle fasce è possibile, per cui è opportuno esaminare la relativa clausola contrattuale: indica quale prezzo viene applicato alle diverse ore di prelievo

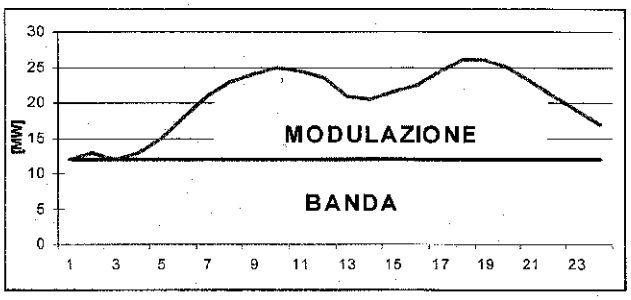
A parità di corrispettivi contrattuali un contratto con un periodo di ore piene più esteso comporta una spesa più elevata. Occorre valutare la spesa complessiva, non limitarsi al confronto dei corrispettivi.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 83 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 85 di 162

SCOMPOSIZIONE DEL PROFILO UTENTE: ENERGIA DI BANDA E DI MODULAZIONE

- Energia di Banda: è la componente del profilo non soggetta a variabilità
- Energia di Modulazione: è la componente variabile del profilo



ENERGIA DI BANDA E DI MODULAZIONE

- Un cliente con maggiori ore di utilizzazione ha necessariamente un carico più stabile:
  - ✓ energia di banda costituisce la maggior parte dell'energia consumata, piccola componente di energia di modulazione
  - ✓ minore variabilità nel profilo di consumo → maggior stabilità del prezzo
- Più modulazione vuol dire:
  - ✓ più energia di punta
  - ✓ più variabilità di prelievo, quindi minore capacità di previsione dei consumi

Ad esempio, una forte incidenza sui prelievi elettrici da parte del condizionamento estivo, oltre a aumentare la modulazione, implica una variabilità di prelievo in funzione della temperatura esterna

E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 38

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 85 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 87 di 162

COMPONENTI DEL COSTO DEL MWh ELETTRICO

- Il costo del MWh pagato è composto dal costo dell'energia elettrica (somministrazione), dal costo dei servizi di rete (trasporto+dispacciamento) , dalle maggiorazioni e dalle imposte
- Il costo della somministrazione viene fissato in esito alla contrattazione bilaterale con il fornitore prescelto
- Il costo dei servizi di rete per un acquirente collocato in un certo punto delle rete è costante e dipende dal livello di tensione
- Le maggiorazioni e le imposte sono fissate in via normativa

È indipendente dal fornitore

E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 41

COMPONENTI DI COSTO DEL MWh ELETTRICO PER UTENTE DI TIPO MT - 2007

Energia	Costo di generazione e sbilanciamento	80	51,9
Dispacciamento	Costi del sistema	10	6,5
Trasporto	Costi di rete di trasmissione e distribuzione	15	9,7
Maggiorazioni	Oneri legati a specifiche questioni	23	14,9
Imposte	Tasse erariali e addizionali	12	7,8
IVA	fissata al 20 %, tranne per usi domestici e industrie manifatturiere (10%)	14	9,1
TOTALE		154	100

E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 42

$$Costo = \underbrace{C_{en}}_{\text{Somministrazione}} + \underbrace{C_{disp} + C_{trasm}}_{\text{Servizi di rete}} + C_{maggiorazioni} + C_{tasse}$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 87 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 89 di 162

FLUSSI ENERGETICI ESTERNI O PRIVILEGIATI

- Ciascun cliente ha diritto, in base ai propri consumi, all'accesso a due fonti privilegiate di energia:
  - ✓ Energia di importazione
  - ✓ Energia "CIP 6"
- Queste fonti, essendo più convenienti ma limitate, vengono ripartite in base al volume di ciascun cliente
- Per semplicità non sono assegnate direttamente al cliente, ma al grossista titolare del contratto di dispacciamento
- Per i clienti in regime di maggior tutela, queste fonti sono assegnate all'Acquirente Unico
- I vantaggi dell'accesso a queste fonti si traducono per il cliente in un minor prezzo di acquisto dell'energia

E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 45

Il grossista fa da interfaccia tra venditore e acquirente → Serve perché l'utilizzatore, non avendo profilo di potenza costante, ha bisogno del grossista (broker) che, avendo tanti clienti, può aggregarli per avere un profilo + piatto e acquistare dai produttori che tipicamente forniscono a P=cost

FLUSSI ENERGETICI ESTERNI O PRIVILEGIATI

- **Importazioni:** i flussi di potenza importati sono limitati dalla capacità delle linee di interconnessione
  - ✓ La scarsità della risorsa è allocata con criteri economici => Asta per i diritti di interconnessione
  - ✓ Chi si aggiudica l'interconnessione paga il pedaggio offerto per far transitare energia
- **CIP 6:** è energia nella disponibilità del GSE (Gestore Servizi Elettrici), ritirata da produttori di fonti rinnovabili o assimilate a condizioni privilegiate (Provvedimento CIP 6/92)
  - ✓ Inizialmente per aumentare le disponibilità di energia sul mercato libero, questa energia è stata assegnata sotto forma di banda piatta ai titolari del contratto di dispacciamento, in proporzione alla potenza media, a prezzi inferiori a quelli previsti dal mercato

E. Bompard - Sistemi Elettrici per l'Energia - 46

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 89 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 91 di 162

PRODUTTORI

Le caratteristiche degli impianti hanno alcune peculiarità che li rendono poco adatti ad una fornitura diretta ad un cliente finale:

- ✓ Potenza massima variabile stagionalmente
- ✓ Potenza di minimo tecnico
- ✓ Flessibilità, modalità di spegnimento e riavvio
- ✓ Periodi di manutenzione
- ✓ Fuori servizio imprevisti

Il produttore offre in borsa la sua disponibilità: nelle ore di prezzo più basso può accettare di produrre in perdita, a condizione che nelle ore piene contigue riesca a recuperare la redditività persa: altrimenti ha convenienza a spegnere (ad es. ciclo feriale + fine settimana)

DISTRIBUTORI

- ❑ *Distributore*: serve coloro che non optano per il libero mercato e hanno diritto al regime di maggior tutela; per questi clienti costituisce il fornitore di ultima istanza

- ❑ In ogni caso il Distributore è titolare del servizio di trasporto, la cui tariffa viene regolata in via amministrativa.

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 91 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 93 di 162

VOLUME APERTO E CHIUSO

- In un contratto tra operatori del mercato (grossisti) il volume viene stabilito al momento della definizione del contratto: si parla di **volume chiuso**. Il caso tipico è un prodotto standard: un acquisto di 20 MW in ore piene definisce il profilo orario dell'energia acquistata su tutto il periodo.
- Questo non è possibile in un contratto di fornitura ad un cliente finale, il cui prelievo si realizza sul momento. Alla definizione del contratto è possibile solo stabilire una previsione di consumo, a cui si fa riferimento per le valutazioni contrattuali.* Il cliente avrà facoltà di prelevare un quantitativo diverso, conforme alle sue necessità del momento: si parla allora di **volume aperto**. Il fornitore si tiene il rischio della variazione di volume. In alcuni contratti esistono clausole che prevedono la revisione del contratto in caso di scostamenti significativi dalle previsioni.

È dove si gioca la bravura del grossista

PREVISIONI DI PRELIEVO

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 93 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 95 di 162

COSTO DELLO SBILANCIAMENTO UC

- Uno *sbilanciamento* ha luogo quando si osserva una disparità tra previsione e consumo effettivo
- Il cliente è libero di prelevare in ogni ora il quantitativo di energia di cui necessita
- L'energia programmata viene pagata PUN (o P); all'energia prelevata in sbilanciamento è associato un costo diverso, determinato anche in relazione al tipo di sbilanciamento complessivo della zona (uno sbilanciamento di segno opposto a quello della zona, non ha particolare aggravio, perché tende a "compensare" lo sbilanciamento generale:

		Sbilanciamento della zona	
		Positivo	Negativo
Sbilanciamento UC	Positivo	max (MSD a salire, MGP)	MGP
	Negativo	MGP	min (MSD a scendere, MGP)

L'impatto che ho sul sistema dipende dalle condizioni del sistema:
* Se ho + produz. che carico
  - se aumento il carico ☺
  - se abbasso il carico ☹

ESEMPIO: SBILANCIAMENTO UC

- Acquisto programmato: 100 MW
- Acquisto effettivo: 90 MW
- Si paga 100 MW·PUN – 10 MW·Prezzo sbilanciam.
- Prezzo sbilanciamento ≤ PUN (= PUN se la zona nel suo insieme ha sbilanciato in senso opposto)

- Acquisto programmato: 100 MW
- Acquisto effettivo: 110 MW
- Si paga 100 MW·PUN + 10 MW·Prezzo sbilanciam.
- Prezzo sbilanciamento ≥ PUN (= PUN se la zona nel suo insieme ha sbilanciato in senso opposto)

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 95 di 162

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 97 di 162

IL CONTRATTO DI FORNITURA

- I contratti normalmente sono annuali e seguono l'anno solare
- Trattano il prezzo della somministrazione di energia, gli altri servizi sono fatturati nell'ambito della stesso contratto, il fornitore è titolare dei relativi contratti per delega
- Il cliente dà un'indicazione di massima del volume che preleverà (normalmente dati storici aggregati)
- Ci sono clausole "deboli" sulla conformità a tali previsioni (possibilità di revisione del contratto in caso di scostamenti significativi e ripetuti)

E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 61

IL CONTRATTO DI FORNITURA

- Possono esservi premi per il cliente che formula periodicamente previsioni aggiornate
- Il beneficio di Import e CIP6 è normalmente compreso nei prezzi: a volte è quantificato e soggetto a revisione in caso di variazioni normative
- Gli oneri per emissioni di gas serra sono spesso compresi nel prezzo
- La fatturazione è mensile
- Pagamenti a 20 g data fattura o fine mese data fatt.
- Premi o penali per regolarità dei pagamenti

E. Bompard – Sistemi Elettrici per l'Energia - 62

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 97 di 162