

# QUALE RUOLO PER I SYSTEM Z NELL'ERA DIGITALE?

CLAUDIO MARIA PERFETTO  
Bloom.it, maggio 2019

## SOMMARIO

In un articolo pubblicato su *Le Monde* nel 1948 il domenicano padre Dominique Dubarle, recensendo il libro sulla Cibernetica di Norbert Wiener, ipotizzava una macchina in grado di raccogliere dati sulla produzione e sul mercato tale da poter supportare i Governi nella gestione della tradizionale macchina dello Stato. Tale macchina di governo, la *machine à gouverner* di padre Dubarle, è oggi una realtà nei Centri di Elaborazione Dati (CED) gestiti dai *mainframe* IBM System z. Il presente articolo mostra come il CED sia simile a una nazione in scala ridotta e come la nazione digitale sia simile a un CED su scala più ampia; e mostra come il modello di gestione della produzione del CED, applicato alla nazione digitale, offra la soluzione al problema della disoccupazione generazionale, il maggiore problema della nostra era digitale.

**Parole chiave:** System z, macchina di governo, moneta digitale, economia digitale, nazione digitale.

## 1. Introduzione

Nell'articolo *Vers la machine à gouverner* pubblicato su *Le Monde* nel 1948 il domenicano francese padre Dominique Dubarle, professore di filosofia, in occasione della recensione del libro di Wiener *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, così si esprimeva (il testo è riportato in [1]):

Non si potrebbe immaginare una macchina che raccolga questo o quel tipo di informazione, per esempio dati sulla produzione e sul mercato; e che poi determini, in base alla psicologia media degli uomini e alle quantità che è possibile misurare in un caso specifico, quale possa essere il probabile sviluppo della situazione? Non si potrebbe immaginare persino un apparato statale che abbracci tutti i sistemi di decisioni politiche, sia in un regime di diversi Stati distribuiti sulla terra, sia in quello, in apparenza assai più semplice, di un governo unificato del nostro pianeta? Allo stato attuale delle cose nulla c'impedisce di pensare ciò. Possiamo immaginare il giorno in cui la *machine à gouverner* interverrà per compensare – sia nel bene che nel male – le attuali,

palesi insufficienze del nostro cervello allorché quest'ultimo deve occuparsi della tradizionale macchina dello Stato.

L'idea espressa da padre Dubarle è oggi realtà nei Centri di Elaborazione Dati — l'insieme di persone e tecnologie informatiche su cui si basa l'erogazione dei servizi informatici — dove il *mainframe* (la macchina di governo, appunto), raccogliendo grandi moli di dati sia dall'interno che dall'esterno del CED, sovrintende in modo automatico al governo della produzione dei servizi informatici, sincronizzando il lavoro di migliaia di persone e gli accessi a migliaia di dispositivi digitali in modo da seguire la pianificazione stabilita e di conseguire gli obiettivi fissati dal management del Centro di Elaborazione Dati.

La *machine à gouverner* è realtà anche nella società in cui viviamo: sebbene operi a uno stato ancora embrionale, è certamente riconoscibile nella *gig economy*.

La *gig economy* è una forma di «lavoro organizzato mediante piattaforme online» [2]. Si tratta, in sostanza, di lavoro *on demand*, come quello, per esempio, della consegna di cibo a domicilio: basta avere una bicicletta, uno smartphone, iscriversi al sito dell'impresa che gestisce il servizio a domicilio e attendere che l'algoritmo dell'applicazione ingaggi il “rider” (così viene chiamato il lavoratore che consegna cibo a domicilio).

Con l'estendersi della connettività digitale tra imprese, consumatori e Pubblica Amministrazione, nulla ci impedisce di pensare che il lavoro organizzato mediante piattaforme online possa estendersi dal settore microeconomico a quello macroeconomico, realizzando in pieno la visione di padre Dubarle.

Se un Centro di Elaborazione Dati si comporta come una nazione, una nazione a elevata vocazione digitale si comporterà come un Centro di Elaborazione Dati su scala più ampia. Il CED, quindi, non solo può fungere da laboratorio per esperimenti di economia, ma, in qualità di prototipo di economia digitale pura in cui si producono beni e servizi digitali a mezzo di tecnologie digitali utilizzando come moneta di scambio la moneta digitale (*service unit*), si rivela anche un modello di riferimento col quale prevedere come sarà l'evoluzione delle nazioni a elevata vocazione digitale.

## 2. Analogie tra il Centro Elaborazione Dati e la nazione

Alla base dell'attività economica c'è il concetto di "scarsità". La limitatezza dei mezzi rispetto alla molteplicità degli scopi rende le risorse scarse e, di conseguenza, soggette a razionamento. A causa della scarsità delle risorse un sistema economico (come la nazione) si trova a dover affrontare scelte di produzione e decidere cosa, come e per chi produrre.

Un sistema informatico (come il CED) si trova dinanzi ad analoghe scelte di produzione: quante risorse hardware allocare all'ambiente *online* e quante all'ambiente *batch*? In che modo allocare le risorse per ottenere il miglior rapporto costo/prestazioni? A quanti e a quali utenti dare servizio?

Un sistema economico e un sistema informatico si trovano, dunque, ad affrontare le medesime scelte di produzione. Ciò è dovuto al fatto che sia la produzione di un bene sia l'elaborazione dei dati sono fondamentalmente lo stesso processo; varia l'oggetto della produzione: il «bene» nel caso del sistema economico, e il «dato» nel caso del sistema informatico.

Oltre alla somiglianza tra il processo di elaborazione dati e il processo di produzione dei beni, vi è anche somiglianza di comportamenti tra gli agenti informatici (management, utenti ed elaboratori) e gli agenti economici (Governo, famiglie e imprese).

Il management del CED e gli organi istituzionali della nazione (Governo e Banca Centrale) hanno obiettivi analoghi e adottano politiche analoghe. Gli obiettivi del management sono di fornire i servizi informatici a chiunque li richieda, senza far aumentare i tempi di risposta. Tali obiettivi si traducono in Politiche di Servizio (*Service Policy*), i cui strumenti sono il *Performance Management* e il *Capacity Planning* e vengono comunicati all'elaboratore centrale (il *mainframe*) che avrà il compito di attuarli. Gli obiettivi del Governo e della Banca Centrale consistono nel raggiungere la piena occupazione senza far aumentare il livello dei prezzi (inflazione) — ovvero mantenendo il tasso di inflazione sotto ma vicino al due per cento —. Per raggiungere tali obiettivi le Istituzioni utilizzano strumenti di Politica economica: la Politica fiscale (di competenza del Governo) e la Politica monetaria (di competenza della Banca Centrale).

Gli utenti del CED e le famiglie della nazione hanno bisogni analoghi che vengono soddisfatti con mezzi analoghi. Il bisogno dell'utente è di ottenere un dato, un'informazione, eseguire, in sostanza, una transazione elettronica, e soddisfa il suo bisogno impiegando il proprio lavoro, ovvero digitando sulla tastiera i dati da fornire al computer per l'esecuzione della transazione. Se il tempo di risposta (che è il tempo che il sistema impiega per elaborare la transazione) è basso, l'utente è soddisfatto; in caso contrario, l'utente sarà insoddisfatto del servizio ricevuto. Il bisogno della famiglia, invece, è di consumare beni reali (cibi, vestiti), e per soddisfarlo offre il proprio

lavoro in cambio di un salario. Se il salario è alto, la famiglia sarà soddisfatta; in caso contrario, sarà insoddisfatta. Sebbene i bisogni dell'utente e quelli della famiglia sembrano a prima vista differenti, tuttavia hanno la stessa natura. Infatti, eseguire una transazione equivale a "consumare" una transazione; se identifichiamo la transazione (il cui numero di esecuzioni è più facile da misurare rispetto alla quantità di dati scritti) con il bene, allora la proposizione "eseguire una transazione" equivale alla proposizione "consumare un bene". Inoltre, sebbene il tempo di risposta dell'utente sembri non avere relazione con il salario della famiglia, osserviamo che il tempo di risposta dipende inversamente dalla velocità del servizio (*service rate*): quanto più il sistema è veloce nel rispondere (ovvero, quanto più è alto il *service rate*), tanto più il tempo di risposta è basso. Quindi, affermare che l'utente sarà soddisfatto quando riceve un tempo di risposta basso equivale a dire che sarà soddisfatto quando riceve un *service rate* alto. Il *service rate* che l'utente riceve a fronte del proprio lavoro corrisponde al salario che il lavoratore riceve a fronte del proprio lavoro. Pertanto, sia il livello di soddisfazione dell'utente che quello della famiglia dipendono da grandezze omologhe: *service rate*/salario.

Gli elaboratori del CED (in particolare i *mainframe* gestiti dal sistema operativo IBM z/OS) e le imprese della nazione utilizzano analoghi fattori di produzione e adottano un'analogia logica di produzione. I fattori di produzione che il *mainframe* impiega sono il lavoro (degli utenti) e il capitale (CPU, memoria centrale e dischi), mentre la logica che adotta è la seguente: se l'utilizzo delle risorse è basso, il sistema aumenta il carico di lavoro incrementando il numero di utenti che lavorano (livello di multiprogrammazione); se l'utilizzo delle risorse è alto, il sistema esegue l'operazione opposta, diminuisce il carico di lavoro decrementando il livello di multiprogrammazione. Per quanto riguarda le imprese, i fattori di produzione che utilizzano sono il lavoro (delle famiglie) e il capitale (macchinari, edifici, computer), e la logica che adottano — detta in termini semplici — è la seguente: se il tasso di interesse è basso, l'impresa aumenta gli investimenti e quindi aumenta il numero di lavoratori; se il tasso di interesse è alto, l'impresa riduce gli investimenti e quindi riduce il numero di lavoratori (questa logica è molto semplificata; un'impresa investe non solo a fronte di un tasso di interesse conveniente ma anche — e soprattutto — a fronte di prospettive concrete di vendita dei propri prodotti. Inoltre, gli investimenti dipendono non solo dal tasso di interesse ma anche dal reddito, cioè dal profitto che l'impresa realizza con le vendite). La logica dell'impresa si basa sul tasso di interesse del denaro (oltre che, naturalmente, sulle aspettative di vendita dei propri prodotti), mentre la logica del *mainframe* si basa sul tasso di utilizzo delle risorse. Riflettendoci bene, in economia c'è una stretta relazione fra tasso di interesse e tasso di utilizzo. Quando l'economia "tira" — cioè quando vi è una crescita dei consumi — le risorse produttive tendono a saturarsi (cioè si accresce il tasso di utilizzo della capacità produt-

tiva). Il maggiore utilizzo delle risorse (non solo dei macchinari ma anche della forza lavoro) esercita una certa pressione sui prezzi. Per contenere la tendenza al rialzo dei prezzi la banca centrale aumenta il tasso di interesse. Quindi c'è una relazione diretta tra utilizzo della capacità produttiva e tasso di interesse. Quello che ci preme evidenziare, però, è che sia il tasso di interesse su cui interviene la banca centrale sia il tasso di utilizzo di cui il *mainframe* tiene conto per prendere le sue decisioni svolgono la medesima funzione nel meccanismo di regolazione del processo di produzione. Volendo semplificare al massimo, la funzione del tasso di utilizzo e del tasso di interesse nel meccanismo di regolazione della produzione sono descrivibili nel modo seguente: quando il tasso di utilizzo o il tasso di interesse aumenta, il livello di occupazione diminuisce; quando il tasso di utilizzo o il tasso di interesse diminuisce, il livello di occupazione aumenta.

### 3. Applicazioni dell'economia all'informatica

#### 3.1 Il Centro Elaborazione Dati dal punto di vista della produzione

Le analogie che abbiamo descritto presentano il CED sotto una nuova luce, come un centro di "produzione di servizi", piuttosto che come centro di "erogazione di servizi" (come tradizionalmente viene considerato). Erogazione è sinonimo di produzione; ma, mentre nel caso della erogazione del servizio la descrizione del processo di elaborazione dati si basa sull'utilizzo di modelli matematici della teoria delle code, nel caso della produzione del servizio lo stesso processo di elaborazione dati si basa sull'utilizzo di modelli matematici della teoria economica della produzione.

Per potere applicare i modelli economici all'elaborazione dei dati è necessario stabilire la corrispondenza tra grandezze economiche e grandezze informatiche. Tale corrispondenza è riportata in Tab. A.1 in Appendice. Questo nuovo approccio all'analisi del processo di elaborazione dati basato sulla produzione è chiamato "economica", il neologismo che identifica l'approccio all'analisi delle performance elaborative che utilizza concetti, modelli e metodi di analisi sia dell'economia che dell'informatica.

#### 3.2 La domanda aggregata e la legge di Little

In Analisi Operazionale il *service demand*  $D_k$  è definito come il prodotto tra il numero medio di visite  $V_k$  alla risorsa  $k$  e il tempo medio di servizio  $S_k$  per richiesta. In formule:  $D_k = V_k S_k$  [3]. In economia il *service demand* viene sostituito dalla domanda aggregata.

Prima di descrivere la legge di Little come domanda aggregata è necessario spendere qualche parola sulla seguente relazione economica dovuta a Keynes [4]:

$$\text{Reddito} = \text{Consumo} + \text{Investimento} \quad (3.1)$$

che in termini algebrici è esprimibile nella forma:

$$Y = C + I \quad (3.2)$$

dove:

- $Y$  è il reddito (PIL — Prodotto Interno Lordo);
- $C$  è la funzione del consumo, espressa dall'equazione  $C = C_0 + cY$ , essendo  $C_0$  la componente esogena del consumo (indipendente dal reddito),  $c$  la propensione marginale al consumo (il suo complemento a 1 è la propensione marginale al risparmio  $s$  ovvero:  $s = 1 - c$ ) e  $Y$  il reddito;
- $I$  è la funzione degli investimenti, espressa dalla funzione  $I = f(i)$ , essendo  $i$  il tasso di interesse.

Esplicitando nella 3.2 le funzioni del consumo e dell'investimento — che consideriamo esogene e pertanto poniamo  $I = I_0$  — otteniamo:

$$Y = C_0 + cY + I_0 \quad (3.3)$$

da cui dopo rapidi calcoli otteniamo:

$$Y = \frac{1}{1-c} \times (C_0 + I_0) \quad (3.4)$$

la quale è l'equazione economica che lega il reddito all'investimento (il rapporto  $1/(1-c)$  è noto come "moltiplicatore keynesiano"). Per rendere la nostra esposizione più facilmente comprensibile, introduciamo le seguenti semplificazioni:

- la funzione  $C$  del consumo è espressa dall'equazione  $C = cY$ , (ciò è dovuto al fatto che la grandezza  $C_0$ , la componente esogena del consumo, è assente in economia in quanto l'utente comincia a consumare nel momento in cui percepisce un reddito);
- la funzione  $I$  degli investimenti non dipende dal tasso di interesse  $i$ , ed è quindi una grandezza esogena: poniamo pertanto  $I = I_0$  (utilizziamo la convenzione che le grandezze con il pedice zero sono esogene, cioè non ricavate dal modello, ma date come input al modello).

Nel modello che andremo a costruire assumeremo che:

- il reddito complessivo  $Y$  sia uguale alla somma dei redditi dei singoli lavoratori: se indichiamo con  $SR$  (*service rate*) il reddito del singolo lavoratore e con  $N$  il numero dei lavoratori attivi,

- allora il reddito complessivo sarà  $Y=SR \times N$ ;
- la propensione marginale al risparmio  $s$  sia identicamente uguale al *response time*  $R$  normalizzato rispetto al periodo di osservazione  $T_0$  assunto come unità di tempo (quindi:  $R/T_0$ ; ponendo  $T_0=1$ , il tempo di risposta  $R$  è semplicemente  $R$  senza la dimensione temporale):  $s \equiv R$ ;
  - la propensione marginale al consumo  $c$  sia il complemento a 1 della propensione marginale al risparmio  $s$ , ovvero:  $c \equiv 1-s \equiv 1-R$ .

Dopo questa breve premessa, partiamo dalla seguente equazione informatica:

$$R = \frac{P_0}{SR} \quad (3.5)$$

La 3.5 esprime quanto segue: «il tempo di risposta  $R$  è dato dal rapporto tra il peso (o costo)  $P_0$  della transazione e il *service rate*  $SR$ ». In altre parole, se la transazione ha un peso  $P_0=410$  *service unit* e l'utente a terminale riceve un *service rate*  $SR=1812$  *service unit* al secondo, allora il tempo di risposta che l'utente riceve è  $R=0,226$  secondi.

In termini econometrici la 3.5 esprime quanto segue: la propensione al risparmio espressa in unità adimensionali  $R$  è data dal rapporto tra il risparmio espresso in *service unit*  $P_0$  e il salario nominale  $SR$  del singolo lavoratore espresso in *service unit*. Nota chiarificatrice: il peso  $P_0$  della transazione è assimilabile al risparmio in quanto per la 3.5 esso è dato dal prodotto tra il salario  $SR$  e la propensione marginale al risparmio  $R$ . Quindi il reddito  $SR$  del singolo lavoratore è composto da una quota parte di consumi  $C=c \times SR$  e da una quota parte di risparmio  $P_0$  ed è esprimibile secondo la seguente formula (ricordando che  $c=1-R$ ):

$$SR = (1-R) \times SR + P_0 \quad (3.6)$$

Moltiplicando ambo i membri della 3.6 per il numero di utenti contemporaneamente attivi  $N_0$ , otteniamo:

$$N_0 \times SR = (1-R) \times N_0 \times SR + N_0 \times P_0 \quad (3.7)$$

da cui, ricordando che il reddito collettivo  $Y$  è dato da  $Y=N \times SR$  e ponendo l'investimento  $I_0=N_0 \times P_0$ , la 3.7 può essere scritta come:

$$Y = (1-R) \times Y + I_0 \quad (3.8)$$

da cui con semplici calcoli si ricava:

$$Y = \frac{1}{R} \times I_0 \quad (3.9)$$

Considerando che  $R=s=1-c$ , e a meno della grandezza esogena  $C_0$ , è immediato verificare che la 3.9 coincide con la 3.4. Prima conclusione: siamo pervenuti alle stesse equazioni (3.4 e 3.9) partendo da impostazioni differenti (3.2 e 3.5) utilizzando la corrispondenza tra grandezze economiche e grandezze informatiche riportata in Tab. A.1. Ma c'è ancora una seconda conclusione, cui ci apprestiamo ad arrivare.

In economia il reddito  $Y$  è anche uguale al prodotto tra il livello medio dei prezzi  $P$  e la quantità di output realizzato  $Q$ ; in formule:

$$Y = P \times Q \quad (3.10)$$

Ricordando che nella 3.8 abbiamo posto  $N_0 \times P_0 = I_0$ , utilizzando la 3.10, la 3.9 diventa:

$$P_0 \times Q = \frac{1}{R} \times N_0 \times P_0 \quad (3.11)$$

Dividendo ambo i membri della 3.11 per  $P_0$ , otteniamo:

$$Q = \frac{1}{R} \times N_0 \quad (3.12)$$

La 3.12 esprime, in termini reali, quanto segue: la quantità di prodotto reale  $Q$  (PIL) è uguale al prodotto tra il moltiplicatore keynesiano  $1/R$  e la quantità di investimenti reali  $N_0$ . Come in economia gli investimenti sono funzione del tasso di interesse, così in econometrica gli investimenti sono funzione del tasso di utilizzo. È possibile generalizzare la 3.12 (sostituendo alla grandezza esogena  $N_0$  la grandezza endogena  $N$ ) utilizzando il modello IS-LM (*Investment-Saving, Liquidity-Money*) dell'economia [5] (che però non tratteremo in questo articolo); in tal modo si perviene alla seguente equazione di equilibrio (sia sul "mercato" delle transazioni che sul "mercato" delle *service unit* reali):

$$Q = \frac{1}{R} \times N \quad (3.13)$$

da cui si ricava

$$QR = N \quad (3.14)$$

Se consideriamo il periodo di osservazione in modo esplicito ponendo  $Q/T$  in luogo di  $Q$  e se consideriamo il *response time*  $R$  nella sua dimensione temporale, otteniamo:

$$\frac{Q}{T} \times R = N \quad (3.15)$$

Poiché  $Q/T=X$  (*throughput*) la 3.15 diventa:

$$XR=N \quad (3.16)$$

da cui

$$N=XR \quad (3.17)$$

che è la legge di Little: «il numero medio di richieste in un sistema è uguale al prodotto tra il *throughput* di quel sistema e il tempo medio speso dalla richiesta in quel sistema» [3].

L'espressione grafica della 3.16, ipotizzando il livello di investimenti reali  $N$  (ovvero il livello di multiprogrammazione) costante, è l'iperbole equilatera rappresentata in Fig. 3.1. La curva rappresentata dalla legge di Little coincide con la curva della domanda aggregata dell'economia.

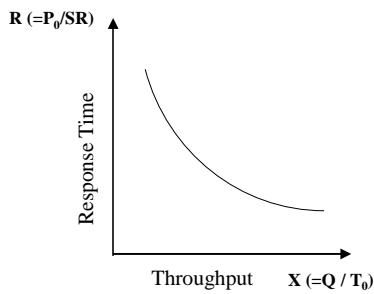


Figura 3.1. Rappresentazione grafica della curva che rappresenta la legge di Little (curva della domanda aggregata). Fonte: nostra elaborazione.

La funzione analitica rappresentata in Fig. 3.1 è  $X=f(R)$  con  $N$  costante. Sebbene il *throughput*  $X$  sia la variabile dipendente (e quindi andrebbe collocata sull'asse verticale delle ordinate) e il *response time*  $R$  sia la variabile indipendente (e quindi andrebbe collocata sull'asse orizzontale delle ascisse), tuttavia sono collocate sugli assi cartesiani in ordine invertito per riflettere la stessa collocazione che sugli assi cartesiani del piano cartesiano (in cui viene tracciata la curva economica della domanda aggregata) hanno la variabile indipendente del livello dei prezzi  $P$  (collocata sull'asse delle ordinate) e la variabile dipendente  $Q$  (PIL reale — collocata sull'asse delle ascisse). La curva di domanda aggregata corrisponde alla curva di Thadani [16]: uno studio realizzato nel 1982 da Walter J. Doherty e Arvind J. Thadani dei laboratori IBM ha mostrato che il numero delle transazioni che un programmatore completa in un'ora aumenta al diminuire del tempo di risposta del sistema, e aumenta in maniera considerevole quando il tempo di risposta del sistema scende al di sotto del secondo. Rispetto al grafico 3.1 nel grafico di Doherty e Thadani le collocazioni sugli assi cartesiani del *throughput*  $X$  e del *response time*  $R$  sono

invertite (riflettendo la corretta relazione tra la variabile indipendente e la variabile dipendente secondo le convenzioni in uso nella letteratura scientifica).

Dopo avere esplorato la domanda aggregata, passiamo a esplorare l'offerta aggregata.

### 3.3 L'offerta aggregata e la legge del Tempo di Risposta

Riprendiamo l'equazione 3.5 considerando il suo reciproco:

$$\frac{1}{R} = \frac{SR}{P_0} \quad (3.18)$$

Osserviamo che il rapporto  $SR/P_0$  della 3.18 rappresenta in economia il rapporto tra il salario nominale e il livello dei prezzi: tale rapporto è il salario reale, o potere di acquisto del salario, o produttività marginale del lavoro. Quindi,  $1/R$  è la produttività marginale del lavoro (ovvero il potere di acquisto del salario). Da questa prospettiva anche l'equazione 3.13 assume un nuovo significato. Considerando:  $Q$  l'output,  $1/R$  la produttività marginale del lavoro e  $N$  il numero di lavoratori attivi (in luogo degli investimenti reali), dopo aver sostituito  $Q$  con  $Q/T_0$  e questo rapporto con il *throughput*  $X$ , l'equazione 3.13 diventa:

$$X = \frac{1}{R} \times N \quad (3.19)$$

la quale rappresenta, dal lato dell'offerta aggregata, la funzione di produzione illustrata graficamente in Fig. 3.2.

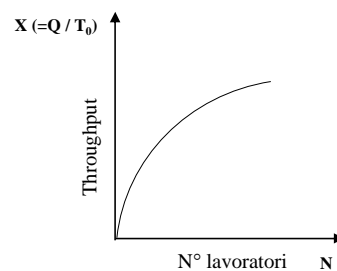


Figura 3.2. Rappresentazione grafica della funzione di produzione. Fonte: nostra elaborazione.

Sintetizzando: mentre dal lato della domanda aggregata abbiamo considerato:

- $Q$ : PIL reale;
- $R$ : propensione marginale al risparmio;
- $N$ : investimenti reali;

dal lato dell'offerta aggregata abbiamo considerato:

- $Q$ : output prodotto;
- $1/R$ : produttività marginale del lavoro;
- $N$ : numero di lavoratori occupati.

Il numero di lavoratori occupati  $N$  (livello di multiprogrammazione) è uguale alla differenza tra il numero totale di utenti collegati al sistema  $L_{tot}$  e il numero di utenti collegati al sistema ma non attivi (*idle*)  $L_{out}$ :

$$N = L_{tot} - L_{out} \quad (3.20)$$

Inserendo la 3.20 nella 3.19 otteniamo:

$$X = \frac{1}{R} L_{tot} - \frac{1}{R} L_{out} \quad (3.21)$$

Esplicitando  $R$  in funzione di  $X$  la 3.21 diventa:

$$R = \frac{1}{X} L_{tot} - \frac{1}{X} L_{out} \quad (3.22)$$

Se consideriamo il secondo termine sulla destra della 3.22 come la “produzione perduta” dovuta alla mancanza di attività dei lavoratori out e lo identifichiamo con lo *user think time*  $Z_0$ , ovvero:

$$Z_0 = \frac{1}{X} \times L_{out} \quad (3.23)$$

sostituendo la 3.23 nella 3.22 questa può essere riscritta come:

$$R = \frac{1}{X} L_{tot} - Z_0 \quad (3.24)$$

la quale è la nota formula della legge del tempo di risposta la cui rappresentazione grafica, ottenuta utilizzando la tecnica della *Mean Value Analysis*, è illustrata in Fig. 3.3.

Mentre la curva di domanda aggregata esprime il *throughput*  $X$  in funzione del *response time*  $R$  (in formule:  $X=f(R)$ ), e quindi in funzione del livello dei prezzi  $P$  poiché  $R=f(P)$ ), la curva di offerta aggregata esprime il *response time*  $R$  (cioè, il livello dei prezzi  $P$ , ovvero, ancora meglio, il reciproco del potere di acquisto del salario) in funzione del *throughput*  $X$  (in formule:  $R=f(X)$ ).

È degno di nota e di particolare interesse osservare che, mentre le relazioni causali tra il *throughput*  $X$  e il *response time*  $R$  nelle funzioni di domanda e di offerta aggregata dell'economica sono esplicitate con chiarezza, le relazioni causali tra il livello dei prezzi  $P$  e il livello del reddito  $Y$  nelle curve di domanda e offerta aggregata dell'economia non sono espresse con altrettanta chiarezza, eccezion fatta in Blanchard [15] in cui si afferma che:

- «la relazione di domanda aggregata descrive gli effetti del livello dei prezzi sulla produzione. Essa è derivata dalle condizioni di equilibrio nei mercati reali e finanziari.» (e anche l'equazione  $Y=f(P)$  viene formulata correttamente);
- «la relazione di offerta aggregata descrive gli effetti della produzione sul livello dei prezzi. Essa è derivata dal comportamento di salari e prezzi.» (e anche l'equazione  $P=f(Y)$  viene formulata correttamente).

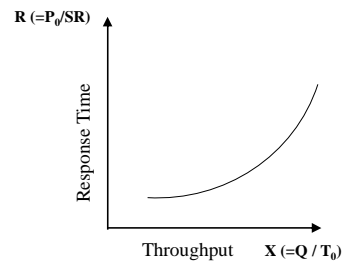


Figura 3.3. Rappresentazione grafica della curva che rappresenta la legge del tempo di risposta (curva dell'offerta aggregata). Fonte: nostra elaborazione.

### 3.4 Il modello della domanda e dell'offerta aggregata: l'interazione tra la legge di Little e la legge del Tempo di Risposta

Descriveremo ora un modo nuovo per analizzare le performance elaborative, ricorrendo all'interazione tra la legge di Little e la legge del *response time*: analizzeremo tale interazione allo stesso modo in cui in economia si analizza l'interazione tra la domanda aggregata e l'offerta aggregata (Fig. 3.4).

La curva della domanda aggregata AD (che rappresenta la legge di Little) interseca la curva dell'offerta aggregata AS (che rappresenta la legge del *response time*) nel punto E in cui il sistema è in equilibrio e in corrispondenza del quale si hanno i seguenti valori (Tab A.2 in Appendice):

- il *response time* è uguale a quello target:  
 $R=R_0=0,226$  secondi (poiché il *response time*  $R$  corrente è uguale al *response time target*  $R_0$  stabilito dal management del CED, il sistema di produzione è in equilibrio);
- il costo medio delle transazioni (livello medio dei prezzi) è  $P_0=410$  *service unit*;
- il *throughput* reale per unità di tempo  $T_0=1$  secondo (PIL reale) è  $Q_t=24,91$  transazioni;
- il *throughput* nominale (reddito nominale) è  $Y=P_0 \times Q_t=10.213$  *service unit*;
- la velocità di circolazione della moneta  $M$  è  $V=5,64$
- il *multiprogramming level* (livello di occupazione, che coincide con la velocità di circolazione della moneta  $M$ ) è  $N=V=5,64$ ;

- il *service rate* nominale (salario nominale  $W$ ) è  $SR=1812$  *service unit* nell'unità di tempo  $T_0=1$  secondo (da cui il reddito nominale:  $Y=N \times SR=10.220$  *service unit*);
- lo stock di *service unit* erogato per unità di tempo  $T_0=1$  secondo (stock di moneta circolante  $M_1$ ) è  $M=1812$  *service unit* (lo stock di moneta circolante  $M_1$  coincide con il salario nominale  $W$  perché il sistema operativo serve un utente per volta).

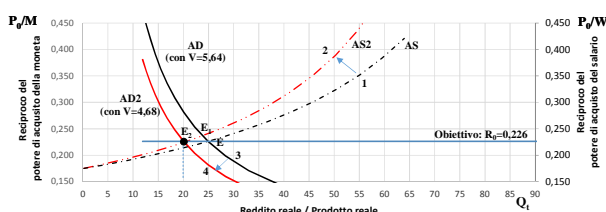


Figura 3.4. Interazione tra la curva che descrive la legge di Little (corrispondente alla curva di domanda aggregata AD dell'economia) e la curva che rappresenta la legge del *response time* (corrispondente alla curva dell'offerta aggregata AS dell'economia). Fonte: Tab. A.2 (l'obiettivo  $R_0=0,200$  per l'80 per cento delle transazioni specificato nei parametri WLM è stato sostituito nel grafico con il *response time* effettivo  $R=0,226$ . Le curve AD e AS sono state ricavate con la tecnica della *Mean Value Analysis* applicata al modello chiuso con 265 utenti TSO).

Supponiamo che il peso medio delle transazioni (shock dei prezzi) vari da  $P_0=410$  *service unit* a  $P_0=510$  *service unit*: la curva dell'offerta aggregata si sposta verso sinistra da AS ad AS2, mentre la curva della domanda aggregata resta invariata, perché la velocità di circolazione della moneta  $V$  (il livello di multiprogrammazione) resta invariato. Il punto di incontro di AS2 con AD si sposta da  $E$  a  $E_1$  in cui il prodotto reale  $Q_t$  si riduce (diminuiscono i saldi reali  $M/P_0$ ) e il salario reale  $W/P_0$  si riduce (il tempo di risposta  $R=W/P_0$  aumenta al di sopra del livello target fissato a 0,226 secondi). Occorre osservare che all'aumentare del livello dei prezzi  $P_0$  la curva AD non si sposta (il suo spostamento è determinato solo da variazioni della velocità di circolazione della moneta  $V$ ). Il punto  $E_1$  non è un punto di equilibrio, in quanto sono in atto forze che tendono a portare il tempo di risposta al livello obiettivo  $R_0=0,226$  secondi. Poiché il salario nominale (*service rate*) di 1812 *service unit*, a fronte dell'innalzamento del livello dei prezzi, risulta insufficiente a far diminuire il *response time* a 0,226 secondi, il sistema operativo (più precisamente, il suo componente WLM — *Workload Manager*) deve aumentare la massa monetaria  $M_1$  circolante e tale incremento confluisce nei salari nominali  $W$  (ovvero  $SR$ ); al tempo stesso, rimanendo la base monetaria  $M_2$  costante (le SU/SEC del motore non variano), l'incremento della massa monetaria  $M_1$  circolante fa aumentare il tasso di interesse (cioè il tasso di utilizzo delle risorse, in particolare della CPU) che, a sua volta, riduce gli investimenti  $I$  e, di conseguenza, l'occupazione

$N$ . Ma  $N$  coincide con la velocità di circolazione della moneta  $V$ : quindi, la riduzione di  $N$  comporta la riduzione di  $V$  (da 5,64 a 4,68) e tale riduzione determina lo spostamento della curva della domanda aggregata verso sinistra da AD ad AD2. Il nuovo punto di equilibrio diventa  $E_2$ . Con la diminuzione del numero di lavoratori  $N$  (MPL) da 5,64 a 4,68 si hanno i seguenti effetti:

- il prodotto reale (PIL reale) diminuisce: passa da 24,91 a 20,05 transazioni (al secondo);
- il reddito nominale (PIL nominale) rimane invariato:  $Y=P_0 \times Q_t=510 \times 20,05=10.225$  *service unit*.

Il grafico di Fig. 3.4, che illustra l'interazione tra le curve rappresentanti la legge di Little a la legge del tempo di risposta, differisce lievemente dal grafico dell'economia che illustra l'interazione tra la domanda e l'offerta aggregata. In quest'ultimo, infatti, sull'asse delle ordinate è presente il livello dei prezzi  $P$  e non il reciproco del potere d'acquisto della moneta  $P/M$  oppure il reciproco del potere di acquisto del salario  $P/SR$ . Tuttavia, il grafico di Fig 3.4 rende evidente la relazione tra prodotto reale  $Q$ , occupazione  $N$  (tramite la velocità di circolazione della moneta  $V \equiv N$ ) e saggio di salario reale (o potere di acquisto del salario  $SR/P$ ), aderendo in modo completo all'osservazione dell'economista Franco Modigliani allorché, integrando il mercato del lavoro nel modello IS-LM di Hicks, afferma testualmente: «È giunto il momento di considerare il ruolo giocato dalla seconda parte del sistema nella determinazione dell'equilibrio [... quello delle] forze che determinano le variabili reali del sistema: produzione fisica, occupazione, saggio di salario reale» [6]. Il modello di Fig. 3.4 illustra proprio le variabili reali del sistema citati da Modigliani.

## 4. Applicazioni dell'informatica all'economia

### 4.1 La sperimentazione in laboratorio dell'economia con il Centro Elaborazione Dati

Per conoscere lo stato dell'arte della sperimentazione in laboratorio dell'economia, riportiamo il pensiero di due noti economisti:

Come gli astronomi che studiano l'evoluzione delle stelle o i biologi che osservano l'evoluzione delle specie, gli economisti non possono condurre esperimenti in ambienti controllati: per questo motivo sono costretti a ricorrere a dati storici. Gli economisti osservano le differenze tra un sistema economico e l'altro e la loro evoluzione nel tempo; queste osservazioni forniscono tanto le basi per la formulazione delle teorie macroeconomiche, quanto i dati per sottoporle a verifica empirica (Mankiw) [7].

Da studioso di economia, ho trovato l'esperimento dell'euro affascinante. Noi economisti non abbiamo occasione di condurre esperimenti in laboratorio e dobbiamo testare le nostre idee sulla base degli esperimenti che ci vengono offerti dalla natura o dalla politica (Stiglitz) [10].

Ogni giorno, si può dire, i sistemisti di un Centro Elaborazione Dati eseguono "esperimenti" di economia. Non è proprio in questi termini che essi operano, ma, nella sostanza, operano proprio come se stessero eseguendo esperimenti di economia.

Supponiamo che il management del CED si prefigga come obiettivo quello di garantire che l'80% delle transazioni TSO vengano completate entro 0,2 secondi (200 milisecondi). L'obiettivo del management deve essere comunicato al *mainframe*, il quale ha già un proprio obiettivo: quello di massimizzare il *throughput*, per garantire al management del CED di ottenere il miglior ritorno degli investimenti; ma deve raggiungere tale obiettivo compatibilmente con quello stabilito dal management, che è quello di completare l'80% delle transazioni entro 0,2 secondi. Per comunicare gli obiettivi al *mainframe* i sistemisti utilizzano l'interfaccia WLM (*Workload Manager*). Una volta ricevuti gli obiettivi, durante i processi elaborativi il sistema operativo regola il livello di multiprogrammazione (MPL) in modo da garantire agli utenti il *service rate* adeguato per ottenere il tempo di risposta di 0,2 secondi.

Analizzando i report, gli specialisti di performance verificano se gli obiettivi sono stati raggiunti: in caso contrario, valutano se regolare in maniera più fine alcuni parametri di sistema (es. priorità dei *workload* o quant'altro — attività specifica del *tuning*), oppure spostare risorse (es. dischi) da carichi di lavoro meno pregiati a carichi di lavoro più pregiati (attività di *performance management*), oppure espandere la capacità elaborativa aggiungendo più CPU, più memoria centrale, più dischi (attività di *capacity planning*). Le attività di *performance management* e di *capacity planning* corrispondono, rispettivamente, alla politica fiscale e alla politica monetaria. Le attività che gli specialisti di performance eseguono non sempre producono risultati in linea con le aspettative. Quindi occorrerà rivedere le ipotesi, regolare nuovamente i parametri, ripetere le misurazioni e così via. In pratica si è in presenza di veri e propri "esperimenti" sul campo. Utilizzando la tabella di corrispondenza tra le variabili informatiche e le variabili economiche (come la Tab. A.1 e la Tab. A.2), si è in grado di realizzare esperimenti di economia in laboratorio in maniera controllata, potendo variare a proprio arbitrio le variabili informatiche/economiche al fine di valutarne l'impatto sui processi di produzione (i valori numerici riportati in Tab. A.2 sono il risultato di un "esperimento di macroeconomia", ovvero dell'attività di *tuning* del sistema elaborativo di un Centro di Elaborazione Dati in cui lavorano 265 programmatori applicativi che utilizzano il TSO).

La sperimentazione in laboratorio dell'economia con il Centro Elaborazione Dati è a costo zero: un CED dotato di *mainframe* gestito dal sistema operativo IBM z/OS può eseguire esperimenti di economia senza dovere acquistare altro hardware o software. Il personale tecnico necessario è già disponibile nei CED e sono i sistemisti, i *performance manager*, i *capacity planner*: sarà sufficiente, durante la lettura dei report RMF, utilizzare la tabella di corrispondenza tra le grandezze informatiche e le grandezze economiche descritte in questo articolo (Tab. A.1 e Tab. A.2). Per quanto riguarda le conoscenze economiche, le banche centrali dispongono, oltre al CED dotato di *mainframe*, anche di persone esperte di economia, le quali potrebbero collaborare con il personale informatico per orientare gli esperimenti di economia nell'esplorazione di nuove politiche monetarie o nell'indagine di teorie economiche come, per esempio, la Teoria Quantitativa della Moneta che ancora oggi è fonte di dibattiti tra gli economisti (tra monetaristi e keynesiani).

#### 4.2 La Teoria Quantitativa della Moneta: l'equazione degli scambi di Fisher derivata dall'informatica

In economia esiste una relazione che lega la quantità di moneta, i prezzi e le transazioni. Tale relazione prende il nome di "equazione degli scambi" ed è legata al nome dell'economista statunitense Irving Fisher:

$$M \times V = P \times T \quad (4.1)$$

dove  $M$  è la moneta totale,  $V$  è la sua velocità,  $P$  è il livello generale dei prezzi e  $T$  è il volume delle transazioni (ovvero il numero di volte in cui, in un anno, un bene o un servizio viene scambiato contro un pagamento in denaro).

La 4.1 è un'equazione vera per definizione, poiché deriva dalla definizione di "velocità di circolazione della moneta rispetto alle transazioni":

$$V \equiv \frac{P \times T}{M} \quad (4.2)$$

Supponiamo, per esempio, che ogni anno vengano prodotte 100 pagnotte di pane al prezzo di 1 euro ciascuna. La quantità totale di moneta scambiata è pari a  $P \times T = 1 \text{ euro/pagnotta} \times 100 \text{ pagnotte/anno} = 100 \text{ euro/anno}$ . Supponiamo, ancora, che la quantità di moneta presente nella economia sia di 25 euro. La velocità di circolazione della moneta è dunque  $V = (100 \text{ euro/anno}) / (25 \text{ euro}) = 4$  volte all'anno.

Il numero di transazioni  $T$  è difficile da misurare, e quindi, per analizzare il ruolo della moneta nel sistema economico, gli economisti di solito ricorrono a una versione leggermente diversa dall'equazione degli scambi,



sostituendo al numero delle transazioni  $T$  la produzione aggregata  $Y$  [7]:

$$M \times V = P \times Y \quad (4.3)$$

dove  $M$  è la moneta totale,  $V$  è la velocità di circolazione della moneta rispetto al reddito,  $P$  è il livello generale dei prezzi e  $Y$  è la produzione aggregata (PIL reale). La velocità di circolazione della moneta rispetto al reddito misura il numero di volte in cui, mediamente, ogni banconota entra nel reddito di un individuo in un dato periodo di tempo. Il rapporto  $M/P$  viene chiamato dagli economisti “saldo monetario reale” e misura il potere di acquisto della moneta. Riprendendo l’esempio precedente, se un sistema economico produce solo pane, se la quantità di moneta è pari a 25 euro e se il prezzo di una pagnotta è di 1 euro, allora i saldi monetari reali corrispondono a 25 pagnotte; questo significa che, al prezzo corrente, lo stock di moneta nell’economia è in grado di acquistare 25 pagnotte.

Se nella 4.3 si introducono delle ipotesi, l’equazione degli scambi si trasforma in una teoria degli effetti della moneta sul sistema economico, detta “teoria quantitativa della moneta”. Ipotesi 1: la velocità  $V$  è costante. Questo significa che variazioni della massa monetaria  $M$  comportano variazioni proporzionali del PIL nominale ( $P \times Y$ ). Ipotesi 2: la variazione della produzione aggregata  $Y$  dipende dalla crescita dei fattori di produzione e dal progresso tecnologico e quindi possono essere considerati come dati. Questo significa che variazioni del PIL nominale si riflettono in variazioni del livello generale dei prezzi. Conclusione: la crescita dell’offerta di moneta determina il tasso di inflazione (tuttavia, ciò non si è verificato nell’eurozona, nonostante il *quantitative easing*, il programma di acquisti di titoli di Stato e di obbligazioni europee emesse da regioni ed enti locali effettuato dalla BCE per un valore pari a 60 miliardi di euro al mese, iniziato a marzo 2015 e terminato a gennaio 2019, con l’obiettivo di portare il tasso di inflazione dell’eurozona sotto ma vicino al 2 per cento).

Dopo questa breve ma necessaria premessa economica illustriamo la teoria quantitativa della moneta dal punto di vista dell’economica.

In economia l’equazione degli scambi è la seguente:

$$M \times V = P \times Q \quad (4.4)$$

dove  $M$  è la moneta totale (*service unit* erogate),  $V$  è la sua velocità,  $P$  è il livello generale dei prezzi (peso medio delle transazioni) e  $Q$  è il volume delle transazioni (ovvero il numero di transazioni elettroniche eseguite, in un’ora o anche in un secondo, contro un impiego di *service unit*).

A differenza dell’economia in economia l’equazione degli scambi non deriva da un’identità (dalla definizione della velocità di circolazione della moneta), ma dal modello IS-LM che descrive l’equilibrio simultaneo nel “mercato” delle transazioni e nel “mercato” delle *service*

*unit* (oltre a descrivere, in termini matematici, il comportamento del *System Resources Manager* — SRM). Tuttavia c’è un modo diverso di ricavare la 4.4, meno ortodosso ma estremamente più semplice e che vogliamo qui illustrare. Consideriamo la legge di Little espressa dalla 3.17 (che rappresenta la curva della domanda aggregata) e l’espressione che dà il valore del *response time*  $R$  (omettiamo il pedice zero della grandezza  $P_0$  e consideriamo genericamente il livello dei prezzi  $P$ ):

$$N = XR \quad R = \frac{P}{SR} \quad (4.5)$$

Sostituendo la seconda espressione delle 4.5 nella prima e moltiplicando per  $SR$  ambo i membri dell’equazione risultante, otteniamo:

$$SR \times N = P \times X \quad (4.6)$$

La grandezza  $SR$  è il salario nominale dell’utente (espresso in *service unit*) e coincide con la moneta circolante  $M_1$  erogata dal sistema operativo (ricordiamo che il sistema serve un utente per volta, con una velocità che è un miliardo di volte maggiore del tempo di reazione dell’uomo che è dell’ordine di qualche secondo, per cui si riceve l’impressione che il sistema serva migliaia di utenti contemporaneamente). Se indichiamo genericamente con  $M$  la grandezza  $M_1$ , allora  $SR = M_1 = M$ . Inoltre, in luogo del *throughput*  $X = Q/T_0$  consideriamo semplicemente il numero di transazioni  $Q$  eseguite nell’unità di tempo (ponendo  $T_0 = 1$ ), e quindi  $X = Q$ . Facendo le debite sostituzioni, la 4.6 diventa:

$$M \times N = P \times Q \quad (4.7)$$

Le grandezze  $M$ ,  $P$  e  $Q$  della 4.7 sono le stesse dell’equazione 4.1 (rispettivamente  $M$ ,  $P$  e  $T$ ): pertanto, deve anche essere  $N \equiv V$ , ovvero il livello di multiprogrammazione  $N$  coincide con la velocità di circolazione  $V$  della moneta rispetto alle transazioni:

$$M \times V = P \times Q \quad (4.8)$$

Abbiamo quindi ricavato l’equazione degli scambi di Fisher utilizzando la legge di Little. Vediamo cosa ci dice la 4.8:

- nell’ipotesi che la velocità di circolazione della moneta  $V$  sia costante e che la quantità di transazioni  $Q$  sia costante (come in economia), essendo l’obiettivo quello di garantire un determinato *response time*, ovvero garantire la stabilità del potere di acquisto  $1/R = SR/P$ , l’aumento del livello dei prezzi  $P$  determina l’aumento della quantità di moneta  $M$ ;
- l’aumento della quantità di moneta  $M$  si riflette

- nell'aumento dei salari  $SR$  per garantire la salvaguardia del potere di acquisto ( $SR/P$ );
- l'aumento di moneta  $M$  circolante può avvenire a patto che aumenti la base monetaria  $M_2$  (depositi più circolante), perché, se  $M_2$  non si espande, il tasso di interesse  $i$  aumenta (nota: in economia il tasso di interesse  $i$  è dato dalla differenza tra il tasso di utilizzo risorse corrente e il tasso di utilizzo risorse target :  $i = u_{corrente} - u_{target}$ ; per cui se  $M$  aumenta e  $M_2$  rimane costante,  $u_{corrente}$  diventa maggiore di  $u_{target}$  e di conseguenza  $i$  aumenta) e ciò determinerebbe la riduzione degli investimenti  $I$ , la riduzione dell'occupazione  $N$  e quindi la riduzione della velocità di circolazione  $V$  (la quale, in base alla nostra ipotesi, deve invece rimanere costante);
  - $M_2$  può espandersi solo se può espandersi il capitale (CPU) in quanto le *service unit* sono strettamente legate al capitale. Se il capitale non potrà espandersi, allora  $M_2$  rimarrà costante, l'aumento di  $M$  farà innalzare il tasso di interesse, gli investimenti si ridurranno, l'occupazione si ridurrà e anche la velocità di circolazione della moneta si ridurrà: il risultato sarà che la produzione  $Q$  si contrarrà.

### 4.3 Una nuova equazione economica derivata dall'informatica

Il fatto che la *response time*  $R$  sia presente come propensione marginale al risparmio  $s$  sul lato della domanda aggregata, e come produttività marginale del lavoro  $1/R$  (o salario reale  $w$ ) sul lato dell'offerta aggregata ci porta a una interessante considerazione: poiché  $R=s$  e  $1/R=w$ , in base all'identità  $R \equiv 1/R$ , e quindi  $R=1/(1/R)$ , ricaviamo l'equazione economica  $s=1/w$  che unisce in una formula la domanda e l'offerta (Fig. 4.1).

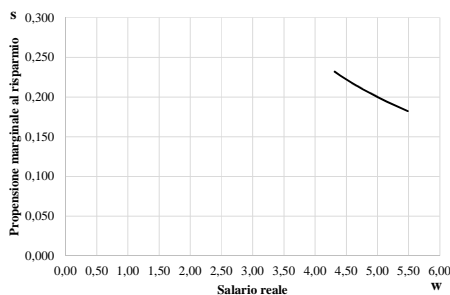


Figura 4.1. La curva mostra una relazione inversa tra il salario reale  $w$  (o potere di acquisto del salario, o produttività marginale del lavoro) e la propensione marginale al risparmio  $s$ . Il livello dei prezzi  $P_0$  non esercita alcuna influenza sulla posizione o sulla forma della curva. Fonte: nostra elaborazione.

La curva rappresentata in Fig. 4.1 esprime graficamente quanto segue: «all'aumentare del salario reale la propensione al risparmio diminuisce e, viceversa, al

diminuire del salario reale la propensione al risparmio aumenta».

In altre parole, se si guadagna meno si tende a risparmiare di più. Questo non vuol dire che si risparmi di più, ma che si è più frenati nel consumare. L'affermazione sembra ragionevole ed è stata formulata per la prima volta in [8] e pubblicata in [9] con il procedimento matematico che è stato riportato in questo articolo. Qualora l'equazione economica  $s=1/w$  (rappresentata graficamente in Fig. 4.1) dovesse rivelarsi valida anche in economia, allora ci troveremmo di fronte a una nuova equazione economica.

## 5. Applicazioni dell'economica all'economia reale: occupazione, prodotto, potere di acquisto

### 5.1 La doppia circolazione della moneta

Nel Centro di Elaborazione Dati, anche se non se ne ha consapevolezza, circola la doppia moneta: l'euro — che il management e gli utenti utilizzano per scambi verso il mondo esterno al CED (produzione e consumo di beni) ed è gestita dalla banca — e la *service unit* — che gli utenti utilizzano per scambi interni al CED (produzione e consumo di transazioni) ed è gestita dal management del CED. Analizziamo come viene utilizzata la moneta digitale nel CED.

Un *mainframe* dotato di una CPU capace di erogare 70 milioni di *service unit* all'ora (70 MSU) costa all'incirca 727.273 euro (la cifra è reale ed è comprensiva della memoria reale, del parco dischi, del software e di quant'altro è necessario per l'erogazione dei servizi informatici con i livelli di servizio stabiliti dal management del CED). Ne consegue che il rapporto di cambio tra euro e *service unit* (SU) è:  $727.273:70.000.000=0,0104$  (€SU). In altre parole 100 SU equivalgono a 1 €. Il riferimento a "70 milioni di *service unit* all'ora" è legato al fatto che stiamo considerando periodi di produzione uguali a intervalli temporali di un'ora in ciascuno dei quali, per raggiungere gli obiettivi in termini di *throughput* e di *response time*, sono necessari e sufficienti 70 milioni di *service unit*.

Facendo riferimento ai valori riportati nella Tab. A.2, supponiamo che un programmatore del CED che lavori a video riceva dal *mainframe* un salario digitale di 1812 SU al secondo e che produca (e allo stesso tempo consumi) una data quantità di transazioni per la durata di 3 secondi di CPU, complessivamente, durante le otto ore giornaliere (non deve sorprendere se in otto ore si consumano "solo" tre secondi di CPU: tre secondi di una CPU potente sono tanti per attività svolte esclusivamente a video). La paga giornaliera digitale del programmatore risulta quindi uguale a  $1812 \times 3 = 5436$  SU. Considerando 22 giorni lavorativi in un mese, il salario digitale mensile del programmatore risulta essere di 119.592 SU netti e viene interamente speso per il consumo di transazioni. Se trasformia-

mo in euro la paga mensile espressa in SU, otteniamo:  $119.592\text{SU} \times 0,0104\text{€} \text{SU} = 1244$  euro netti. Infine, considerando 12 mesi lavorativi in un anno (non teniamo conto che un mese è di ferie), il salario annuale netto del programmatore è di  $1244 \times 12 = 14.928$  euro (il riferimento al “salario annuale netto” è legato al fatto che il periodo di produzione di una nazione è solitamente uguale a un anno).

Calcoliamo ora la velocità di circolazione della moneta.

L'elaboratore che stiamo considerando è un IBM 2097-713 con 13 processori, ma la partizione che stiamo analizzando e da cui abbiamo ricavato i valori riportati in Tab. A.2 è dotata di 2 processori. Con 2 processori il sistema eroga 44.692,7 *service unit* al secondo per processore. Per semplicità consideriamo un solo processore la cui velocità è di 44.692,7 *service unit* al secondo: lo stock di moneta formato da depositi e da circolante è dunque uguale a 44.692 SU. Consideriamo ancora il nostro periodo di produzione uguale a un secondo. Poiché ciascun utente riceve in un secondo un salario di 1812 SU, il sistema-impresa deve chiedere alla banca artificiale una quantità di moneta uguale a 1812 SU (ricordiamo che il sistema retribuisce un utente per volta). In altre parole, la quantità di moneta che la banca artificiale necessita immettere sul mercato è  $M=1812$  SU (che è la moneta circolante  $M_I$ ). Poiché in 1 secondo vengono prodotte 24,91 transazioni ciascuna avente peso medio uguale a 410 SU (vedi Tab. A.2) la ricchezza prodotta in 1 secondo è  $Y=P \times Q=10.213$  SU. In base all'equazione 4.8 la velocità di circolazione della moneta è data da:  $V=(P \times Q)/M$ , ovvero  $V=10.213/1812$  da cui si ricava  $V=5,64$ . Tale valore coincide, come abbiamo anche precisato nel paragrafo 4.2, con il numero di utenti-lavoratori  $N$ , ovvero con il livello di multiprogrammazione.

Se subentra un programmatore addizionale, il salario digitale di ciascun programmatore diminuisce (a causa della legge dei rendimenti decrescenti) e, di conseguenza, diminuisce il corrispondente salario in euro. Quindi, dato un determinato livello dei prezzi, se si desidera salvaguardare il potere di acquisto, occorre, nel nostro caso portato come esempio, dare lavoro a non più di 265 programmatori. Ne consegue che l'occupazione potrà incrementarsi solo a fronte dell'espansione del capitale. Per poter espandere il capitale occorre che non tutto il reddito venga consumato ma che una parte di esso venga risparmiato per poter effettuare investimenti (e quindi espandere lo stock di capitale).

Riassumiamo quanto abbiamo detto: la quantità di capitale fisico disponibile ha un determinato valore monetario che (nel nostro modello) viene distribuito sotto forma di reddito ai lavoratori. Il reddito da lavoro viene in parte speso per consumi e in parte risparmiato. La parte di reddito risparmiata permette di effettuare investimenti, che permettono l'espansione del capitale, che permette l'espansione del livello di occupazione.

L'occupazione, dunque, è funzione della quantità di risorse disponibili: pertanto, soltanto agganciando la moneta alla quantità di risorse reali è possibile ottenere la crescita equilibrata (con tale termine intendiamo dire che il capitale si espande gradualmente man mano che la popolazione cresce, mantenendo invariato il potere di acquisto). In altre parole, la quantità di moneta va incrementata solo in corrispondenza dell'incremento della quantità di risorse disponibili. La creazione di moneta attraverso il meccanismo degli interessi (che è il meccanismo utilizzato dalle banche) farà sì che una quantità di moneta eccedente la quantità di risorse disponibili invoglierà a consumare più di quanto sia possibile produrre: ciò determinerà l'aumento dei prezzi. Il prezzo è il meccanismo attraverso il quale avviene il razionamento delle risorse. Perciò, se il razionamento delle risorse non avverrà *ex ante*, a monte della produzione (attraverso l'adeguata rispondenza della quantità di moneta alla quantità di risorse disponibili), avverrà *ex post*, a valle della produzione (attraverso l'aumento dei prezzi).

In luogo della parola “risparmio” (che equivale a “consumo differito nel tempo”) avremmo dovuto utilizzare per il nostro esempio la più corretta espressione “reddito da lavoro non disponibile” (che è la parte di reddito sottratta dal reddito complessivo in conseguenza dell'applicazione delle imposte sul reddito): è questo reddito da lavoro non disponibile che (nel nostro modello) diviene capitale (fattore di produzione); e poiché tale reddito non disponibile deriva da imposte applicate dallo Stato, il capitale diviene proprietà dello Stato (cioè proprietà di tutti).

Come il salario è il compenso per il lavoro del lavoratore, così il profitto è il compenso per il lavoro dell'imprenditore. Nel nostro modello per la gestione della moneta digitale il profitto viene trattato alla stregua del salario: anche una parte del profitto dell'imprenditore viene prelevata attraverso le imposte per generare nuovo capitale. Il capitale, dunque, si forma prelevando tramite imposte una parte di salario e una parte di profitto.

In tale modello la moneta digitale non è soggetta a interessi: risparmi, prestiti, depositi, mutui non sono soggetti e non danno origine a interessi. Questo non vuol dire che il tasso di interesse sia privo di significato: al contrario. Nel nostro modello il tasso di interesse è un importante regolatore dell'utilizzo delle risorse (e quindi del prodotto), dell'occupazione e del potere di acquisto.

La moneta digitale di Stato, come la *service unit* di System z, è scritturale e quindi non ha costi. È del tutto simile alla moneta scritturale della banca (o moneta bancaria) con le seguenti significative differenze rispetto alla moneta bancaria:

- non genera moneta attraverso il meccanismo degli interessi;
- è agganciata al valore delle risorse reali (capitale): quindi potrà aumentare o diminuire solo al variare della quantità di capitale (se il

capitale si espande allora la quantità di moneta digitale aumenta).

La moneta digitale di Stato produrrà i seguenti benefici:

- renderà l'economia nazionale stabile (in quanto non sarà soggetta a bolle speculative e a crisi finanziarie);
- genererà maggiori entrate per lo Stato (in quanto, essendo le transazioni tracciate e centralizzate, si renderà di fatto impossibile l'evasione fiscale).

La moneta digitale di Stato è l'alternativa all'idea dell'euro flessibile proposta dall'economista statunitense Joseph Stiglitz (per Stiglitz l'euro flessibile dovrebbe avere natura elettronica: ogni Stato avrebbe il proprio euro con il vantaggio di poter riscuotere più facilmente le imposte e avere tassi di cambio flessibili [10]). La moneta digitale di Stato, rispetto all'euro flessibile di Stiglitz, avrà il vantaggio di poter essere utilizzata in tempi brevi in quanto, trattandosi di una "pratica nazionale" (proprio come l'utilizzo della moneta elettronica attraverso l'emissione di *ticket restaurant* elettronici), non sarà soggetta all'esame e all'approvazione da parte degli Stati appartenenti all'eurozona. La moneta digitale è del tutto equivalente alla moneta virtuale (esiste solo nella memoria del computer) e, in questa forma, è equivalente alle criptovalute. In merito alle criptovalute così si esprime la Banca Centrale Europea (BCE): «Gli schemi di valuta virtuale, come ad esempio i Bitcoin, non sono una completa forma di moneta così come questa viene usualmente definita nella letteratura economica, né le valute virtuali sono moneta o valuta dal punto di vista giuridico. Nonostante ciò, le VCS [*Virtual Currency Schemes* — schemi di valuta virtuale —] possono sostituire le banconote e le monete, la moneta scritturale e la moneta elettronica in alcune situazioni di pagamento» [11]. Dalle parole della BCE si evince che qualsiasi comunità privata potrebbe emettere ("minare") e utilizzare la propria criptovaluta, e quindi anche lo Stato. A differenza, però, della criptovaluta che per essere "minata" (cioè estratta, creata) richiede energia elettrica — anche ingente —, la moneta digitale di Stato agganciata al capitale (con partecipazione dello Stato), essendo scritturale — come la moneta bancaria — è molto più economica.

## 5.2 La soluzione al problema della disoccupazione generazionale

Le nazioni incrementano sempre di più la loro propensione all'automazione e alla disintermediazione digitale, diventando sempre più simili a Centri di Elaborazione Dati di enormi dimensioni. Esse devono fronteggiare il problema della disoccupazione digitale (causata dalla disintermediazione digitale di internet, dalla sostituzione dell'uo-

mo con l'uomo — es., il dipendente di una banca (*employee*) che viene sostituito dal cliente della banca (*e-employee*) in operazioni come l'*home banking*), oltre alla disoccupazione ricardiana (o disoccupazione tecnologica, causata dalla sostituzione del lavoro con il capitale, dell'uomo con le macchine — es., il dipendente di un supermercato (*employee*) che viene sostituito dal cliente del supermercato ("*virtual employee*") in operazioni come il pagamento alla cassa automatica), oltre ancora alla disoccupazione keynesiana (causata dalla carenza di domanda effettiva e quindi dalla riduzione del personale — le imprese riducono il personale perché non vendono i loro prodotti in quanto i disoccupati e i lavoratori a basso reddito non consumano o consumano molto poco). Automazione, disintermediazione e carenza di domanda di consumi sono la causa del maggiore problema della nostra era digitale, la disoccupazione generazionale, cioè la disoccupazione di un'intera generazione, quella dei trentenni.

Nell'era dell'automazione e della disintermediazione quali sono le contromisure da adottare per far fronte ai tre tipi di disoccupazione: digitale, ricardiana e keynesiana? C'è chi propone di istituire una tassa sui robot e chi propone di introdurre un "reddito di base", o "reddito minimo", o "reddito di cittadinanza", o "reddito garantito" (questo tema, così attuale in Italia, viene sviluppato nel paragrafo "Ripensare il reddito minimo garantito" nel libro *La nuova rivoluzione delle macchine* dei due ricercatori Brynjolfsson e McAfee del Massachusetts Institute of Technology (MIT) [12]). L'economica propone di concentrarsi sul reddito da lavoro, invece che sul reddito di cittadinanza. Chiariamo il perché.

Sia il reddito di cittadinanza che il reddito da lavoro influenzano i consumi, ma agiscono su di essi in modo diverso. In economia la funzione del consumo è data da  $C=C_0+cY$  in cui:  $C_0$  è il consumo autonomo (indipendente dal reddito),  $Y$  è il reddito e  $c$  è la propensione marginale al consumo (abbiamo parlato di questo nel paragrafo 3.2 a proposito dell'equazione 3.2).

Ma cosa sono i "consumi autonomi"? Eccone una spiegazione:

[...] i consumi autonomi [sono] i consumi finanziati dal credito al consumo. Quando acquistiamo un autoveicolo o un elettrodomestico a rate, una banca ha in effetti anticipato per noi il pagamento accreditando il conto corrente del venditore con moneta di nuova creazione, che noi le restituiamo a rate con interesse. Anche l'acquisto di un'abitazione con l'accensione di un mutuo, pur se ingannevolmente classificato in contabilità nazionale come spesa per investimenti, è una forma di consumo autonomo, anzi è la forma più potente, come s'è visto con le bolle edilizie americana, spagnola e irlandese che hanno preceduto e poi innescato la crisi finanziaria esplosa nel 2008 [13].

Il reddito di cittadinanza che viene erogato dallo Stato, pur non derivando dal lavoro, genera consumo attraverso il consumo autonomo ( $C=C_0$ ). L'economica, inve-

ce (come abbiamo già detto), suggerisce di concentrarsi sul reddito da lavoro  $Y$ , cioè sulla grandezza  $cY$ , piuttosto che sul reddito di cittadinanza (che agisce sulla grandezza  $C_0$ ), in quanto, diversamente dall'economia, in economica la funzione del consumo è data da  $C=cY$  nella quale è assente la grandezza  $C_0$  relativa al consumo autonomo: ciò dipende dal fatto che l'utente comincia a consumare nel momento in cui comincia a produrre, e quindi a percepire il reddito. Per questo motivo l'economica può esprimersi solo in merito ai consumi derivanti da reddito da lavoro.

Osserviamo che, per poter consumare, le famiglie hanno bisogno di un reddito; per poter produrre e distribuire un reddito le imprese hanno bisogno che si consumi (questa causalità circolare la si ritrova spesso nell'analisi economica, in particolare nella macroeconomia). Il reddito di cittadinanza, in effetti, potrebbe risolvere l'*impasse*: avvia i consumi, che stimolano la produzione, che induce le imprese a dare lavoro, che fornisce alle famiglie un reddito, che alimenta i consumi, che spinge la produzione, che incrementa l'occupazione (ma quest'ultima conseguenza non è del tutto scontata: le imprese potrebbero ricorrere a personale insaturo già presente in azienda, e quindi l'occupazione non viene incrementata).

Si potrebbe tuttavia intervenire in un altro modo. Osserviamo ancora che la causalità circolare consumi–occupazione–consumi spinge l'occupazione a partire dai consumi (come farebbe il reddito di cittadinanza). Ma la stessa causalità circolare spinge i consumi a partire dall'occupazione: questo punto di vista, fondato sul lavoro, è ciò che caratterizza l'economica.

Lo stesso risultato fornito dal reddito di cittadinanza sui consumi, anzi con effetti di gran lunga maggiori, lo si otterrebbe bilanciando i flussi in entrata e in uscita sul lavoro. Infatti, se la domanda di consumi è stagnante o insufficiente (la condizione oggi presente in diversi Paesi tra cui l'Italia), la si potrebbe stimolare favorendo l'uscita anticipata dalle imprese dei lavoratori di lungo corso (quelli non lontani dalla pensione, per intenderci) per consentirne l'entrata a giovani in cerca di occupazione. Sono proprio questi giovani che potranno dare forte impulso ai consumi, soprattutto per l'acquisto di quel genere di beni (come la casa, i mobili, gli elettrodomestici) che i lavoratori di lungo corso non hanno più necessità di acquistare perché ne sono già in possesso. Inoltre, sono proprio i giovani, i cosiddetti "nativi digitali" (coloro che sono nati dopo il 1985, anno di diffusione di massa del PC e dei primi sistemi operativi Windows) la forza lavoro più indicata per costruire il futuro digitale delle imprese e della nazione.

Sia il reddito di cittadinanza sia l'uscita anticipata dal lavoro dei lavoratori vicini alla pensione incidono sul bilancio dello Stato: in assenza di nuove entrate entrambi devono essere finanziati con il deficit pubblico, o con risorse da reperire tagliando altre voci di spesa (pensioni — innanzitutto —, sanità, interessi sul debito — quest'ultima

attraverso la riduzione del debito pubblico — che sono le maggiori voci di spesa dello Stato).

Riprendendo l'equazione 3.1 di Keynes, aggiungendovi la spesa pubblica e il commercio estero, la domanda globale è costituita da: domanda di beni di consumo delle famiglie, domanda di beni di investimento delle imprese, domanda del settore pubblico (spesa pubblica) e domanda dei mercati internazionali (esportazioni). Per risolvere il problema della disoccupazione occorre aumentare la domanda globale ("favorire livelli più alti di crescita economica complessiva" [12]). Per aumentare la domanda globale occorre agire su alcuni meccanismi regolatori. Vediamo quali.

Per promuovere le esportazioni occorre ridurre il tasso di cambio: ma questo meccanismo regolatore è bloccato, dal momento che con la moneta unica, l'euro, in Europa non si ha più il controllo del tasso di cambio a livello nazionale, e le esportazioni verso altri continenti sono condizionate da scelte di cambio sulle quali le singole nazioni della zona euro hanno poca (se non nessuna) influenza.

Per promuovere la spesa pubblica occorre finanziarla con debito pubblico: ma questo meccanismo regolatore è bloccato, dal momento che gli Stati dell'eurozona hanno firmato un Patto di Stabilità e di Crescita (con questo termine si intende il rispetto dei vincoli in materia di bilancio e di debito: il deficit di una nazione — in cui le uscite sono superiori alle entrate — non deve superare il 3% del PIL, e il debito pubblico deve rimanere al disotto del 60% del PIL). Questo significa che l'Unione Europea obbliga gli Stati dell'eurozona a disciplinare la spesa pubblica e il debito pubblico.

Per promuovere la domanda di beni di investimento delle imprese occorre ridurre il tasso di interesse: ma questo meccanismo regolatore è bloccato, dal momento che con la moneta unica non sia ha più il controllo del tasso di interesse a livello nazionale. È vero che attualmente il tasso di interesse è basso (pari a 0,00%: questo è il tasso BCE, il tasso che le banche europee devono pagare quando prendono del denaro in prestito dalla BCE — fonte: <https://www.euribor.it/tasso-bce/> del 16 luglio 2018), ma, nonostante il basso tasso di interesse che le banche commerciali, a loro volta, sono disposte ad applicare ai clienti, gli investimenti (e di conseguenza l'occupazione) stentano a decollare.

Per promuovere la domanda di beni di consumo delle famiglie occorre ridurre le tasse (in questo caso le imposte dirette: in questo modo le famiglie hanno più soldi da spendere per beni di consumo): ma questo meccanismo regolatore è bloccato, dal momento che con minori tasse e a parità di spesa pubblica si genera deficit e debito pubblico e questo va contro il Patto di Stabilità e di Crescita.

L'epoca in cui viviamo è caratterizzata da deflazione e disoccupazione (qualcuno dirà che l'inflazione si sta muovendo verso il target desiderato del 2%, segnale che la ripresa c'è anche se è debole, e che sul fronte occupazione ci si sta muovendo con riforme strutturali, ovvero

con interventi sul sistema di gestione del mercato del lavoro e delle pensioni). Siccome la disoccupazione e la deflazione sono alla base dei problemi attuali (in Italia la disoccupazione nel 2017 era all'11,2% corrispondente a 2,9 milioni di disoccupati [14]), Keynes ha ancora la risposta per combattere i due problemi *contemporaneamente*, stimolando la domanda globale. Ma i tempi di oggi sono diversi dai tempi di Keynes: le soluzioni proposte da Keynes per risolvere il problema della disoccupazione del 1929 (una di queste è la socializzazione degli investimenti, ovvero gli investimenti vengono effettuati dallo Stato al posto delle imprese) vanno adattate all'era digitale.

La soluzione potrebbe essere la seguente: equilibrare il flusso della forza lavoro in entrata e in uscita dalle aziende. Questo, per esempio, è il meccanismo che il sistema economico utilizza per regolare i consumi, la produzione, l'occupazione e il reddito, facendo alternare sul lavoro i vari utenti (in linguaggio tecnico si parla di *swap-out* e di *swap-in*): un utente cessa di lavorare (diviene *swapped-out*) e allo stesso tempo un altro utente (che diviene *swapped-in*) inizia a lavorare. La soluzione andrebbe trovata rendendo compatibile il flusso della forza lavoro con le pensioni, la cui erogazione dovrà essere endogena, cioè avvenire senza l'intervento dello Stato. Occorre aggiungere che l'offrire incentivi alle imprese perché queste assumano forza lavoro non darebbe i risultati attesi, in quanto le imprese, a causa della carenza di domanda, non vedono la prospettiva di vendere il proprio prodotto e quindi non sarebbero propense ad assumere personale (se non per il periodo temporaneo in cui durano i benefici fiscali).

I nostri tempi recano l'impronta del digitale: dunque è nel digitale che si troverà la risposta per stimolare l'occupazione. Poiché l'economia si basa sullo scambio e lo scambio avviene tramite moneta, è nell'adozione della moneta digitale di Stato, gestita dallo Stato (ciò di cui abbiamo parlato nel paragrafo 5.1), circolante parallelamente alla moneta corrente gestita dalla banca, la soluzione al problema della disoccupazione generazionale attuale.

## 6. Conclusioni

L'osservazione empirica e i modelli matematici dimostrano che il Centro di Elaborazione Dati è equivalente alla nazione, ne è un modello in scala ridotta e potrebbe fungere quindi da laboratorio per esperimenti di economia in condizioni vicine a quelle del mondo reale.

Analogamente, una nazione digitale è equivalente al Centro di Elaborazione Dati, ne è una riproduzione su scala più ampia e, pertanto, la modalità di produzione adottata dal CED basata sull'utilizzo della moneta digitale è applicabile anche alla nazione digitale.

Le nazioni digitali, come i CED, svilupperanno sempre più l'automazione e la disintermediazione e queste avranno impatto sull'occupazione.

Per mitigare l'impatto sull'occupazione si potrà utilizzare una moneta digitale di Stato non soggetta a interesse, agganciata a risorse reali (capitale, terra e lavoro), gestita dallo Stato e utilizzata per scambi interni alla nazione, circolante parallelamente all'euro, che sarebbe gestito, invece, dalla banca e verrebbe utilizzato per scambi con il mondo esterno.

La doppia circolazione della moneta renderà l'economia nazionale stabile, non esposta a bolle speculative e a crisi finanziarie; consentirà di attuare le misure necessarie per favorire i consumi, stimolare gli investimenti, sviluppare l'occupazione, agevolare il ricambio generazionale senza pesare sul bilancio dello Stato. Infine, tali misure saranno conformi al Patto di Stabilità e di Crescita cui aderiscono i Paesi dell'eurozona.

## 7. Appendice

Tabella A.1. Corrispondenza tra grandezze economiche e informatiche

ECONOMIA	variabile matematica	INFORMATICA
Periodo di produzione (1 anno)	$T_0$	Periodo di elaborazione (1 ora)
Bene reale	-	Transazione
Stock di moneta esogena (depositi + circolante)	$M_2$	Stock di service unit (velocità del processore)
Quantità di moneta offerta (endogena)	$M_0$	Service rate erogato all'utente (SR)
Prodotto interno lordo reale (PIL reale)	$Q$	Throughput (la variabile informatica è $X \equiv Q/T$ . Se $T=1$ secondo, allora $X=Q$ )
Prezzo del bene	$P_0$	Peso della transazione
Salario nominale	$W$	Service rate erogato all'utente (coincide con $M_0$ in quanto il sistema serve un utente alla volta): $W \equiv SR$
Propensione marginale al risparmio	$s$	Response time ( $R = P_0/SR$ )
Propensione marginale al consumo	$c=1-s$	$1-R$
Salario reale (=salario nominale/livello dei prezzi=potere d'acquisto)	$w=W/P_0$	Reciproco del response time ( $1/R$ )
Forza lavoro disponibile	$L_0$	Utenti collegati al sistema (occupati + "idle")
Forza lavoro occupata	$N$	Livello di multiprogrammazione (MPL)
Quantità di moneta circolante (endogena)	$M_1$	Service rate globale ( $M_1=N \times SR$ )
Velocità di circolazione della moneta	$V$	Livello di multiprogrammazione (MPL): $V \equiv N$
Tasso di interesse reale	$r$	Differenza fra il tasso di utilizzo corrente e il tasso di utilizzo target: $r = U_{corrente} - U_{target}$

Tabella A.2. Valori ripresi da report RMF relativi a un caso reale.

Grandezza economica	Grandezza nel report RMF	Variabile matematica	Valore
Periodo di produzione	INTERVAL	$T_0$	000.49.59 (hhh.mm.ss)
Stock di moneta (depositi + circolante)	SU/SEC	$M_2$	44.692,7
Quantità di moneta offerta	TRX SERV (sola CPU)	$M_0$	1812
Forza lavoro disponibile	TSO AVE	$L_0$	265
Forza lavoro occupata	Transactions AVG	$N$	5,64
PIL reale	Transactions END/S	$Q$	24,91
Salario nominale	TRX SERV (sola CPU)	$SR$	1812
PIL nominale	Non presente	$Y = N \times SR$	$5,64 \times 1812 = 10.219$
Quantità di moneta circolante	Non presente	$M_1 = Y$	10.219
Velocità di circolazione della moneta	Transactions AVG	$V \equiv N$	5,64
Livello medio dei prezzi	Non presente	$P_0 = Y/Q$	$10.219/24,91 = 410$
Propensione marginale al risparmio	Response Time Goal	$R_0$	0,200
	Response Time effettivo	$R = P_0/SR$	0,226
Propensione marginale al consumo	Non presente	$c = 1 - s = 1 - R$	0,774
Tasso di interesse nominale	APPL% CP	$i = M_1/M_2$	23,54 (util <sub>corrente</sub> . Include overhead CP)
Tasso di interesse reale	Non presente	$r = \text{util}_{corrente} - \text{util}_{target}$	0

## BIBLIOGRAFIA

- [1] WIENER N., 1954, *The Human Use of Human Beings – Cybernetics and Society*, Da Capo Press, USA ; trad. it., *Introduzione alla Cibernetica. L'uso umano degli esseri umani*, trad. it. a cura di D. Persiani, Boringhieri, Torino, 1982.
- [2] INPS, 2018, *Relazione annuale del presidente INPS*
- [3] LAZOWSKA E.D., ZAHORJAN J., GRAHAM G. S., SEVCIK K.C., 1984, *Quantitative System Performance: Computer System Analysis Using Queueing Network Models.*, Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- [4] KEYNES J.M., 1937, *The General Theory of Employment, Interest, and Money*, Macmillan, London; rist., Harcourt Inc. 1964; trad. it., *Teoria generale dell'occupazione, dell'interesse e della moneta*, a cura di T. Cozzi, U.T.E.T., Torino, 2005.
- [5] Hicks J.R., 1937, *Mr Keynes and the Classics: a Suggested Interpretation*, «Econometrica», vol. 5, n° 2; rist. JSTOR, [www.jstor.org/stable/1907242](http://www.jstor.org/stable/1907242); trad. it., *Keynes e i «classici»: suggerimento di una interpretazione*, in *Problemi di macroeconomia*, a cura di M. G. Mueller, vol. 1, Etas Kompass, Milano, 1968.
- [6] Modigliani F., 1944, *Liquidity Preference and the Theory of Interest and Money*, «Econometrica», vol. 12; rist. JSTOR, [www.jstor.org/stable/1905567](http://www.jstor.org/stable/1905567); trad. it., *La preferenza per la liquidità e la teoria dell'interesse e della moneta*, in *Consumo, risparmio, finanza*, F. Modigliani, il Mulino, Bologna, 1992.
- [7] MANKIW N.G., TAYLOR M.P., 2014, *Macroeconomics – European Edition, 2<sup>nd</sup> edition*, Worth Publishers, New York; trad. it., *Macroeconomia – Sesta edizione italiana*, trad. it. a cura di P. Canton e A. Oliveri, Zanichelli, Bologna, 2015.
- [8] SMYTH S., 1998, *Modelli economici per la valutazione delle prestazioni degli elaboratori elettronici*, tesi di laurea, Università Bocconi, Milano.
- [9] PERFETTO C.M., 2019, *L'economista in camice*, Aracne editrice, Roma.
- [10] STIGLITZ J.E., 2016, *The Euro. How A Common Currency Threatens The Future of Europe*, W. W. Norton & Company, Inc. New York; trad. it., *L'euro. Come una moneta comune minaccia il futuro dell'Europa*, a cura di D. Cavallini, Einaudi, Torino, 2017.
- [11] BCE, 2015, *Virtual Currency Schemes – A Further Analysis*.
- [12] BRYNJOLFSSON E., MCAFEE A., 2014, *The Second Machine Age. Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W. W. Norton & Company, Inc. New York; trad. it., *La nuova rivoluzione delle macchine. Lavoro e prosperità nell'era della tecnologia trionfante*, a cura di G. Carlotti, Giangiaco Feltrinelli Editore, Milano, 2017.
- [13] CESARATTO S., 2016, *Sei lezioni di economia. Conoscenze necessarie per capire la crisi più lunga (e come uscirne)*, Imprimatur, Reggio Emilia.
- [14] ALLEVA G., 2018, *Rapporto annuale 2018 del Paese. Sintesi*, Istat.
- [15] BLANCHARD O., AMIGHINI A., GIAVAZZI F., 2013, *Macroeconomics: a European Perspective, 2<sup>nd</sup> edition*, Pearson Education Limited, Edinburgh Gate, UK; trad. it., *Macroeconomia: Una prospettiva europea*. Nuova edizione, trad. it. a cura di C. Broccolini, D. De Stefano e S. Giuntoli, il Mulino, Bologna, 2014.
- [16] DOHERTY W. J., THADANI A. J., 1982, *The Economic Value of Rapid Response Time*.



## CONTATTI

*Claudio Maria Perfetto*

Consulente informatico indipendente

*e-mail: claudiomaria.perfetto@gmail.com*



Claudio Maria Perfetto inizia a lavorare nel 1979 come programmatore applicativo (CICS Assembler macro level e CICS COBOL command level). Dopo due anni diventa programmatore di sistema, occupandosi della generazione e gestione di sistemi operativi per elaboratori mainframe (MVS/370, MVS/SP, MVS/ESA, MVS/XA, OS/VS1, DOS/VSE, VM) e specializzandosi in ottimizzazione delle prestazioni e dimensionamento della capacità elaborativa. Dal 1987 al 2006 lavora in aziende dei Gruppi Pirelli e Olivetti come specialista in tecnologie informatiche (generazione dei sistemi operativi MVS/XA e OS/390, analisi e controllo dei livelli di servizio, tuning, capacity planning, politiche architetturali). Dal 2006 al 2010 lavora in un'azienda del Gruppo Deutsche Telekom con mansioni manageriali nel ruolo di Business Continuity Manager con l'obiettivo di redigere e mantenere aggiornato il Piano di Continuità Operativa Aziendale da attuarsi in casi di eventi disastrosi (come alluvioni e terremoti) che causano l'indisponibilità di risorse essenziali per il business (edifici, personale, ICT, energia elettrica, documentazione). Dal 2011 svolge l'attività di consulente informatico in ambito data base administration — DBA — (ha implementato, tra l'altro, un portale statistiche mainframe basato su IBM http server e interfacce HTML-REXX-DB2 su z/OS). Nel corso della sua professione osserva che l'elaborazione dei dati è simile alla produzione dei beni e questo lo spinge a indagare più a fondo sulle leggi che sono alla base dei processi informatici e dei processi economici. Elabora una sintesi tra economia e informatica che chiama "Economatica", grazie alla quale è possibile eseguire esperimenti di economia in laboratorio in condizioni vicine a quelle del mondo reale e trovare soluzioni a problemi economici tra cui quello relativo alla disoccupazione generazionale (la disoccupazione che riguarda un'intera generazione).