



DGAS

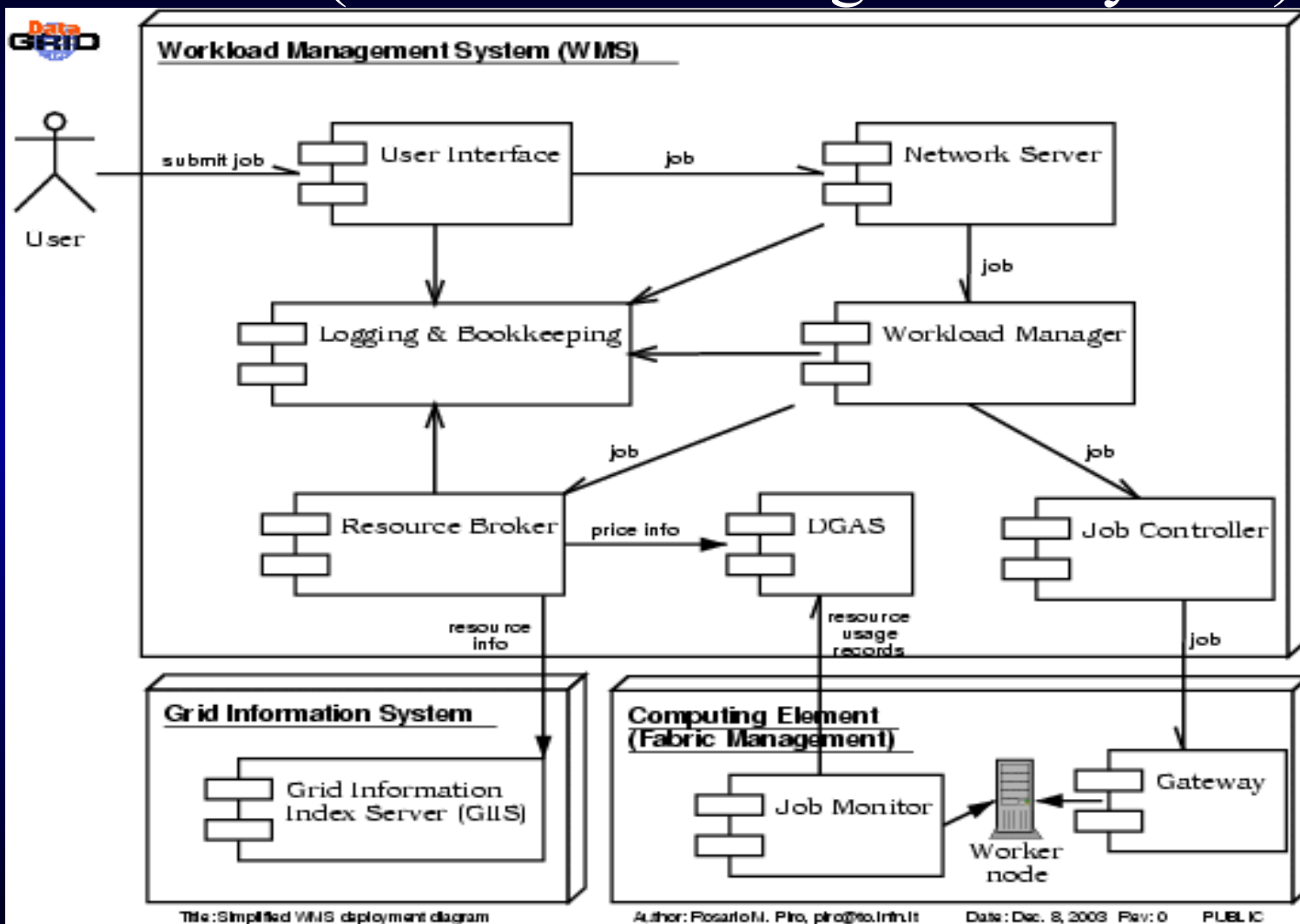
Accounting economico e bilanciamento del carico di lavoro per la European DataGrid

Rosario M. Piro

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) – Sezione di
Torino

10 dicembre 2003

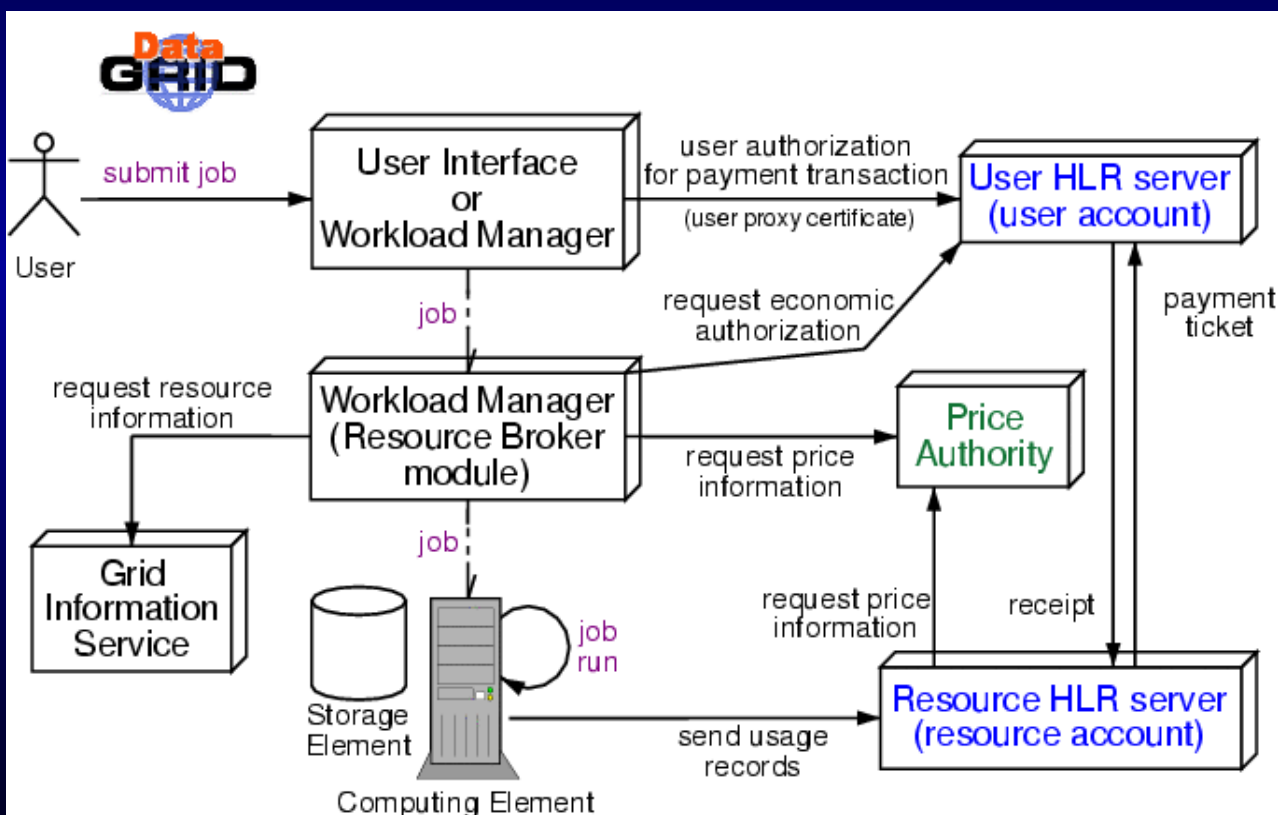
Il sistema di gestione del carico di lavoro dell'EDG (Workload Management System)



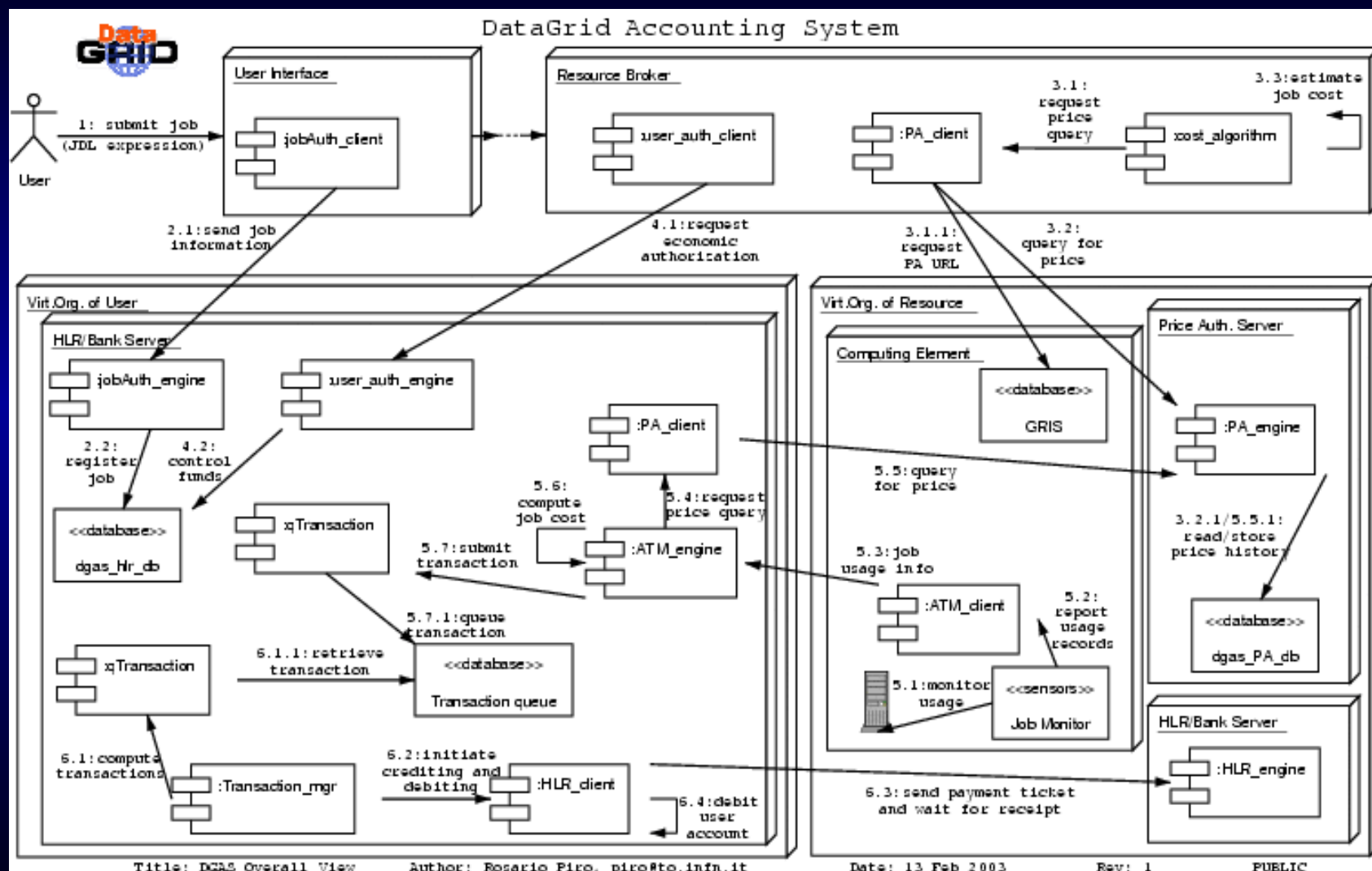
- tenere traccia dell'**utilizzo delle risorse** da parte dei singoli utenti ==> impedire l'utilizzo illecito
- aiutare il Workload Management System (WMS) a **bilanciare il carico di lavoro** tramite il supporto del *brokering economico* di risorse computazionali ==> facilitare lo scambio giusto e bilanciato delle risorse condivise
- principio fondamentale: ogni entità della Grid (utenti, Computing Elements, Storage Elements,...) spende o guadagna “GridCredits” (moneta virtuale).
- alcuni esempi:
 - Organizzazioni virtuali (VO) possono ridistribuire i GridCredits guadagnati dalle proprie risorse ai propri utenti.
 - gli utenti possono sottomettere un job soltanto se hanno i fondi necessari.
 - i Computing Elements possono comprare l'accesso agli Storage Elements.
 - un Storage Element può comprare un file da un'altro Storage Element.

L'infrastruttura di DGAS

Il **DataGrid Accounting System (DGAS)** è un componente opzionale del Workload Management System (WMS) del progetto European DataGrid (EDG)



L'infrastruttura di DGAS



Struttura

- DGAS è composto da due servizi base:
 - **Servizio di banca:** ogni entità (utente, CE,...) ha un conto (account) su un server chiamato *Home Location Register (HLR)*. Ogni VO ha in genere un HLR.
 - **Price Authority:** Il servizio responsabile per assegnare i prezzi alle risorse della Grid. Una PA per VO.
- la struttura decentralizzata e il numero arbitrario di HLR e PA assicurano una buona scalabilità.
- DGAS viene completato da un *modello economico*: le PA possono applicare diversi algoritmi di pricing (DLL, librerie a caricamento dinamico). Diversi schemi di pricing portano a comportamenti diversi della Grid.

Caratteristiche del software

- **Modularità:** espansione e personalizzazione facilitate.
- **Struttura client/server:** flessibilità.
- **Protocollo di comunicazione basato su XML :** facilità di interfacciamento col sistema da parte di terzi.
- **Sviluppato usando standard riconosciuti:** C/C++, XML, MySQL, Globus GSI (per l'autenticazione e la comunicazione sicura).

 *DGAS può essere facilmente adattato per altri progetti Grid con necessità simili.*

Schemi di pricing per il brokering economico (I)

- scopo: migliorare il bilanciamento del carico di lavoro basando la selezione della risorsa su principi economici.
- esaminare schemi di pricing che non calcolano o approssimano un prezzo di equilibrio globale, ma determinano i prezzi delle risorse “localmente” (per singole risorse):
 - richiede meno informazioni (meno traffico di rete)
 - approccio decentralizzato
 - rispetta le policy locali delle singole VO

Schemi di pricing per il brokering economico (II)

- Hybrid Pricing Model:

$$price = P_0 + \Delta P \frac{W - \frac{1}{2}W_{max}}{\frac{1}{2}W_{max}} \quad 0 \leq W \leq W_{max}$$

- parametri statici: prezzo di base P_0 , limite di variazione ΔP e tempo di attesa della coda (Queue Wait Time) massimo W_{max}
- parametro dinamico: tempo di attesa della coda attuale W (viene stimato)
 - ==> prezzo varia dinamicamente tra $P_0 - \Delta P$ e $P_0 + \Delta P$
 - semplicità e overhead computazionale basso.
 - limiti fissi delle variazioni del prezzo impediscono una degenerazione (inflazione) del prezzo a lungo termine.
 - richiede una stima accurata del QWT attuale.

Schemi di pricing per il brokering economico (III)

- Derivative Follower Model:

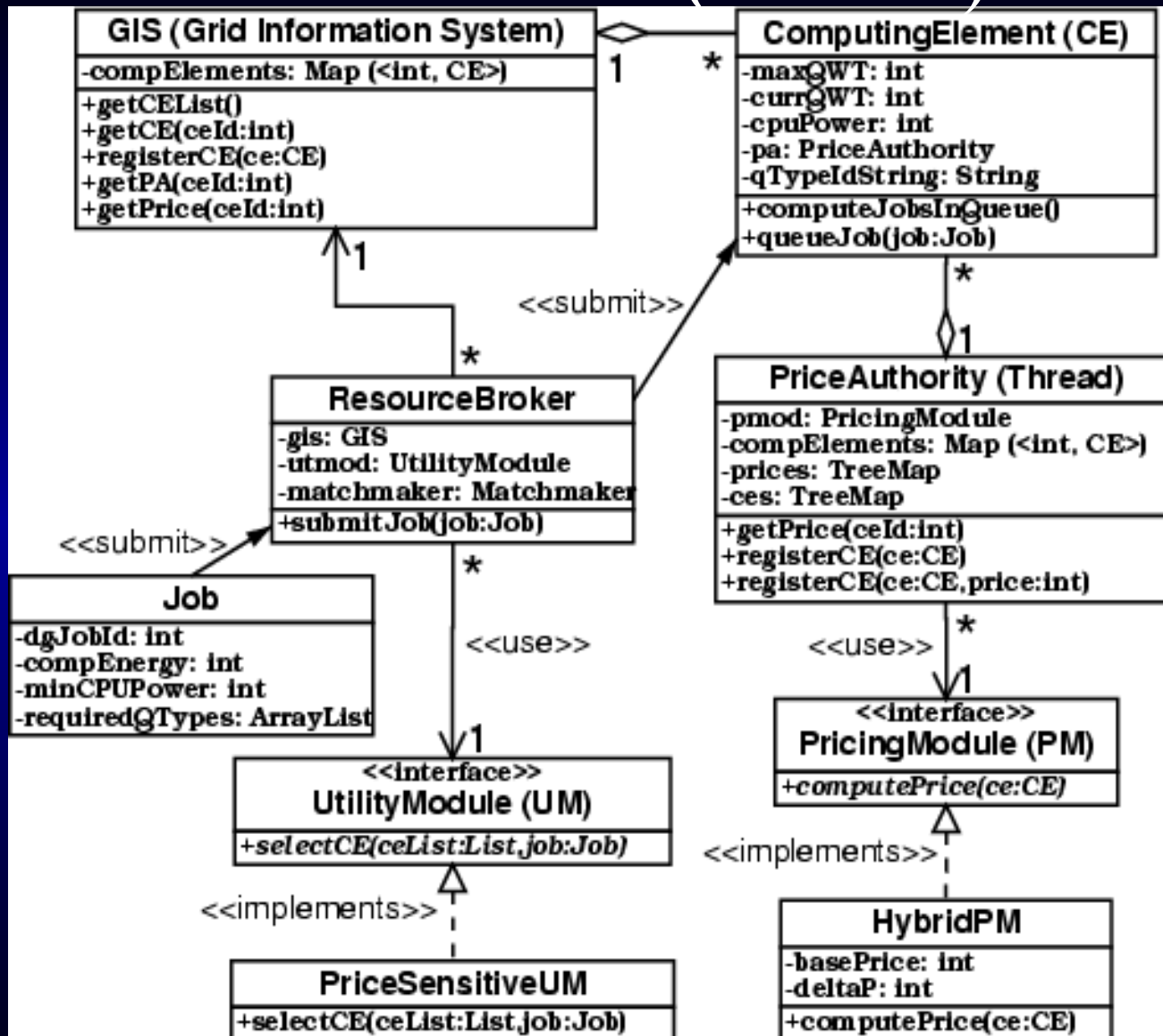
(Kephart et al., 2000; van Bragt et al., 2002)

- approssima i prezzi di equilibrio della teoria del gioco (domanda uguale a offerta) aumentando/diminuendo man mano il prezzo finché il livello di profitto osservato non cada, allora la direzione dell'aggiustamento del prezzo viene invertita.
- problema: può bilanciare il carico di lavoro in arrivo, ma non considera un eventuale sbilancio delle code preesistente.
- adattamento possibile per DGAS: usando il QWT e le sue variazioni per stimolare gli aggiustamenti del prezzo (invece del profitto).

Attività attuali

- **integrazione** finale di DGAS nel software di EDG.
- piani per il **deployment** di DGAS sul testbed di INFN-Grid (testbed dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare).
- programma di simulazione **DGAS-Sim** per studiare l'impatto di diversi schemi di pricing sul carico di lavoro di risorse simulate (sono state effettuate prime simulazioni dell'Hybrid Pricing Model, ma l'attività non è conclusa).

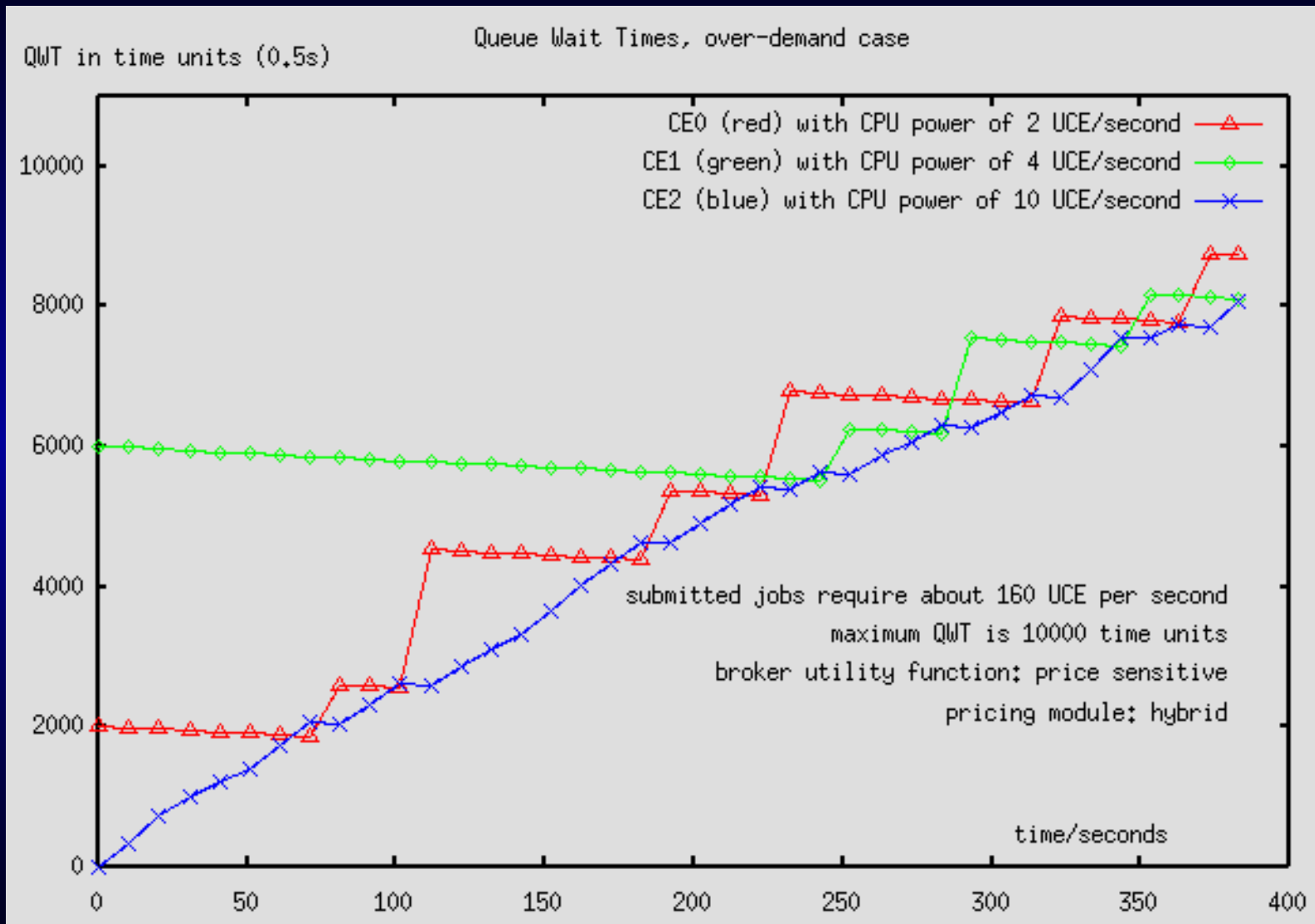
DGAS-Sim(ulator)



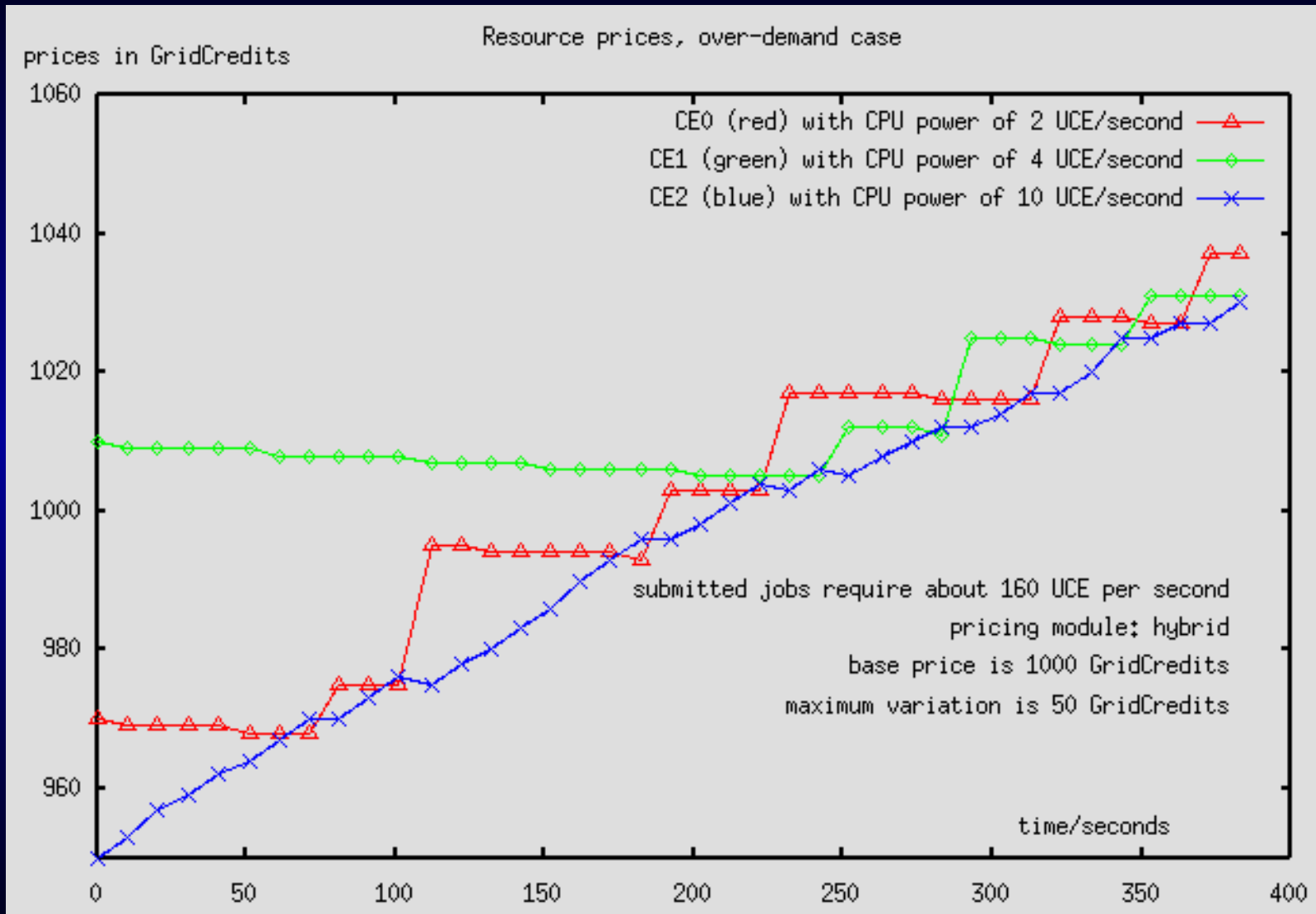
Prime simulazioni

- Funzione di utilità sensibile al prezzo (il RB semplicemente seleziona la risorsa con il prezzo più basso)
- HPM con un limite basso per le variazioni del prezzo ($\pm 5\%$), aggiornamenti del prezzo ogni 10 secondi
- numero basso di CE (risorse)
- Tempi di attesa delle code inizialmente sbilanciati
- Casi:
 - domanda superiore all'offerta
 - domanda inferiore all'offerta
 - equilibrio di mercato (domanda = offerta)

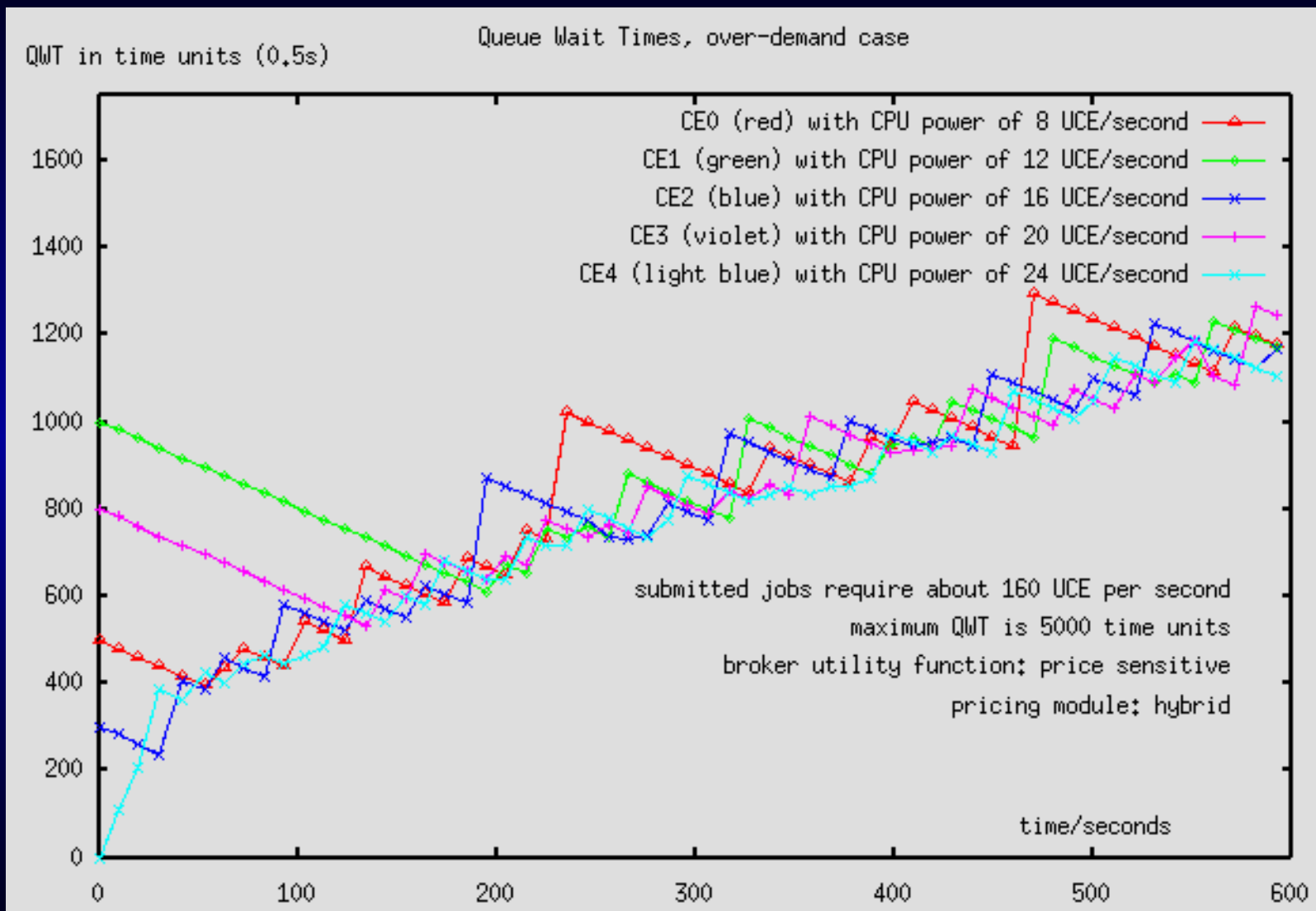
Primi risultati: domanda superiore all'offerta (I)



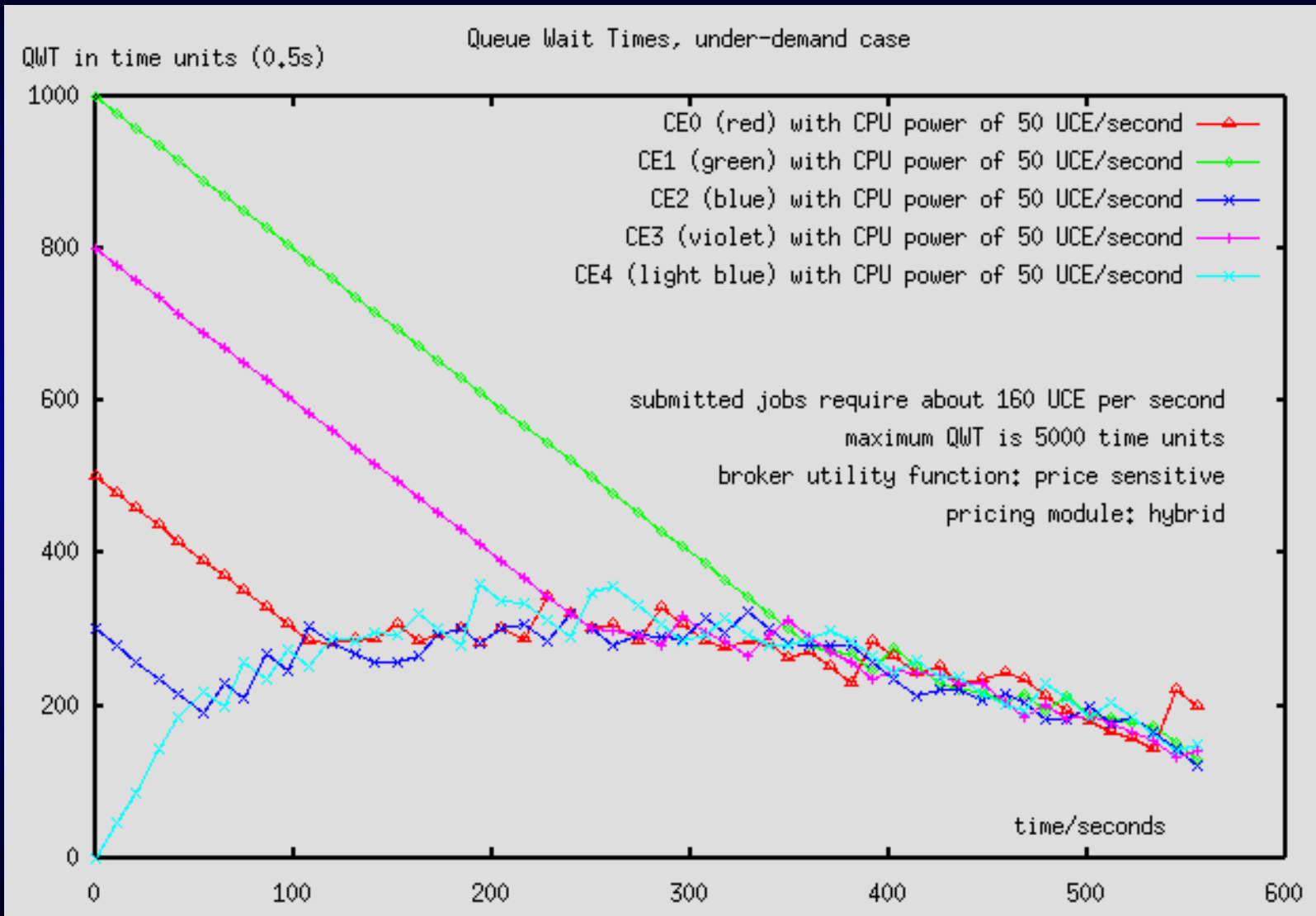
Primi risultati: domanda superiore all'offerta (II)



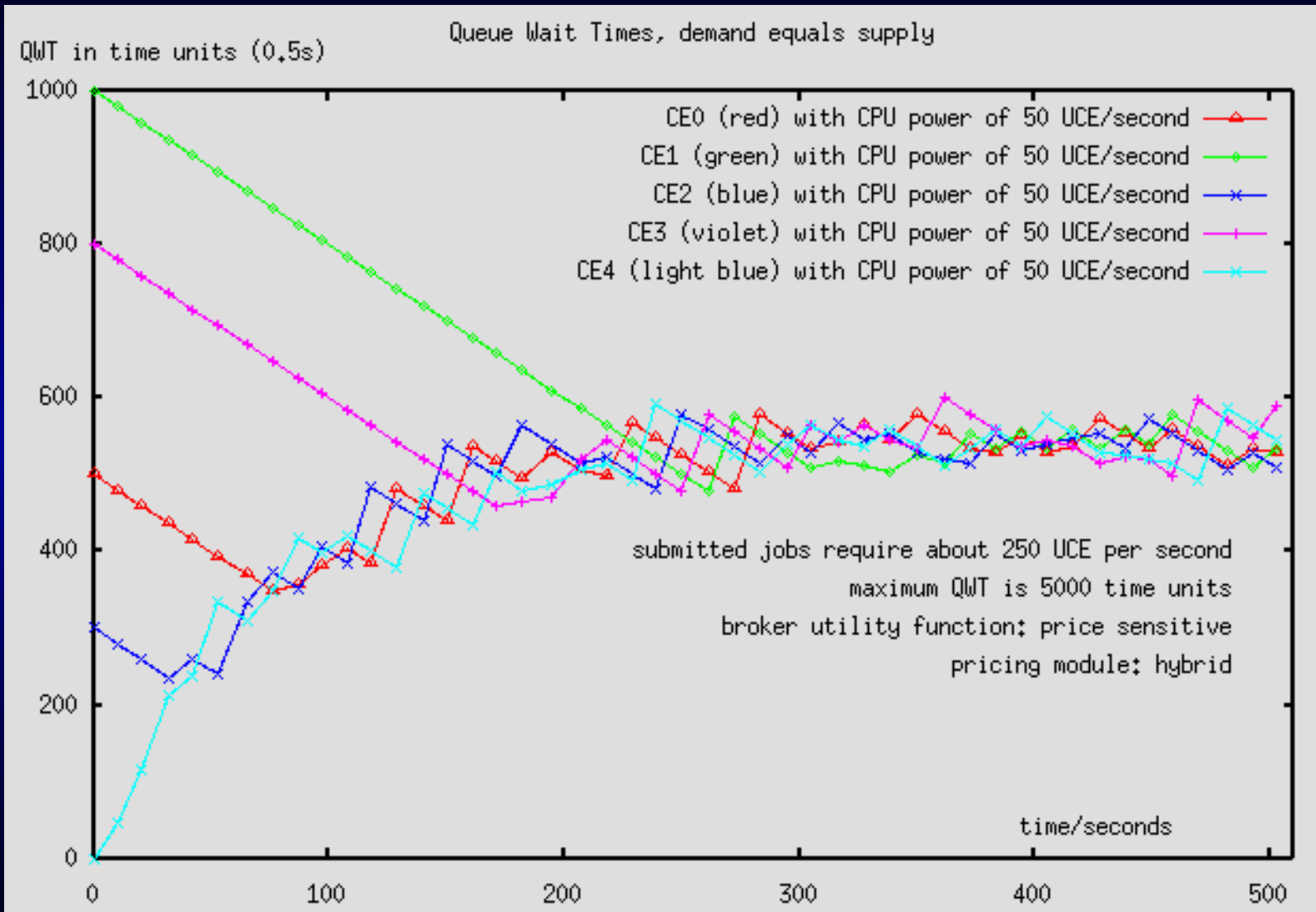
Primi risultati: domanda superiore all'offerta (III)



Primi risultati: domanda inferiore all'offerta



Primi risultati: equilibrio di mercato



Vantaggi e svantaggi del Hybrid Pricing Model

- semplicità e overhead computazionale basso.
- limiti fissi delle variazioni del prezzo impediscono una degenerazione (inflazione) del prezzo a lungo termine.
- richiede la definizione dei QWT massimi per classi di code predefinite (per esempio: code corte, medie, lunghe ...)
- richiede una stima accurata del QWT attuale (e quindi una stima dei tempi di esecuzione dei singoli job/applicativi).
=> possibile: stima dell'utente o stima automatica basata sull'informazione storica/statistica di job simili.
- richiede accordi su prezzi di base P_0 e limiti di variazione ΔP comuni per poter effettuare decisioni di scheduling ottime.

Attività future

- Simulazione di ambienti di Grid più realistici:
 - tener conto dei dati richiesti da parte delle applicazioni e del traffico di rete => combinazione di DGAS-Sim con OporSim (WP2)?
 - le Price Authority potrebbero *applicare diversi schemi di pricing* contemporaneamente (diverse policy delle singole VO).
 - simulazione di funzioni di utilità per gli RB (per la selezione delle risorse) che considerano *diverse preferenze dei job*.

Esempio: le analisi di esperimenti della fisica delle alte energie richiedono molti dati e mirano ad un tempo di accesso ai dati basso oltreché ad un prezzo basso delle risorse; mentre simulazioni Monte-Carlo mirano ad alte prestazioni di calcolo oltreché ad un prezzo basso.

- Studio del Derivative Follower Model