



Università
Ca' Foscari
Venezia

Relatore

Prof. Domenico Sartore

Laureando

Carlo Trolese

Matricola 823758

Anno accademico

2014 / 2015

Tesi di laurea

**La curva di Phillips in presenza di
diversi regimi economici**

Corso di Laurea magistrale in Economia e

Finanza

INDICE

Introduzione

1. CURVA DI PHILLIPS IN LETTERATURA

1.1 Prima formulazione della Curva di Phillips

1.2 Introduzione delle aspettative

1.3 Tasso naturale di disoccupazione

1.4 Introduzione delle aspettative razionali

1.5 Conclusioni

2. MARKOV REGIME SWITCHING MODELS

2.1 Regime-Switching Models di Hamilton

2.2 L'utilizzo del toolbox di Matlab

2.2.1 Switching in modelli di regressione lineare

2.2.2 Stima della massima verosimiglianza

3. UN MODELLO STATICO PER LA CURVA DI PHILLIPS

3.1 Introduzione

3.2 Il modello economico

3.3 Approccio econometrico

3.4 Definizione e descrizione delle serie storiche

3.5 Risultati empirici

4. SWITCHING SUL MODELLO STATICO : UN MODELLO DINAMICO

4.1 Dove operare lo switching?

4.1.1 Test di Wald: dall'universale al particolare

4.2 Risultati dello switching

4.3 Presenza di diversi regimi economici

CONCLUSIONE

BIBLIOGRAFIA

SITOGRAFIA

INTRODUZIONE

Fin dalla sua prima formulazione la curva di Phillips è stata oggetto di critiche e adattamenti, al fine di renderla coerente con i dati empirici che effettivamente venivano rilevati nella realtà economica. Infatti, nel momento in cui si presuppone una relazione diretta fra inflazione e disoccupazione, ci si aspetta altrettanta relazione fra inflazione e livello di produzione aggregata; tale aspetto come sappiamo è uno dei pilastri della teoria keynesiana, fortemente criticato e riadattato negli anni.

Nel corso dell'elaborato si cercherà, lavorando sui dati empirici, di sviluppare questo concetto, ovvero l'attinenza completa o parziale della curva di Phillips ai dati; nello specifico l'eventuale trade-off fra inflazione e disoccupazione.

In prima battuta l'elaborato presenterà un excursus storico che partirà dalla prima formulazione della curva di Phillips, passando poi in rassegna tutte le modifiche apportate nel corso degli anni, nate dalla necessità di adattare tale principio a quel meccanismo dinamico, soggetto a continue innovazioni, che rappresenta appieno l'economia reale.

Successivamente si andrà a testare la veridicità della curva di Phillips, ricorrendo ai modelli Markov-switching: modelli con i quali si cercherà di dimostrare come varia la relazione fra disoccupazione ed inflazione in due stati del mondo, che chiameremo S_1 e S_2 , riprendendo lo studio fatto da Chang-Jin Kim e da Charles R. Nelson già nel 1999 i quali cercarono di spiegare se vi fossero stati dei break strutturali negli Stati Uniti del dopoguerra, e quando questi si fossero presentati, e l'effetto conseguente sul GDP, con un articolo su "The review of economics and statistics" che titolava così "Has the U.S. Economy become more stable? A Bayesian approach based on a Markov-Switching Model of the Business Cycle".

Ciò che si vorrà dimostrare è che l'economia è un complesso meccanismo dinamico, soggetto a continue integrazioni a causa della sua mutevolezza, del suo sviluppo. E tutto questo va a conferma del fatto che alcune teorie, alcune verità, possono trovare riscontro empirico in un determinato periodo, e non trovarlo in quello immediatamente successivo. Infatti tale pensiero vale in maniera particolare per la curva di Phillips, che non ha caso è stata rivisitata più volte nel corso degli anni per integrarla, rinnovarla o semplicemente modificarla per renderla adeguata ai dati osservati.

Ed i risultati ottenuti con il lavoro di tesi lo dimostrano, vi sono infatti inversioni per quanto riguarda le relazioni fra determinate variabili esplicative e la loro dipendente, che non vengono colte se analizzate dal punto di vista statico.

CAPITOLO 1 : CURVA DI PHILLIPS IN LETTERATURA

Nel 1958 A.W. Phillips disegnò un grafico che riportava il tasso di inflazione in funzione del tasso di disoccupazione nel Regno Unito per gli anni dal 1861 al 1957. Egli mise in evidenza una chiara relazione negativa fra inflazione e disoccupazione: quando la disoccupazione era bassa l'inflazione era alta, quando la disoccupazione era alta, l'inflazione era bassa, spesso anche negativa. Due anni dopo, tale relazione venne confermata da Paul Samuelson e Robert Solow per quanto concerne il mercato statunitense, tra il 1900 e il 1960.

Ben presto la curva assunse notevole importanza in quanto in essa venne visto uno strumento fondamentale per combattere disoccupazione e inflazione. Questa relazione, che Samuelson e Solow denominarono *Curva di Phillips*, sembrava indicare ai paesi la possibilità di scegliere tra diverse combinazioni di disoccupazione ed inflazione, garantire quindi una disoccupazione minore in cambio di un'inflazione più elevata; oppure si poteva ottenere una stabilità dei prezzi a patto di essere disposti a tollerare una disoccupazione maggiore.

Tuttavia, negli anni Settanta, questa relazione sembrò perdere validità, perché si registrò sia negli USA, sia in gran parte dei paesi Ocse, alta inflazione e alta disoccupazione, un'evidente contraddizione con la Curva di Phillips originaria. Cominciò a prendere forma una nuova relazione, e cioè quella tra il tasso di disoccupazione e la *variazione* del tasso di inflazione.

In questo capitolo avremo modo di osservare e capire i motivi che hanno portato a continue riformulazioni della Curva di Phillips.¹

¹ Per maggiori approfondimenti sull'argomento della curva di Phillips e sul quadro teorico nell'ambito del quale essa si inserisce si veda O.J.Blanchard, Scoprire la Macroeconomia: quello che non si può sapere, Il Mulino Bologna, 2011.

1.1 Prima formulazione della Curva di Phillips

Pensiamo ad un'economia con inflazione positiva in alcuni anni e negativa in altri, in modo che l'inflazione sia in media nulla; tuttavia, oggi, negli Stati Uniti le cose non stanno proprio così, l'ultimo anno di *deflazione* (inflazione negativa) è stato il 1955, con il -0,3%, ma nel periodo esaminato da Phillips, Samuelson e Solow, l'inflazione media è sempre stata vicina allo zero. Dunque con un tasso medio di inflazione pari a zero è ragionevole aspettarsi un'inflazione nulla anche nel corso dell'anno successivo, quindi con $\pi_t^e = 0$ nella formulazione iniziale la Curva di Phillips si presentava così:

$$\pi_t = (\mu + z) - \alpha u_t$$

Questa è esattamente la relazione negativa tra disoccupazione e inflazione trovata da Phillips per il Regno Unito e da Samuelson e Solow per gli Stati Uniti; dove μ rappresenta il mark-up applicato dalle imprese, z un insieme di variabili che influenzano la determinazione dei salari, α esprime la forza dell'effetto della disoccupazione sul salario, u_t il tasso di disoccupazione al tempo t .

A tale formulazione si può arrivare facendo riferimento alla curva di offerta aggregata nel modello AS – AD, offerta aggregata e domanda aggregata (*Aggregate Supply, Aggregate Demand*). L'equazione di offerta aggregata ci dice come varia il livello dei prezzi a fronte di variazioni della produzione; essa deriva dall'equilibrio sul mercato del lavoro, pertanto il salario risultante dalla determinazione dei salari deve essere uguale al salario derivante dalla determinazione dei prezzi.

L'equazione per la determinazione dei salari è:

$$W = P^e F(u, z)$$

dove P^e è il livello atteso dei prezzi, u il tasso di disoccupazione, che sta in una relazione inversa rispetto ai salari, e z , variabile che esprime un insieme di fattori che

influenzano la determinazione dei salari, come i sussidi di disoccupazione, il salario minimo etc.

L'equazione per la determinazione dei prezzi è:

$$P = (1 + \mu)W$$

dove μ è il mark-up, differenza tra il prezzo di vendita di un bene o servizio e il suo costo di produzione, che sarà tanto maggiore quanto più il mercato di riferimento si allontana dalla condizione di concorrenza perfetta.

Sostituendo la prima equazione nella seconda, otteniamo la curva di offerta aggregata, la curva AS:

$$P_t = P_t^e (1 + \mu) F(u_t, z)$$

e assumendo una forma specifica per la funzione $F(u_t, z)$ del tipo:

$$F(u, z) = e^{-au+z}$$

otteniamo:

$$P_t = P_t^e (1 + \mu) e^{-au+z}$$

Applichiamo il logaritmo ad ambo i membri:

$$\ln P_t = \ln P_t^e + \ln(1 + \mu) - au_t + z$$

sottraiamo $\ln P_{t-1}$ ad ambo i membri:

$$\ln P_t - \ln P_{t-1} = \ln P_t^e - \ln P_{t-1} + \ln(1 + \mu) - au_t + z$$

otteniamo:

$$\pi_t = \pi_t^e + (\mu + z) - \alpha u_t$$

Rispetto alla formulazione iniziale, qui abbiamo anche il tasso d'inflazione attesa, π_t^e , e tale assunzione risultava fondata; perché il tasso di inflazione nel periodo preso in esame negli studi di Phillips, Samuelson e Solow, si assestava in media intorno allo zero, e sulla base di un'inflazione nulla in passato è ragionevole aspettarsi un'inflazione nulla anche in futuro e pertanto l'inflazione attesa sarà pari a zero.

In conclusione la Curva di Phillips, nella sua prima formulazione, permise di inferire che: dati i prezzi attesi, una minor disoccupazione comporta un aumento dei salari nominali; maggiori salari implicano maggiori costi sostenuti dall'impresa, la quale, per mantenere invariato il profitto, aumenta a propria volta i prezzi di prodotti e servizi. Viene a presentarsi, quindi, un meccanismo a spirale, nel quale si richiedono salari sempre maggiori, a causa della minor disoccupazione, che comporteranno un rialzo dei prezzi, generando quindi inflazione.

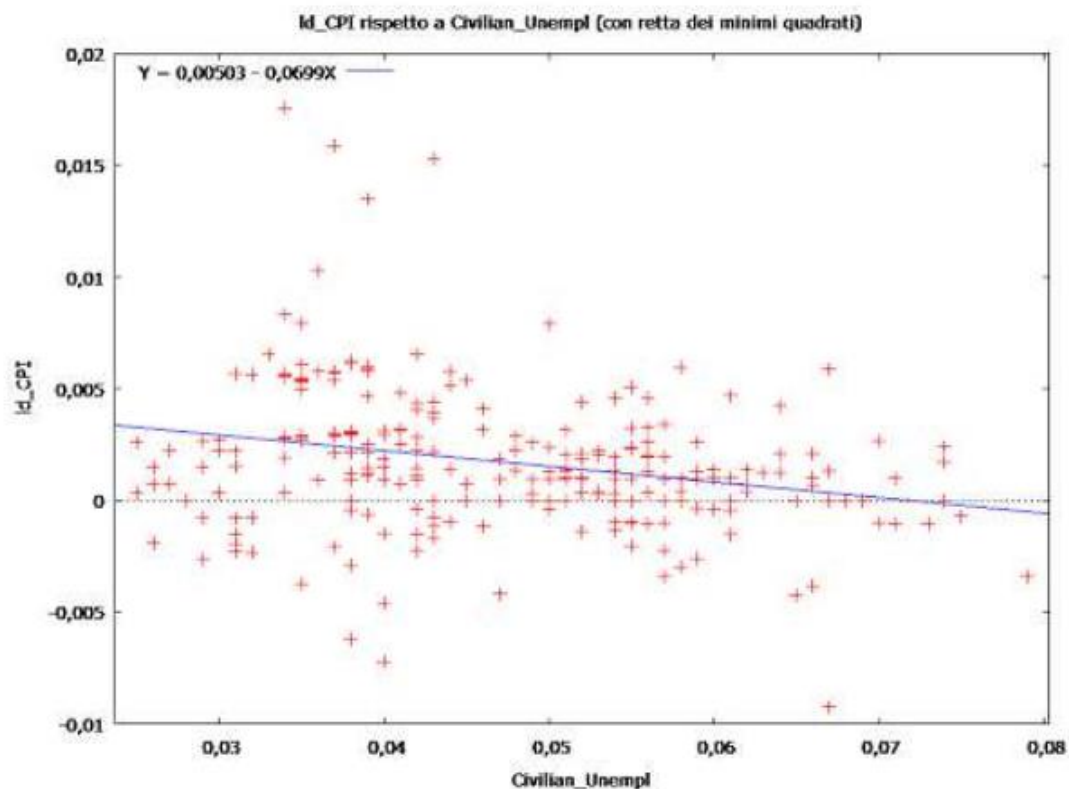


Fig 1.1.1. Inflazione e disoccupazione negli Stati Uniti dal 1948 al 1969

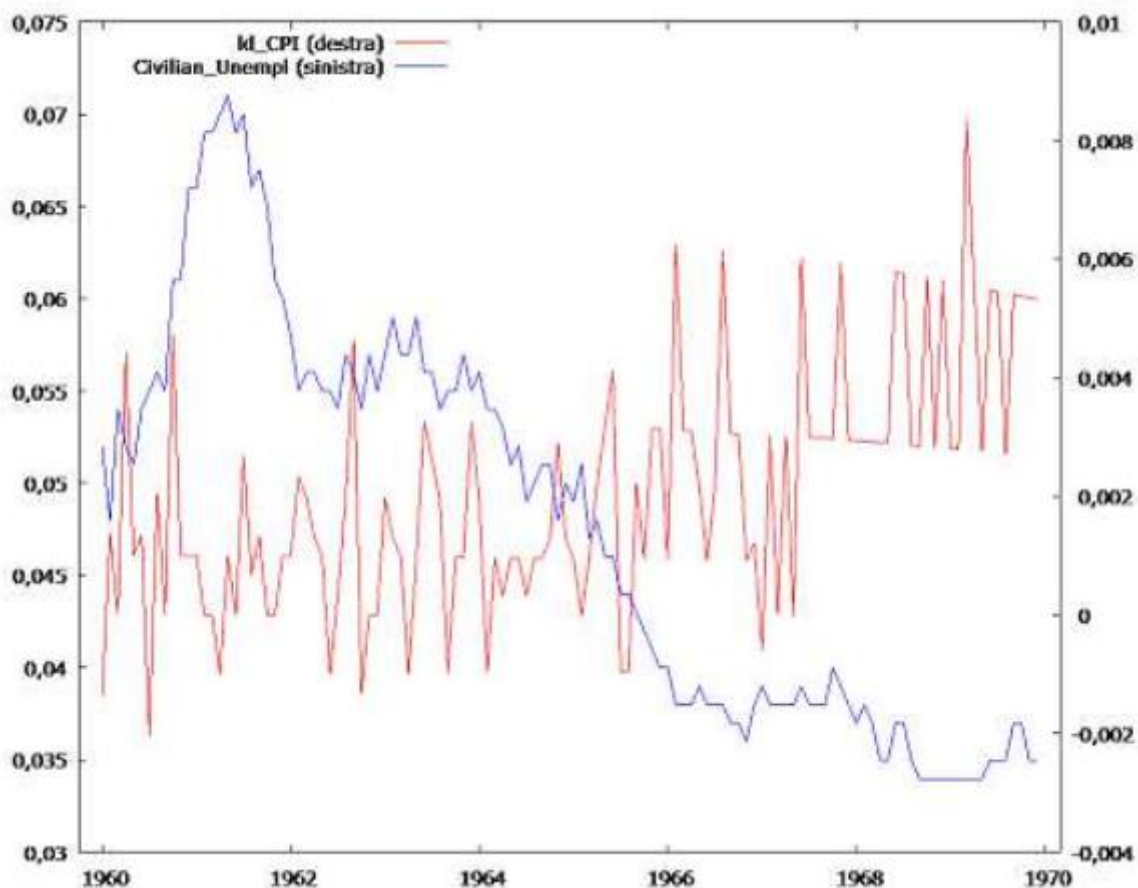


Fig 1.1.2. Andamento di tasso di inflazione e tasso di disoccupazione a confronto (anni Sessanta)

Con la figura 1.1 si riportano le combinazioni di inflazione e disoccupazione negli Stati Uniti dal 1948 al 1969; da ciò si nota come la relazione pareva essere rispettata anche durante la prolungata espansione degli anni Sessanta, dal momento che i punti si assestano lungo una retta, e tale relazione inversa viene confermata anche dalla figura 1.2. Dal 1961 al 1969, infatti, il tasso di disoccupazione è diminuito dal 6,8% al 3,4%, mentre il tasso di inflazione è costantemente aumentato, dall'1% al 5,5%. Dunque, da questo si deduce come l'economia statunitense si sia mossa lungo la curva di Phillips.

1.2 Introduzione delle aspettative

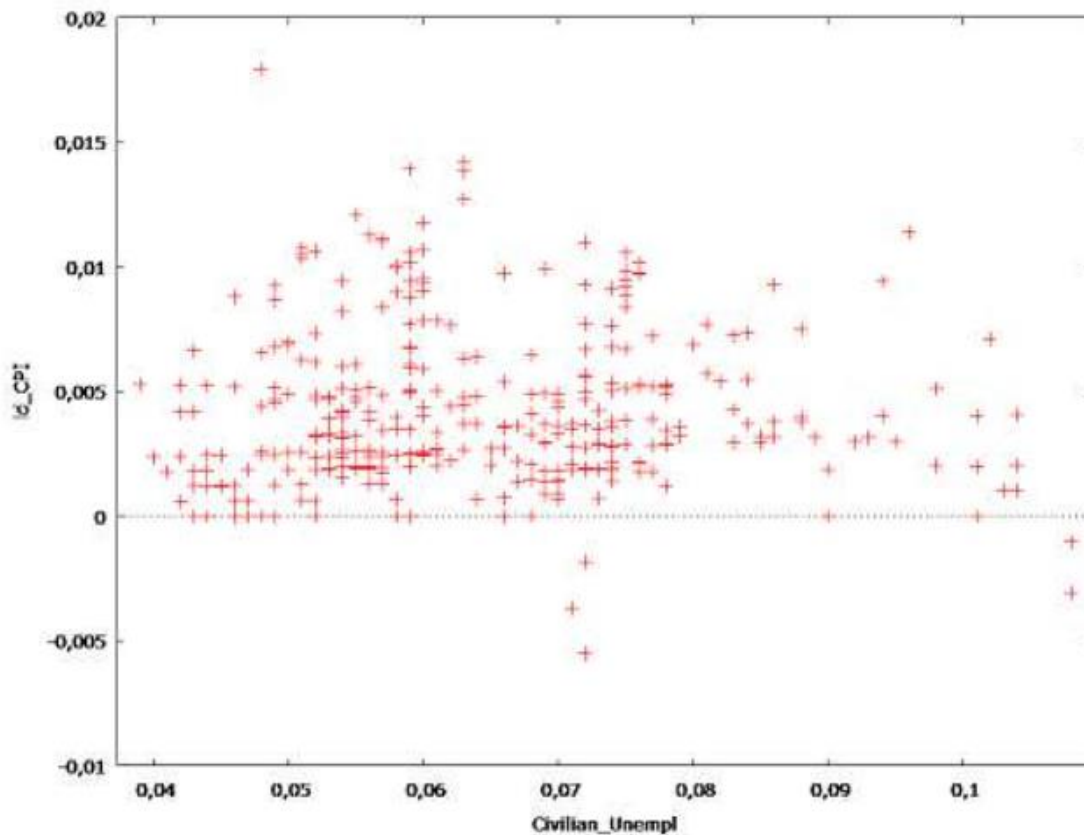


Fig 1.2.1. Inflazione e disoccupazione negli Stati Uniti dal 1970 al 2000

Dal 1970 in poi la relazione tra tasso di disoccupazione e tasso di inflazione venne meno, come si può osservare nella figura 1.2.1 non emerge nessuna relazione negativa, i punti assumono la forma di una nebulosa. Dunque la curva di Phillips è scomparsa? Studi approfonditi hanno portato ad individuare due ragioni di fondo:

1. Nel corso degli anni Settanta gli Stati Uniti furono colpiti ben due volte da un rincaro del prezzo del petrolio. Questo aumento dei costi di produzione costrinse le imprese ad aumentare i loro prezzi rispetto ai salari, cioè ad aumentare il mark-up; un aumento del mark-up fa aumentare l'inflazione, anche a parità di tasso di disoccupazione, e negli anni Settanta questo è successo ben due volte.
2. Seconda ed ancora più importante ragione di fondo: risiede nel fatto che i lavoratori modificarono il loro modo di formare le aspettative, svolta causata da un cambiamento del processo stesso di inflazione. Invece di fluttuare tra valori

positivi e negativi, come era accaduto nella prima parte del secolo, a partire dagli anni Sessanta l'inflazione è diventata costantemente positiva. La persistenza dell'inflazione portò i lavoratori e le imprese a rivedere il loro modo di formare le aspettative, che iniziarono ad incorporare la presenza dell'inflazione, modificando la natura stessa della relazione tra disoccupazione e inflazione.

Per capire meglio che cos'è accaduto, supponiamo che le aspettative si formino in base alla relazione:

$$\pi_t^e = \theta \pi_{t-1}$$

dove il valore del parametro θ descrive l'effetto del tasso di inflazione dell'anno precedente π_{t-1} sul tasso di inflazione atteso nell'anno corrente π_t^e . Quanto maggiore è il valore di θ , tanto più l'inflazione passata spinge i lavoratori e le imprese a rivedere le loro aspettative sull'inflazione futura.

Quando $\theta=0$, otteniamo la curva di Phillips originaria.

Quando $\theta>0$, il tasso di inflazione dipende non solo dal tasso di disoccupazione, ma anche dal tasso di disoccupazione dell'anno precedente:

$$\pi_t = \theta \pi_{t-1} + (\mu + z) - \alpha u_t$$

Quando $\theta=1$, il tasso di disoccupazione influenza la *variazione* del tasso di inflazione, e l'equazione di offerta aggregata diventa:

$$\pi_t - \pi_{t-1} = (\mu + z) - \alpha u_t$$

Per distinguerla dalla curva di Phillips originaria, l'equazione viene spesso chiamata *curva di Phillips corretta per le aspettative* o *curva di Phillips accelerata*, per indicare che un basso tasso di disoccupazione fa aumentare il tasso di inflazione e quindi provoca un'*accelerazione* del livello dei prezzi.

1.3 Tasso naturale di disoccupazione

La curva di Phillips originaria prevedeva l'assenza del tasso naturale di disoccupazione. E già alla fine degli anni Sessanta, quando la curva di Phillips forniva ancora una buona attendibilità grazie alla coerenza con i dati empirici, due economisti, Milton Friedman e Edmund Phelps, si interrogarono sull'esistenza di un *trade-off* tra disoccupazione ed inflazione e asserirono che tale *trade-off* poteva esistere solo in presenza di una sottostima sistematica dell'inflazione nella determinazione dei salari e che una situazione del genere non poteva continuare a lungo. Essi sostenevano che nel momento in cui le autorità avessero cercato di mantenere un'occupazione elevata a discapito di una maggior inflazione, il *trade-off* alla fine sarebbe scomparso e il tasso di disoccupazione non sarebbe sceso al di sotto del tasso naturale di disoccupazione, ovvero quel tasso in corrispondenza del quale il livello effettivo dei prezzi è uguale al livello atteso dei prezzi, quindi inflazione effettiva uguale ad inflazione attesa.

Quindi con $(\pi_t = \pi_t^e)$ il tasso naturale di disoccupazione $u_n = \frac{\mu+z}{\alpha}$; imponendo tale condizione all'equazione:

$$\pi_t = \pi_t^e + (\mu + z) - \alpha u_t$$

otteniamo:

$$\pi_t - \pi_t^e = -\alpha(u_t - \left(\frac{\mu + z}{\alpha}\right))$$

e sostituendo u_n otteniamo:

$$\pi_t - \pi_t^e = -\alpha(u_t - u_n)$$

Pertanto una relazione inversa c'è, ma esiste tra variazione del tasso di inflazione e differenza tra tasso di disoccupazione corrente e tasso di disoccupazione naturale.

1.4 Introduzione delle aspettative razionali

“Che le previsioni [dell’economia Keynesiana] fossero ampiamente errate e che la teoria sulla quale si basavano fosse fundamentalmente fallace sono ora semplici dati di fatto. Il compito che spetta agli studiosi del ciclo economico è quello di esaminare il relitto, determinare quali caratteristiche di quell’importante evento intellettuale chiamato rivoluzione keynesiana meritino di essere salvate e messe a frutto, e quali altre debbano invece essere scartate.” (Robert Lucas)

Così, in un articolo del 1978, Robert Lucas dell’Università di Chicago e Thomas Sargent, allora all’università del Minnesota e poi a Chicago, condussero un potente attacco al cuore della macroeconomia; essi supposero che quanto avviene con le aspettative adattive, e cioè che il tasso di inflazione atteso è uguale al tasso di inflazione passato, non era corretto e che si dovesse pensare a delle aspettative che gli operatori formulassero sulla base di tutte le informazioni a loro disposizione, delle *aspettative razionali*.

Questo modo di pensare può essere così espresso:

$$\pi_t^e = E(\pi_t | \Omega_{t-1}) = E(\pi_t)$$

Infatti Lucas sosteneva che i dati storici fossero irrilevanti per quanto concerne la stima di previsioni di politica economica. Egli sosteneva che a fronte di una comunicazione di politica monetaria volta a ridurre l’inflazione, gli operatori ne avrebbero tenuto conto rivedendo al ribasso le loro aspettative sul tasso di inflazione futuro, facendo così diminuire l’inflazione effettiva senza dover ricorrere ad una diminuzione del tasso di disoccupazione.

Quando ormai la macroeconomia sembrava un campo di studi abbastanza maturo e stabile, questo venne a mancare, andò in crisi, per due diverse ragioni:

1. In primo luogo a causa degli stessi accadimenti economici; infatti la prima metà degli anni Settanta vide un periodo di forte *stagflazione*, ovvero un periodo di alta disoccupazione ed altrettanto alta inflazione, scenario che non era stato previsto dalle teorie dei macroeconomisti del tempo.
2. In secondo luogo, il cambiamento venne sostenuto da un progresso in campo teorico, sulla formulazione delle aspettative, a capo del quale troviamo appunto Robert Lucas, Thomas Sargent e Robert Barro.

Ciò che proposero Lucas e Sargent era che le persone formassero le loro aspettative nella maniera più razionale possibile, attingendo a tutte le informazioni di cui potevano disporre, e questo pensare risultò molto pericoloso per la sopravvivenza della macroeconomia keynesiana.

L'introduzione delle aspettative razionali ebbe un impatto rilevante, per esempio, sui modelli macroeconomici esistenti, perché sebbene questi modelli riconoscessero l'esistenza del fatto che le aspettative influiscono sul comportamento dell'individuo, questo non veniva realmente esplicitato dalle variabili che componevano i suddetti modelli.

Quindi, cambiando le regole che erano alla base dell'insieme di relazioni tra le variabili economiche, sarebbero cambiate anche le aspettative, rendendo quelle stime delle pessime descrizioni di quello che sarebbe successo.

La critica di Lucas portò anche ad un riesame dell'offerta aggregata, infatti nei modelli keynesiani era l'aggiustamento fra prezzi e salari attraverso il meccanismo della curva di Phillips a portare la produzione al suo livello naturale.

“Un aumento della moneta, per esempio, provocava inizialmente una maggior produzione e una disoccupazione più bassa. Quest'ultima poi faceva aumentare i salari nominali e quindi i prezzi. L'aggiustamento continuava finché salari e prezzi

non fossero aumentati nella stessa proporzione della moneta nominale, ovvero finché disoccupazione e produzione non fossero tornate ai loro livelli naturali”

(O. Blanchard, La storia della Macroeconomia)

Questo aggiustamento, invece, secondo Lucas, dipendeva dalla natura adattiva delle aspettative di inflazione.

Quindi, ben presto, si diffuse l'idea che l'ipotesi di aspettative razionali fosse quella giusta, o per lo meno un buon punto di partenza.

1.5 Conclusioni

Riassumendo, fin dalla sua prima formulazione, la curva di Phillips è stata oggetto di un acceso dibattito, soggetta a numerose modifiche ed integrazioni. Tuttavia, il concetto di base rimane lo stesso, ovvero interpretare la curva di offerta aggregata in termini di relazione tra inflazione e disoccupazione; poi col tempo è cambiato il modo con il quale gli operatori formulano le loro aspettative, proprio perché non si può pensare ad un'economia statica, bensì ad un meccanismo dinamico che comporta per forza di cose un adattamento degli individui alle evoluzioni ed innovazioni che caratterizzano l'ambiente in cui vivono.

Nel prossimo capitolo, si cercherà comunque di dimostrare la veridicità della curva di Phillips, attingendo agli Switching Models di Markov, per testare il fatto che quando si tratta di economia non bisogna considerare un unico periodo e pensare che tutto ciò che riguarda la teoria possa coincidere appieno con i dati empirici, bensì, andando a spezzare il suddetto periodo in due o più, nella fattispecie due, sotto-periodi campionari potremo trovare coerenza tra il “verbo” e l'economia reale.

CAPITOLO 2 : MARKOV REGIME SWITCHING MODELS

2.1 Regime-Switching Models di Hamilton

²Molte serie storiche di carattere economico talvolta presentano dei cambiamenti drammatici nel loro trend, associati ad eventi come le crisi finanziarie oppure bruschi cambiamenti nella politica di governo. Di particolare interesse, per gli economisti, è l'apparente tendenza di molte variabili macroeconomiche a comportarsi in maniera differente durante le recessioni economiche, in presenza di un sottoutilizzo dei fattori produttivi, piuttosto che in un periodo di espansione economica.

Tali cambiamenti improvvisi si denotano soprattutto nelle serie finanziarie, e l'approccio che descriverò di seguito cerca di spiegare questi fenomeni attraverso calcoli teorici di carattere econometrico.

Consideriamo di poter descrivere le conseguenze di un drastico cambiamento nel comportamento di una singola variabile Y_t , la nostra variabile dipendente, attraverso un semplice modello autoregressivo di ordine 1 che si suppone descriva in maniera adeguata i dati osservati per $t=1,2,\dots,t_0$:

$$y_t = c_1 + \varphi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

con $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$.

Ora supponiamo che in t_0 ci sia stato un significativo cambiamento nel livello medio delle serie tanto da riscrivere in dati in questa maniera:

² Per maggiori approfondimenti sull'argomento degli switching models di Markov si veda James D. Hamilton, Regime-Switching Models, California, 2005.

$$y_t = c_2 + \varphi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Per $t=t_0+1, t_0+2, \dots$

Questa correzione nel valore dell'intercetta da c_1 a c_2 , potrebbe aiutare il modello a tornare in pista con previsioni migliori, tuttavia risulta insoddisfacente pensare a questa come legge di probabilità generatrice dei dati.

Non si vuole sostenere che il passaggio da c_1 a c_2 in t_0 sia dovuto ad un evento deterministico che chiunque sarebbe stato in grado di prevedere con certezza, infatti ci deve essere stato qualche break strutturale difficilmente prevedibile a capo di questo cambiamento.

Quindi, piuttosto che affermare che l'espressione (1) ha governato i dati fino a t_0 e l'espressione (2) dopo tale data, dobbiamo pensare ad un modello più grande, che comprende entrambe le espressioni:

$$y_t = c_{St} + \varphi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

dove St è una variabile casuale che, a causa di modifiche istituzionali, è accaduta nel nostro campione per assumere il valore $St = 1$ per $t = 1, 2, \dots, t_0$ e $St = 2$ per $t = t_0+1, t_0+2, \dots$

una descrizione completa della legge di probabilità che disciplina i dati osservati richiede un modello probabilistico che spieghi cosa ha provocato il cambiamento da $St = 1$ a $St = 2$; la spiegazione più semplice è che nella specificazione St si veda la realizzazione di uno dei due stati della catena di Markov con probabilità:

$$\Pr(s_t = j \mid s_{t-1} = i, s_{t-2} = k, \dots, y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) = \Pr(s_t = j \mid s_{t-1} = i) = p_{ij}$$

Supponendo di non osservare St direttamente, ma solo di inferire il suo funzionamento attraverso il comportamento di y_t , i parametri necessari per descrivere pienamente la legge di probabilità che governa y_t sono poi la varianza σ^2 , il coefficiente

autoregressivo φ , le due intercette c_1 e c_2 e le due probabilità di transizione di stato p_{11} e p_{22} .

Nel caso dei cicli economici e delle crisi finanziarie sappiamo che la situazione seppur drammatica, non è permanente, quindi l'ipotesi più prudente sembrerebbe essere la possibilità, per il regime, di cambiare di nuovo; il che suggerisce che $p_{22} < 1$ sia una formulazione più adatta a pensare a modifiche nel regime, piuttosto che $p_{22} = 1$ la quale rappresenta invece la permanenza del passaggio.

La formulazione del problema qui descritto, in cui tutti gli oggetti di interesse sono calcolati come il sotto-prodotto di un algoritmo iterativo simile nella forma a un filtro di Kalman, è dovuta ad Hamilton (1989, 1994).

2.2 L'utilizzo del toolbox di Matlab

Detto ciò, cerchiamo di far uso degli studi di Hamilton per introdurre, rimanendo sempre in ambito teorico, il modello che sta alla base di quello che nel corso dell'elaborato si cercherà di spiegare, dal momento che Hamilton si era servito di un processo autoregressivo, mentre qui si utilizzerà un semplice modello di regressione lineare, così come ci viene proposto dallo studioso Marcelo Perlin.

2.2.1 Switching in modelli di regressione lineare

Consideriamo il seguente processo:

$$y_t = \mu S_t + \varepsilon_t$$

dove $S_t = 1 \dots k$ e ε_t segue una distribuzione Normale con media zero e varianza $\sigma_{S_t}^2$.

Questo è il modello più semplice con una dinamica di switching, nel quale l'intercetta cambia stato rispetto ad una variabile indicatore S_t ; e ciò significa che se ci sono k stati, ci dovranno essere altrettanti valori per μ e σ^2 .

Nel caso considerassimo un unico stato del mondo ($S_t = 1$), la formula precedente assumerebbe la forma di un semplice e lineare modello di regressione in condizioni generali.

Tuttavia assumiamo che il modello di regressione precedentemente rappresentato preveda due stati del mondo ($k = 2$):

$$y_t = \mu_1 + \varepsilon_t \quad \text{Stato 1}$$

$$y_t = \mu_2 + \varepsilon_t \quad \text{Stato 2}$$

dove:

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_1^2) \quad \text{Stato 1}$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_2^2) \quad \text{Stato 2}$$

Questa rappresentazione implica chiaramente due differenti processi per la variabile dipendente y_t . Quando lo stato del mondo al tempo t è 1 (2) ci si aspetta una media μ_1 (μ_2) e una per la volatilità dovuta all'innovazione una varianza pari a σ_1^2 (σ_2^2).

Per esempio, ipotizziamo che y_t rappresenti il rendimento logaritmico di un asset finanziario; il valore di μ_1 viene rappresentato dal rendimento atteso quando il mercato si trova in uno stato cosiddetto "bull", il che implica un andamento positivo per i prezzi finanziari e di conseguenza un rendimento positivo per y_t . Invece il valore più basso misurato da μ_2 rappresenterà il rendimento atteso quando il mercato si trova in uno stato cosiddetto "bear", il quale prevede d'altro canto un andamento negativo dei prezzi.

Mentre i differenti valori assunti dalla volatilità nei due stati rappresentano l'incertezza per quanto riguarda il potere predittivo del modello in ogni stato del mondo. Quindi la transizione da uno stato all'altro è un evento stocastico e non deterministico, e ciò significa che non si può essere sicuri se ci sarà uno "switch", e cioè un passaggio di stato, o meno. Quello che possiamo dire è, invece, che le dinamiche stanno dietro gli switching models di Markov sono guidate e descritte da una matrice di transizione, che sarà in grado di fornirci le probabilità di passare da uno stato all'altro del mondo. Tale matrice può essere rappresentata così:

$$\begin{matrix} p_{11} & \cdots & p_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k1} & \cdots & p_{22} \end{matrix}$$

2.2.2 Stima della massima verosimiglianza

Un generalissimo modello MS può essere stimato con due differenti metodi, la massima verosimiglianza oppure l'inferenza Bayesiana, dal momento che per dimostrare la mia tesi riguardo la curva di Phillips ho fatto ricorso al software Matlab nel quale tutti i modelli vengono stimati ricorrendo al metodo della verosimiglianza, tralascieremo quello riguardante l'inferenza Bayesiana per concentrarci maggiormente sulla maximum likelihood.

Consideriamo il seguente regime switching model:

$$y_t = \mu S_t + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{S_t}^2)$$

$$S_t = 1, 2$$

La log likelihood di questo modello viene rappresentata così:

$$\ln L = \sum_{t=1}^T \ln \left(\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \right) \exp \left(-\frac{y_t - \mu S_t}{2\sigma^2 S_t} \right) \right)$$

Con la suddetta specificazione, se tutti gli stati del mondo sono conosciuti, cioè se i valori di S_t sono disponibili, stimare il modello tramite il metodo della massima verosimiglianza risulta molto semplice; tutto ciò che serve è massimizzare la presente log likelihood in funzione dei parametri μ_1 , μ_2 , σ_1^2 e σ_2^2 . Tuttavia non è il caso degli switching models di Markov, dove gli stati del mondo sono sconosciuti.

Per stimare uno switching regime del quale non conosciamo gli stati del mondo, è necessario modificare la notazione per quanto riguarda la funzione di verosimiglianza. Se consideriamo $f(y_t | S_t = j, \Theta)$ come funzione di verosimiglianza per lo stato j dato

un insieme di parametri (Θ), allora la funzione logaritmica di verosimiglianza completa del modello sarà:

$$\ln L = \sum_{t=1}^T \ln \sum_{j=1}^2 (f(y_t | S_t = j, \Theta) \Pr(S_t = j))$$

che altro non è se non la media pesata delle funzioni di verosimiglianza di ogni stato, i cui pesi vengono calcolati in base alla probabilità di realizzazione del singolo stato.

Quando non si dispone di queste probabilità, non si può applicare la suddetta funzione direttamente, si può invece fare inferenza sulle probabilità in base alle informazioni disponibili. Questa è l'attività principale del filtro di Hamilton, il quale viene utilizzato per calcolare le "probabilità filtrate" in base all'arrivo di nuove informazioni.

Si consideri ψ_{t-1} matrice delle informazioni disponibili al tempo $t - 1$; con il filtro di Hamilton, si possono ottenere le stime di $\Pr(S_t = j)$ mediante il seguente algoritmo iterativo:

1. Si supponga per semplicità che le probabilità iniziali ($t = 0$) di ogni stato $\Pr(S_0 = j)$ per $j = 1, 2$ siano $\Pr(S_0 = j) = 0.5$ or the steady-state (unconditional) probabilities of S_t :

$$\Pr(S_0 = 1 | \psi_0) = \frac{1 - p_{11}}{2 - p_{11} - p_{22}}$$

$$\Pr(S_0 = 2 | \psi_0) = \frac{1 - p_{22}}{2 - p_{22} - p_{11}}$$

2. Si imposti $t = 1$ e si quantifichino le probabilità di ogni stato con le informazioni a disposizione fino a $t - 1$:

$$\Pr(S_t = j | \psi_{t-1}) = \sum_{i=1}^2 p_{ji} (\Pr(S_{t-1} = i | \psi_{t-1}))$$

dove p_{ji} sono le probabilità di transizione previste dalle catene di Markov.

3. Si aggiorni la probabilità di ogni stato con le informazioni fino al tempo t ; tale operazione si esegue utilizzando i parametri del modello relativamente ad ogni singolo stato, in questo caso $\mu_1, \mu_2, \sigma_1^2, \sigma_2^2$ e le probabilità di transizione p_{11} e p_{22} al fine di calcolare la funzione di verosimiglianza di ogni stato al tempo t : $(f(y_t | S_t = j, \psi_{t-1}))$. Dopodiché, si utilizzi la seguente formula per aggiornare le probabilità di ogni stato con le nuove informazioni di cui si è venuti a disporre:

$$\Pr(S_t = j | \psi_t) = \frac{f(y_t | S_t = j, \psi_{t-1})\Pr(S_t = j, \psi_{t-1})}{\sum_{j=1}^2 f(y_t | S_t = j, \psi_{t-1})\Pr(S_t = j, \psi_{t-1})}$$

4. Si imposti $t = t + 1$ e si ripetano i passaggi 2 e 3 fino a $t = T$, in questo modo, si otterranno tutte le osservazioni del campione, e ciò dovrebbe fornire un insieme di probabilità filtrate per ogni stato, da $t = 1$ a $t = T$.

I passaggi precedentemente illustrati forniscono le probabilità necessarie al calcolo della verosimiglianza logaritmica del modello in funzione di un insieme di parametri, e la stima del modello si ottiene trovando quei parametri che massimizzano la seguente equazione:

$$\ln L = \sum_{t=1}^T \ln \sum_{j=1}^2 (f(y_t | S_t = j, \Theta)\Pr(S_t = j | \psi_t))$$

Un aspetto importante nella stima del regime switching model è che i parametri della matrice di transizione non variano liberamente, ma dal momento che sono probabilità, i loro valori devono essere compresi tra 0 e 1, e la somma dei parametri di ciascuna colonna della matrice di transizione, deve essere necessariamente 1. Per $k = 2$, queste

condizioni sono di facile attuazione, semplicemente applicando una trasformazione numerica per p_{11} e p_{22} , e impostando $p_{12} = 1 - p_{11}$ e successivamente $p_{22} = 1 - p_{21}$; allo stesso modo bisogna essere consapevoli del fatto che con $k > 3$ tali condizioni non saranno garantite.

Una volta descritto dal punto di vista teorico il ruolo dei regime switching, si cercherà di creare un modello, in Matlab (un software di programmazione), che rappresenti quanto detto precedentemente. Prima di passare a Matlab, tuttavia, si descriveranno brevemente i motivi che hanno portato alla selezione delle variabili esplicative, e le serie storiche che le rappresentano; si apportheranno, inoltre, i risultati di alcuni test che sono stati fatti con l'utilizzo di E-views: test sulla bontà delle serie storiche selezionate.

CAPITOLO 3 : UN MODELLO STATICO PER LA CURVA DI PHILLIPS

3.1 Introduzione

Il tasso di disoccupazione negli Stati Uniti ha recentemente toccato livelli elevatissimi, attorno al 10% della forza-lavoro, per poi tornare a ridiscendere lievemente. Causa principale di questo aumento è stata sicuramente la crisi economica del 2008 ed in passato, per esempio, la stagflazione del 1981.

L'andamento di questa grandezza macroeconomica è ciclico, e si accompagna molto ai periodi di crisi o salute di un paese. Questa coincidenza si è verificata infatti in tutte le maggiori fasi di declino del novecento e dei primi anni duemila. Le successive fasi di espansione dell'economia hanno invece favorito un declino della disoccupazione, per via della creazione di nuovi posti di lavoro.

Essendo il tasso fortemente legato all'economia, possiamo quindi utilizzare due Proxy dell'andamento della stessa come predittivi: l'indice SP500 e la produzione industriale.

L'indice SP500 rappresenta l'andamento delle azioni delle 500 più grandi aziende americane, provenienti da tutti i settori. Esso ha avuto periodi di crisi coincidenti con le recessioni, per esempio quella del 2001 con la bolla del NASDAQ e quella del 2008. Tale indice, quindi, può essere utilizzato perché collegato inversamente alla disoccupazione.

Discorso analogo per la produzione industriale, Proxy del PIL, che misura il valore di tutti i beni prodotti da una certa economia. Essa decresce in epoca di crisi per poi riprendere in epoca di espansione. La produzione industriale ha quindi un

comportamento simile a quello dell'indice SP500 e misura appunto lo stesso fattore latente.

Il tasso di rendimento del bond a 10 anni ha invece un ruolo diverso. Esso rappresenta il costo di finanziamento di un'azienda, ovvero quanto vale il costo opportunità del denaro occupato in altra maniera. Viene inoltre utilizzato con manovre di politica monetaria espansiva o restrittiva per aumentare o diminuire l'accesso al credito. Racchiude in sé tre tipologie di rischio: il rischio di default, e cioè il rischio che uno stato non abbia le risorse liquide per ottemperare ai suoi obblighi contrattuali; il rischio di governo, legato all'instabilità politica, la quale può generare sfiducia nel governo di uno stato e infine il rischio legato alle scelte politiche, ovvero manovre errate di tassazione o di politica economica. Quando lo stato non dà fiducia agli investitori, questo tasso sale. Ci aspettiamo che abbia un'influenza, quindi, positiva sulla disoccupazione.

Le domande principali che ci poniamo sono quindi le seguenti.

Prima di tutto, vogliamo quantificare l'effetto di un aumento dell'inflazione sulla disoccupazione. Questo è importante perché al crescere di questa grandezza, facilmente misurabile, possiamo prevedere quante nuove persone lavoratrici avremo.

Secondariamente, cercheremo di verificare quale sia l'effetto, se esiste, del rendimento dei bond sulla stessa disoccupazione, per via del fatto che con la politica monetaria possiamo controllare questo fattore.

Per rispondere a queste domande si è ipotizzata una relazione lineare tra le variabili.

3.2 Il modello economico

³La disoccupazione ha fasi cicliche, spesso dovute anche a fattori esterni come nuove politiche o nuove tecnologie o delocalizzazione. Essendo impossibile controllare tutti questi fattori, si utilizzano i principali com'è stato fatto in questa analisi.

Le variabili relative al ciclo economico sono GDP e SP500. Esse misurano l'andamento dell'economia in generale e sono indice di quanto l'economia converga verso il full employment. Sono quindi relazionate negativamente al tasso di disoccupazione, giacché più salgono più esso ci si aspetta scenderà.

Il rendimento dei titoli di stato viene anch'esso inserito nel modello. Questo perché esso indica quanto sia facile ottenere denaro nel paese di interesse, ovvero viene determinato dalle politiche monetarie espansive o restrittive.

In tempi di crisi, questo tasso viene abbassato per facilitare la ripresa, pertanto ci aspettiamo una relazione inversa. Vi è però anche l'effetto opposto: quando uno stato non ha fiducia dagli investitori, il tasso sale e di conseguenza potrebbe essere collegato positivamente alla disoccupazione.

Un discorso analogo può essere fatto per il Fed funds rate, uno dei tassi più influenti dell'economia statunitense, dal momento che incide sulle condizioni monetarie e finanziarie, che a loro volta hanno un impatto sugli aspetti chiave del quadro economico, tra cui l'occupazione, la crescita e l'inflazione. Infatti, le banche o le altre istituzioni di deposito, detengono conti presso la Federal Reserve, che servono per soddisfare i requisiti patrimoniali imposti con fini prudenziali; ed ecco che, a fine giornata, qualora una banca risulti deficitaria può chiedere denaro ad un'altra, al momento più patrimonializzata, ad un tasso; più basso è questo tasso, maggiore sarà la

³ Ai fini dell'elaborazione del modello è stato utilizzato il programma E-views.

tendenza delle banche a prestare denaro, per esempio alle imprese, conscie del fatto che comunque a fine giornata potranno rientrare facilmente ed in maniera economica nei parametri imposti dalla FED.

3.3 L'approccio econometrico

⁴Prima di andare ad operare con Matlab ed i regime switching, ho fatto alcuni test sulla bontà delle serie storiche che ho scelto per formalizzare il mio modello. Per fare ciò si è ricorsi al software E-views.

Il metodo di stima del modello lineare è stato quello dei minimi quadrati, il quale fornisce stime dei parametri corrette e, per il teorema di Gauss-Markov, risulta essere lo stimatore lineare più efficiente o che minimizza la somma degli scarti al quadrato.

La presenza di variabili integrate di ordine 1 o di ordine 2 mi permette di ottenere serie stazionarie differenziandole rispettivamente 1 o 2 volte. La stazionarietà di una serie permette di considerare la successione di valori numerici rappresentativi del processo generatore dei dati.

La regressione nei livelli di serie storiche non stazionarie potrebbe causare il fenomeno della regressione spuria, anche in presenza di R^2 molto elevati, dove le statistiche test tradizionali diventano inutilizzabili. Da qui la necessità di un metodo di stima che riesca a cogliere le informazioni celate nei livelli, e proprio per questo nella stima del tasso di disoccupazione è stata utilizzata la correzione ecm e la procedura di stima suggerita da Engle-Granger.

⁴ Per tutte le nozioni teoriche di econometria presentate si veda, per maggiori approfondimenti: M.Verbeek, Econometria, Zanichelli Bologna, 2006.

In prima battuta è stata ipotizzata una relazione di lungo periodo tra le variabili e così nella stima sono state inserite tutte le variabili integrate di ordine 1 e le integrate di ordine 2 differenziate. Successivamente nella stima sono state considerate le variabili integrate di ordine 0 con trend alla stregua di variabili integrate di ordine 1.

I residui di questa regressione rappresentano la componente ecm che risulta stazionaria nei livelli, allontanando così ipotesi di regressione spuria e permettendomi di considerare le variabili cointegrate e i coefficienti ottenuti superconsistenti. Questa verifica permette di interpretare i segni dei coefficienti.

3.4 Definizione e descrizione delle serie storiche

Nello studio del tasso di disoccupazione viene considerato un periodo campionario dal primo gennaio 1964 al 1 gennaio 2015. Le osservazioni sono mensili, per un totale di 613 osservazioni. Il periodo campionario coincide con il periodo di stima. La variabile dipendente considerata è il tasso di disoccupazione negli Stati Uniti. Esso è misurato come proporzioni di disoccupati su persone disponibili a lavorare.

⁵Le variabili esplicative sono: il tasso di inflazione (CPI), l'indice SP 500, il tasso di interesse applicato (Federal funds rate), la produzione industriale, il rendimento dei bond a 10 anni sovrani.

⁵ La fonte delle serie è il sito della Federal Reserve Bank of St. Luis, alla sessione FRED Economic Data (<http://research.stlouisfed.org/fred2/>), e yahooofinance.com.

3.4.1 Test di normalità

Sulle 6 variabili considerate si faranno ipotesi di stazionarietà in senso debole, tale condizione, qualora la funzione fosse normale, si può estendere ad una stazionarietà in senso forte: è quindi necessario, dove possibile, normalizzare le variabili e per farlo si utilizzerà la trasformazione logaritmica. La trasformazione rende più lineare la funzione delle osservazioni campionarie, stabilizza la varianza e normalizza la variabile rendendo più accurato l'utilizzo delle statistiche t e F. I test di normalità sono stati effettuati usando la statistica test di Jarque-Bera.

Di seguito sono riportati schematicamente i risultati dei test:

Variabili	X1_CPI	LOG X1	X2_SP500	LOG X2	X3_FF_RATE	LOG X3	X4_INDPRO	LOG X4
Jarque-Bera	43.09	60.48	75.70	67.50	102.49	386.58	52.26	38.44
Probability	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000
Variabili	X5_TRS_10Y	LOG X5	yt_UNEMPL	LOG yt				
Jarque-Bera	56.38	29.83	36,29	9.41				
Probability	0,0000	0,0000	0,0000	0,0090				

Sono state effettuate quattro trasformazioni: le variabili x2, x4, x5, ed yt. È stata eseguita la trasformazione di una serie storica soltanto quando vi era forte evidenza verso l'ipotesi di normalità.

3.4.2 Test di stazionarietà

Per definire l'ordine di integrazione dei processi è stato adottato il test ADF⁶, utile per osservare quante differenziazioni sono necessarie per rendere le variabili stazionarie.

I risultati dei test ADF sono i seguenti:

Variabili	Y	X1	X2	X3	X4	X5
p value Test ADF livelli	0,039	0,074	0,99	0,15	0,06	0,63
P value test adf d1	0	0	0	0	0	0

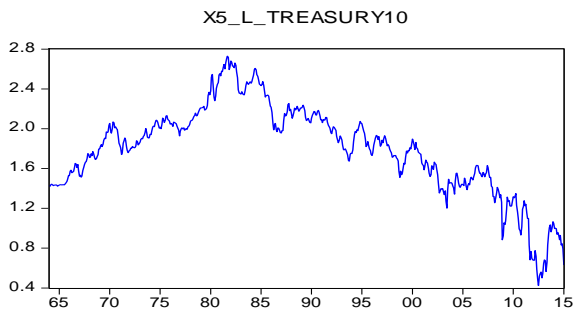
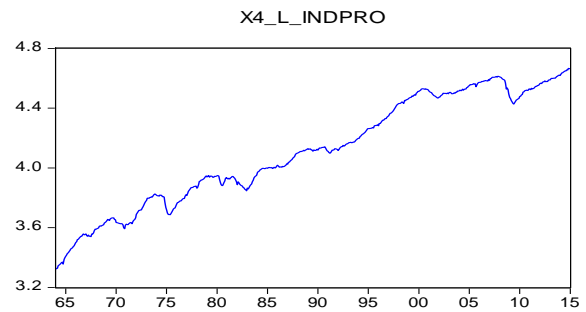
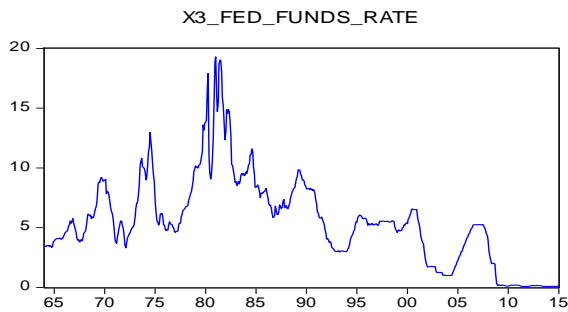
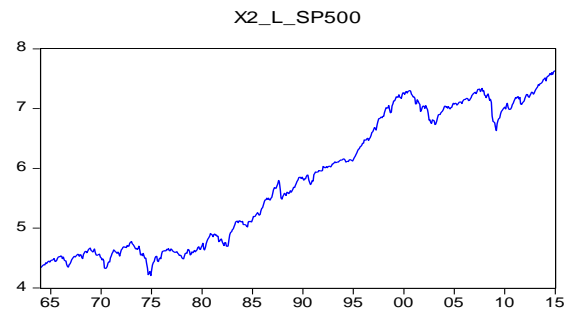
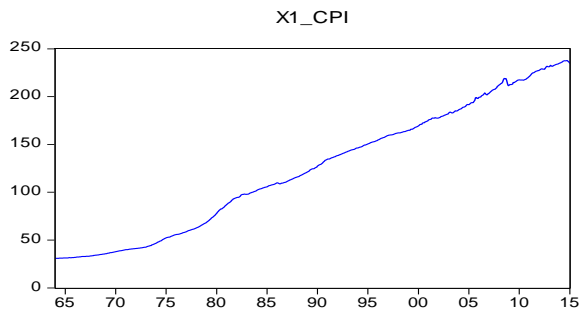
Possiamo pertanto affermare che tutte le variabili sono I(1).

3.4.3 Analisi grafica delle serie storiche

Una verifica di queste conclusioni potrebbe essere eseguita osservando i grafici delle serie storiche. Questi permettono conclusioni meno rigorose dei test ADF, ma consentono un'analisi storica ed economica delle serie campionarie.

Dall'analisi grafica si nota chiaramente che alcune serie hanno crescita sostenuta e regolare, come per esempio il tasso d'inflazione (CPI). Questo è enfatizzato dal fatto che la scala è molto ampia, e comprende un periodo di circa 50 anni.

⁶ In generale, un processo stocastico Y_t è detto integrato di ordine d se occorre differenziarlo d volte prima di ottenere un processo stazionario. Ad esempio, una serie è detta integrata di ordine uno, $I(1)$, quando è diventata stazionaria in seguito all'applicazione dell'operatore differenza $\Delta Y = Y_t - Y_{t-1}$. Una serie è detta integrata di ordine due, $I(2)$, quando è necessario applicarvi l'operatore differenza Δ due volte.



Altre variabili, come SP500 e produzione industriale, sono in media cresciute molto, ma con cicli recessivi ed espansivi. Per quanto riguarda SP500, si notano periodi di forte espansione (come ad esempio gli anni 90), ma anche periodi di forte depressione, come la stagflazione degli anni 70 e la crisi del 2008.

Simile andamento anche per la produzione industriale, che è generalmente ritardata rispetto all'indice SP500 e anche meno volatile. Essa osserva ugualmente periodi di crisi ed espansione come la serie sopraccitata, però non ha picchi molto negativi come la SP500 del 2008.

Andamento meno regolare hanno invece il rendimento dei bond a 10 anni, che segue un trend crescente fino al 1980, sebbene non troppo regolare, per poi scendere fino a livelli prossimi allo zero nel 2013.

Esso ha avuto, nel 2008, un forte crollo dovuto alle politiche di quantitative easing.

Per quanto riguarda il tasso di disoccupazione, essa è la serie più irregolare. Fino al 1970 essa ha andamento decrescente, forte del boom degli anni 60.

Nel 1973 la crisi dell'OPEC, quando il prezzo del barile passò da 3 a 12 dollari, provocò forti ripercussioni sugli Stati Uniti, la cui economia ne risentì molto.

Altra ragione del forte aumento fu la crisi del 1982, quando il PIL perse il 3%.

Le cose proseguirono tranquille fino alla guerra del golfo del 1991, altra causa di recessione.

Negli anni 90, la disoccupazione è progressivamente diminuita, fino alla bolla del NASDAQ del 2001. Analogamente, la successiva recessione dovuta alla crisi finanziaria del 2008, ha poi portato ad un balzo del tasso di disoccupazione, risultato intorno al 10%.

3.5 Risultati empirici

Dopo aver eseguito le trasformazioni e analizzato l'ordine di integrazione dei processi, si è proseguito con la stima dell'equazione di lungo periodo.

3.5.1 Equazione statica generale

L'equazione ottenuta mostra i coefficienti di regressione e la loro significatività statistica.

Fig. 1 Equazione statica generale.

Dependent Variable: YT_L_UNEMPLOYMENT

Method: Least Squares

Date: 05/20/15 Time: 14:24

Sample: 1964M01 2015M01

Included observations: 613

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X1_CPI	0.013999	0.000427	32.81803	0.0000
X2_L_SP500	-0.710911	0.025870	-27.48001	0.0000
X3_FED_FUNDS_RATE	-0.036493	0.003137	-11.63411	0.0000
X4_L_INDPRO	-0.239785	0.087622	-2.736572	0.0064
X5_L_TREASURY10	0.317385	0.025688	12.35554	0.0000
C	4.777032	0.241878	19.74979	0.0000
R-squared	0.734978	Mean dependent var		1.776979
Adjusted R-squared	0.732794	S.D. dependent var		0.266569
S.E. of regression	0.137794	Akaike info criterion		-1.116368
Sum squared resid	11.52529	Schwarz criterion		-1.073122
Log likelihood	348.1669	Hannan-Quinn criter.		-1.099549
F-statistic	336.6744	Durbin-Watson stat		0.087439
Prob(F-statistic)	0.000000			

Le variabili con ordine di integrazione 1 sono entrate nell'equazione nei livelli, mentre se avessimo riscontrato variabili integrate di ordine 2 le avremmo differenziate.

3.5.2 Analisi dei residui

Dall'analisi del correlogramma dei residui (Figura 2) si evidenzia un'ipotesi di autocorrelazione, confermata poi dal test di Breusch-Godfrey (Figura 3), dove si rifiuta l'ipotesi nulla di assenza di autocorrelazione per un livello di significatività del 1%.

Fig. 2 Correlogramma dei residui.

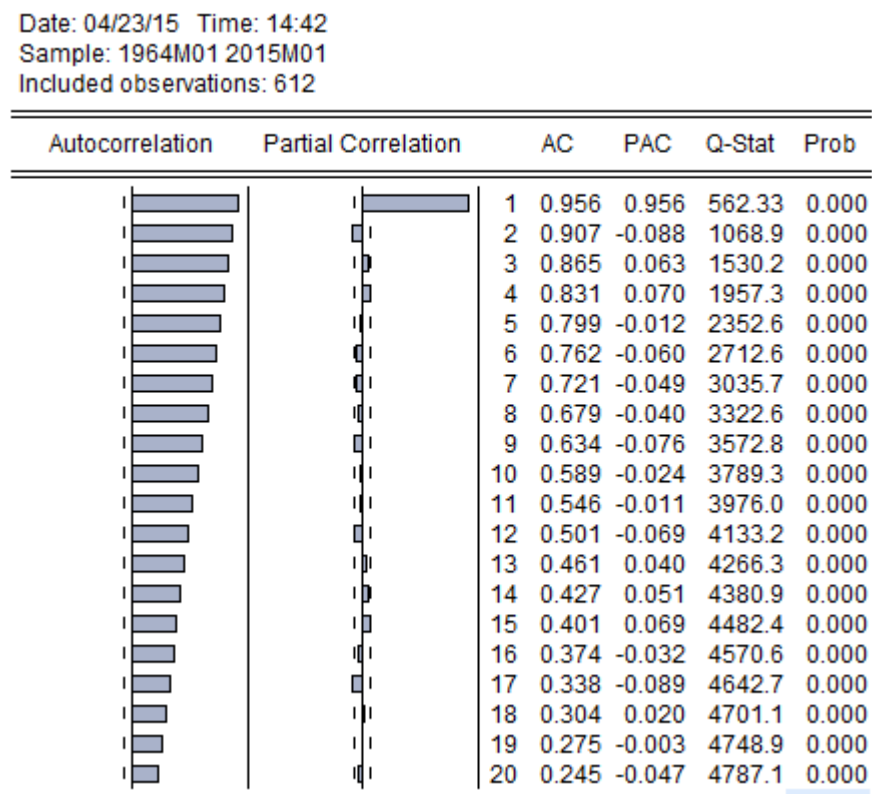
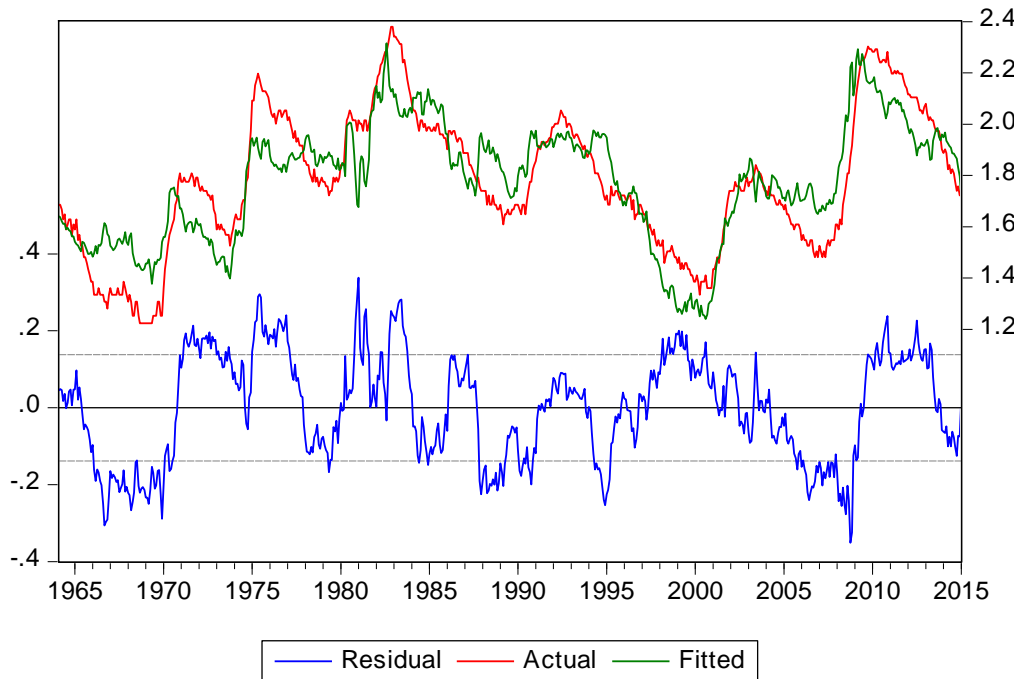


Fig. 3 Test di Breusch-Godfrey

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	513.7123	Prob. F(13,592)	0.0000
Obs*R-squared	562.1663	Prob. Chi-Square(13)	0.0000

Analizzando i residui delle regressioni OLS possiamo osservare che si discostano in modo netto da 0 nel periodo 1998-99 probabilmente a causa della crisi nella new economy e poi tra il 2008 e 2009 corrispondente alla crisi recente. Altri picchi di residui si registrano negli anni '70, imputabili alla stagflazione già precedentemente citata.



3.5.3 Selezione dei regressori

Per rendere non distorti i test di selezione dei regressori, eseguiti sulle statiche t della regressione, applico la correzione di Newey-West, che non muta i coefficienti della regressione, bensì va a modificare la stima della matrice di varianza covarianza degli stimatori OLS.

I regressori del modello generale non sono tutti significativi e utilizzando il metodo di selezione per un livello di significatività $t_{stat} = 0,01$ viene ridotto il numero di regressori, ottenendo così un modello più specifico con meno regressori. Il modello ridotto (Figura 5) è composto da 5 variabili: x1, x2, x3 ed x6.

3.5.4 Equazione statica finale

Fig. 5 Equazione statica finale

Dependent Variable: YT_L_UNEMPLOYMENT
Method: Least Squares
Date: 03/31/15 Time: 15:10
Sample (adjusted): 1964M01 2015M01
Included observations: 613 after adjustments
HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 6.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X1_CPI	0.013280	0.000802	16.56857	0.0000
X2_L_SP500	-0.753598	0.046689	-16.14089	0.0000
X3_FED_FUNDS_RATE	-0.038535	0.007511	-5.130588	0.0000
X6_L_TREASURY10	0.302232	0.057520	5.254397	0.0000
C	4.166308	0.202481	20.57628	0.0000

R-squared	0.731708	Mean dependent var	1.776979
Adjusted R-squared	0.729943	S.D. dependent var	0.266569
S.E. of regression	0.138528	Akaike info criterion	-1.107369
Sum squared resid	11.66748	Schwarz criterion	-1.071330
Log likelihood	344.4086	Hannan-Quinn criter.	-1.093353
F-statistic	414.5465	Durbin-Watson stat	0.090862
Prob(F-statistic)	0.000000		

Si procede all'analisi di cointegrazione, analizzando l'ordine di integrazione dei residui dell'equazione statica: se vi sarà l'assenza di regressione spuria potremo considerare i regressori superconsistenti e passare ad una loro analisi.

Il test ADF sui residui dell'equazione statica (Figura 6) dimostra forte evidenza verso l'ipotesi di stazionarietà della serie, escludendo quindi la presenza di regressione spuria: le variabili inserite nella regressione di lungo periodo sono da considerarsi cointegrate e la regressione gode della proprietà della superconsistenza.

Fig. 6 Test ADF sui residui

Null Hypothesis: ECM has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on t-statistic, lagpval=0.01, maxlag=13)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.816109	0.0001
Test critical values:		
1% level	-2.568746	
5% level	-1.941341	
10% level	-1.616351	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(ECM)
 Method: Least Squares
 Date: 03/31/15 Time: 15:11
 Sample (adjusted): 1964M02 2015M01
 Included observations: 612 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ECM(-1)	-0.045992	0.012052	-3.816109	0.0001
R-squared	0.023266	Mean dependent var		-0.000155
Adjusted R-squared	0.023266	S.D. dependent var		0.041654
S.E. of regression	0.041167	Akaike info criterion		-3.540748
Sum squared resid	1.035453	Schwarz criterion		-3.533531
Log likelihood	1084.469	Hannan-Quinn criter.		-3.537941
Durbin-Watson stat	1.802252			

Nell'equazione statica sono inserite serie non stazionarie, che normalmente darebbero luogo ad una regressione spuria, perché tra i presupposti del modello lineare vi è la stazionarietà delle serie. Un'alternativa consiste nell'analisi di cointegrazione, per cui se da una combinazione lineare di serie integrate di ordine 1, i residui sono stazionari, la regressione ha la proprietà della superconsistenza, ovvero la distorsione nel calcolo dei coefficienti Beta, in presenza di residui lontani dall'ipotesi "white noise", tende a zero più rapidamente rispetto ad una regressione statica eseguita su variabili stazionarie.

Possiamo pertanto proseguire commentando i segni del modello ridotto di lungo periodo.

I risultati ottenuti sono nelle aspettative.

Per quanto riguarda il segno positivo del tasso di inflazione, che contraddice appieno quanto si deduce dalla curva di Phillips, ovvero che vi debba essere una relazione inversa fra disoccupazione ed inflazione, è un aspetto del tutto trascurabile dal momento che si sta ragionando sul lungo periodo, e quindi, come sappiamo, nel lungo periodo non vi è alcuna relazione fra disoccupazione e relazione. Quando, successivamente, si andrà ad operare con Matlab ed i regime switching, prendendo in considerazione diversi regimi riferiti ad alcuni sotto-campioni, allora sì la relazione fra disoccupazione ed inflazione assumerà rilievo.

Il segno negativo dell'indice SP500 è ben spiegato poiché se l'economia è in crescita allora ci aspettiamo che vengano creati nuovi posti di lavoro, quindi diminuendo il numero di persone senza impiego.

Il tasso overnight imposto dalla Fed ha segno giustamente negativo, poiché ha un incidenza negativa sulla disoccupazione, dal momento che in periodi di forte recessione, con livelli alti di disoccupazione, questo tasso viene ridotto per incentivare le banche a prestare denaro alle imprese, le quali a loro volta possono fare investimenti e quindi assumere personale.

Il tasso T-Notes a 10 anni ha un segno positivo.

Questo è conforme alle aspettative: quando l'economia di un paese è fragile, allo stesso tempo i tassi delle sue obbligazioni salgono e il numero dei suoi disoccupati anche.

Ora disponiamo di un modello abbastanza specifico e dettagliato, tuttavia statico, motivo per cui risulta necessario renderlo dinamico, affinché possa rappresentare appieno ciò che si intende dimostrare; ecco che allora si vuole proporre un punto di vista differente, tramite lo switching delle variabili esplicative.

CAPITOLO 4: SWITCHING SUL MODELLO STATICO: UN MODELLO DINAMICO

In questo capitolo si cercherà di proporre un modello di analisi alternativo, che sia in grado di cogliere quelle sfumature dell'economia, nella fattispecie della curva di Phillips, che i classici modelli statici, come quello riportato sopra, non sono in grado di spiegare.

Con ciò si riuscirà a dimostrare empiricamente, dati alla mano, che non tutte le teorie, o relazioni fra variabili macroeconomiche, hanno natura atemporale, ma il loro essere muta, a seconda del periodo storico e dell'ambiente economico-politico in cui si osservano.

Quindi, come ho fatto in precedenza con il software E-views, ho importato le serie storiche in Matlab, ovvero il tasso di disoccupazione come variabile dipendente del modello di regressione, e, invece, come variabili esplicative ho riproposto quelle che l'equazione statica di breve periodo mi indicava come significative, cioè il tasso di inflazione, l'indice S&P500, il Fed Funds Rate, i Treasury a 10 anni, e a queste ho aggiunto l'indice della produzione industriale, e la costante che ho ipotizzato essere un vettore di uni.

Ho supposto due stati del mondo: "S₁" ed "S₂", e cioè la possibilità di due differenti realtà economiche e di conseguenza di differenti relazioni fra le variabili macroeconomiche e la variabile dipendente, ed ho infine ipotizzato che il tutto si distribuisse come una Normale con una media ed una varianza.

4.1 Dove operare lo switching?

Inizialmente si è deciso che lo switching operasse su tutte le variabili esplicative, sulla varianza, ma non sulla costante; successivamente si è cercato di restringere il numero di componenti del modello oggetto dello switching, tramite il test di Wald, grazie al quale si possono osservare quei parametri statisticamente uguali in uno stato e nell'altro, e negando ad essi lo switching, al fine di ottenere un modello più specifico. Per effettuare il test di Wald si doveva disporre della matrice di varianza e covarianza che inizialmente la funzione "MS_Regress_Fit", ovvero quella che permette lo switching in Matlab, non ci forniva, allora modificando lo script è stato possibile ottenere anche la matrice di varianza e covarianza dei parametri.

4.1.1 Test di Wald

Come si può osservare dalla tabella, il test di Wald è risultato negativo per tutti i parametri, in quanto tutti statisticamente differenti da uno stato del mondo all'altro.

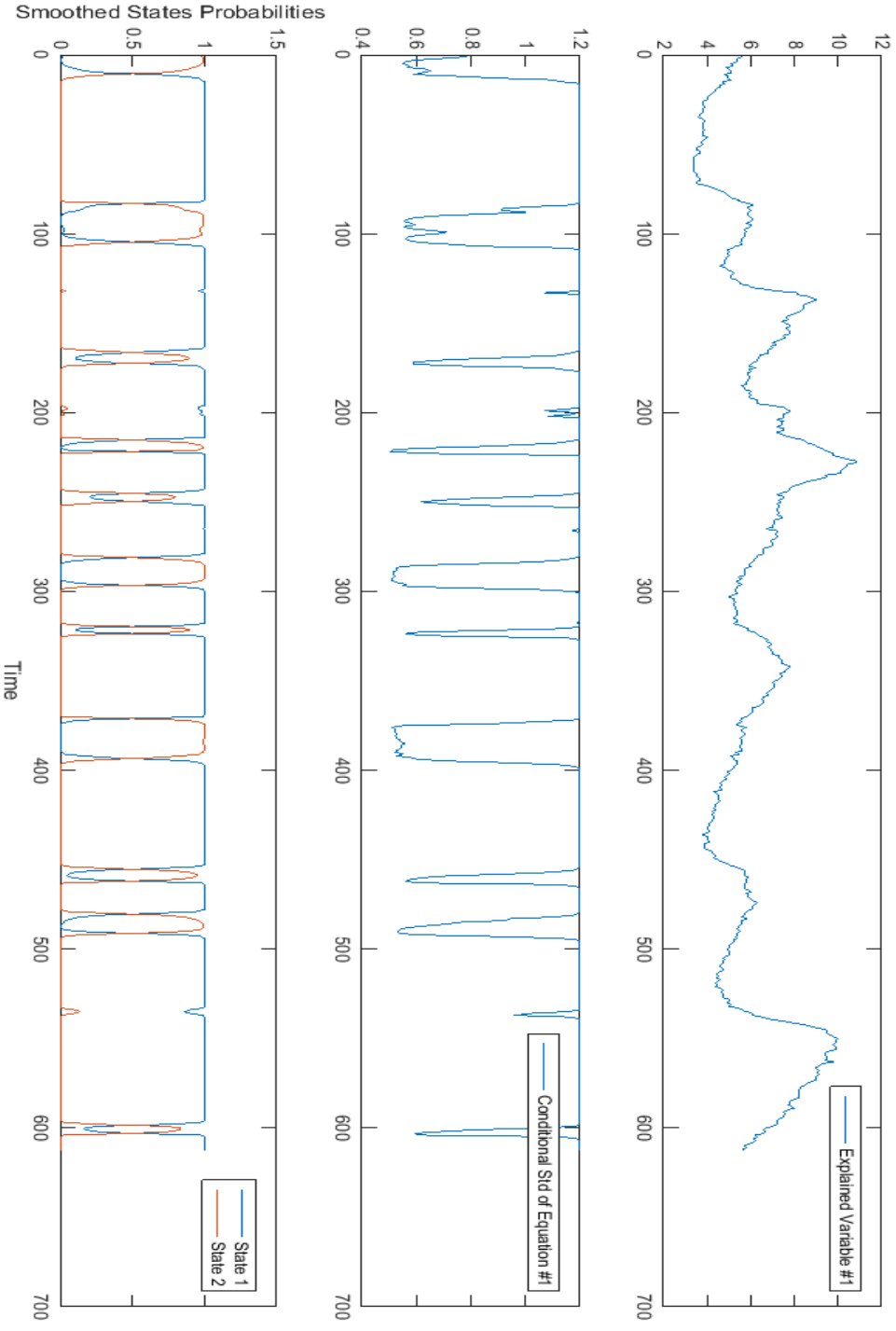
	t-value	PROBABILITY
VARIANZA	10,31479426	0,00
TASSO DI INFLAZIONE	7,850415025629960	0,00
S&P 500	-10,2728368722855	0,00
FED FUNDS RATE	-4,81374233	0,00
PRODUZIONE INDUSTRIALE	-2,614689567	0.0092
TREASURY 10	2,891994049	0.004

Quindi, ho deciso di effettuare lo switching su tutte le variabili, compresa la varianza, così da osservare eventuali inversioni di relazione fra le variabili, in toto, e la dipendente, ed anche la diversa volatilità dei due stati.

Una volta impostati tutti i comandi, ho dato invio alla funzione di switching, che tramite le log likelihood ha esplicitato i seguenti risultati che andrò ad analizzare contestualizzandoli a seconda del periodo storico-economico-politico corrispondente.

I risultati ottenuti rappresentano i cambiamenti di stato avvenuti dal primo Gennaio del 1964 al primo Gennaio 2015, e cioè per 613 osservazioni.

4.2 Risultati dello switching



Nelle tre tabelle vengono riportati i dati relativi al tasso di disoccupazione, la volatilità relativa ai cambiamenti, e sull'ultima osserviamo i cambiamenti di stato veri e propri dal 1964 al 2015.

Ciò che si può osservare dalla tabella delle *smoothed states probabilities* è che i cambiamenti di stato di maggior importanza sono stati: da Gennaio '65 a Ottobre del 1970, successivamente da Gennaio del 1972 a Luglio del 1977, procedendo in avanti con le osservazioni, da Marzo '91 a Ottobre del 1994, e ancora da Gennaio '97 a Settembre del 2001, e infine da Febbraio 2005 a settembre 2013; poi ne sono stati osservati altri, ma di minor durata, e cioè dal 1978 al 1981, dall'Aprile del 1982 al Marzo del 1984 e infine dal 1985 al 1987.

Ora analizzerò i suddetti segmenti temporali che il software ha scovato come rappresentativi di un cambiamento di stato, ed andrò a confrontarli dal punto di vista delle relazioni fra variabili richiamando il contesto macroeconomico che in quel tempo vigeva.

4.3 Presenza di diversi regimi economici

Il primo periodo che andremo ad analizzare comincia nel 1965 e termina a fine del 1970, periodo in cui vi è la prima formulazione della curva di Phillips, periodo in cui la relazione fra disoccupazione ed inflazione si ritiene essere negativa, ed infatti se andiamo ad analizzare il parametro che rappresenta il legame fra la disoccupazione e l'inflazione, notiamo che questo parametro è negativo, indice di una relazione indiretta fra livello dei prezzi e disoccupazione; quindi questi dati sembrano confermare quanto avevano pensato Phillips, Samuelson e Solow.

Tuttavia se proseguiamo nell'analisi notiamo che vi è un'inversione di tendenza, un cambiamento di stato; va imponendosi all'inizio degli anni '70 lo stato del mondo che qui abbiamo denominato come "Stato 1", il quale, riguardo alla relazione fra disoccupazione ed inflazione, dà come risultato un parametro positivo, indicatore quindi di un rapporto diretto fra queste due grandezze: è infatti in quel periodo che cominciano le prime critiche alla teoria di Phillips, in quanto ad un aumento della disoccupazione vi è un aumento anche dell'inflazione, la causa di questa inversione di tendenza si ipotizza essere il rincaro nel prezzo del petrolio, quando il prezzo di un barile schizzò da 3\$ a 12\$, e quindi, questo aumento dei costi di produzione costrinse le imprese ad aumentare i loro prezzi rispetto ai salari, cioè ad aumentare il mark-up; un aumento del mark-up fa aumentare l'inflazione, anche a parità di tasso di disoccupazione.

Ecco qui riportato un esempio di come le teorie economiche vadano riviste considerando il periodo socio-economico di riferimento, come possa cambiare la relazione fra due grandezze nel giro di una ventina d'anni.

E questo vale nella fattispecie per il tasso d'inflazione e quello della disoccupazione, ma un discorso analogo può essere fatto anche per altre grandezze, soggette a continui cambiamenti dovuti soprattutto alle politiche monetarie che vengono attuate per uscire da una crisi, per esempio.

Infatti andando ad osservare il lasso di tempo che va dal 2005 al 2013, periodo in cui in America è successo davvero di tutto: dagli uragani, alla crisi dei subprime, alle inondazioni, possiamo notare come, per esempio, la relazione fra il tasso di disoccupazione e il Fed funds rate cambi rispetto ai due lustri precedenti; analizzando il parametro che contraddistingue la relazione delle suddette grandezze durante lo “Stato 1”, questo si presenta con segno negativo, ad indicare una relazione indiretta fra di esse, e ciò risulta esatto e facilmente spiegabile: periodo di crisi, il quantitative easing, le banche non si sentono sicure nel concedere prestiti alle imprese, per il timore che queste si rivelino poi delle sofferenze e non gli permettano di rispettare i requisiti patrimoniali che le banche nazionali gli impongono, ecco allora che viene abbassato questo tasso in periodo di crescente disoccupazione, per incentivare le banche a farsi prestare denaro da altre banche, così da sentirsi più libere di prestarlo a loro volta alle imprese che successivamente potranno fare investimenti, ed assumere quindi personale.

Se andiamo a considerare, invece, il comportamento della variabile rappresentante l’andamento dei T-notes a 10 anni, vediamo che a seconda del periodo assume relazioni differenti con il tasso di disoccupazione, infatti dal 2008 in poi, i tassi T-notes a 10 anni sono crollati, segnalando una relazione diretta con il trend del tasso di disoccupazione che come vediamo dalla figura delle smoothed states probabilities (explained variable #1) va riducendosi, perché durante periodi di forte crisi questi tassi vengono tenuti bassi per facilitare la ripresa; tuttavia se consideriamo un altro periodo negativo per quanto riguarda l’economia degli Stati Uniti, e cioè nel 2001 quando scoppia la bolla del Nasdaq, notiamo un’inversione di tendenza.

Il collasso della bolla si ebbe tra il 2000 ed il 2001. Alcune società, come Pets.com, fallirono completamente, mentre altre persero una larga parte della loro capitalizzazione di mercato rimanendo comunque solide e profittabili come Cisco Systems, le cui azioni persero circa l'86%. Altre negli anni successivi sorpassarono il

prezzo massimo raggiunto all'apice della bolla delle Dot-com come Amazon.com le cui azioni passarono da 107 a 7 dollari.

Quindi, periodo di crisi, il tasso di disoccupazione è in discesa, ma quello dei titoli di stato a 10 anni no; infatti in quel momento ci troviamo nello stato del mondo che abbiamo denominato con “S₂”, e vi è un'incidenza indiretta sul tasso di disoccupazione in quel dato istante, e ciò è pure spiegabile perché in periodi di crisi economica, quando lo Stato non dà fiducia agli investitori il tasso di questi titoli cresce, anche se la disoccupazione in quel periodo stava diminuendo.

CONCLUSIONI

L'utilizzo degli switching model è stato proposto già da Chang-Jin Kim e da Charles R. Nelson nel 1999 i quali cercarono di spiegare se vi fossero stati dei break strutturali negli Stati Uniti del dopoguerra, e quando questi si fossero presentati, e l'effetto conseguente sul GDP.

Mentre uno studio analogo a quello presentato nel mio elaborato riprendeva la curva di Phillips, ed attraverso i regime switching, cercava di spiegare le fluttuazioni del tasso di inflazione e del tasso di disoccupazione; lo studio venne portato avanti nel 2001 da P. Ferri ed E. Greenberg, nel *Journal of Economic Behavior & Organization*, con un articolo che titolava così “ The Phillips curve, regime switching, and the NAIRU”.

La caratteristica interessante degli switching models di Markov è che non è necessario fissare dei momenti particolari nel corso della nostra serie storica, perché è il software stesso che trova i break strutturali attraverso l'individuazione dei cambiamenti di stato, e la conseguente inversione di tendenza nelle relazioni fra le variabili esplicative e la variabile dipendente.

Nell'elaborato ho proposto il caso della curva di Phillips perché è emblematico di come le teorie, se decontestualizzate perdono di veridicità. Una teoria, per essere veritiera, deve essere coerente con le verifiche empiriche supposto che le relative misurazioni siano affidabili. Una teoria che trae ispirazione dal particolare contesto macroeconomico del momento, non può sperare di essere valida in maniera assoluta in qualsiasi caso o per qualsiasi momento, soprattutto se l'economia attraversa fasi di intenso dinamismo, innovazione, cambiamento.

I risultati ottenuti con il lavoro di tesi sono la prova lampante che è necessario studiare le regole intrinseche all'economia reale con un occhio attento nei confronti della mutevolezza che le contraddistinguono, utilizzando modelli che permettono lo studio in diversi regimi, tralasciando l'aspetto statico che dà informazioni importanti ma non

esaustive; basti pensare all'equazione statica che si era ottenuta in una prima fase della ricerca secondo la quale vi erano determinati coefficienti, con determinate relazioni in apparenza validi per tutto il periodo storico coperto dal periodo campionario.

L'utilizzo degli switching models, ha rivelato quante possano essere, invece, le diverse caratteristiche della realtà, realtà inspiegabile se si immagina l'economia come un solo regime invariante nel tempo, ma ricca di significato qualora si permetta al modello di essere più flessibile, capace di descrivere il passaggio attraverso diversi regimi.

BIBLIOGRAFIA

Chung-Ming Kuan, Lecture on the Markov switching model, 2002, Taiwan

James D. Hamilton, Regime-Switching Models, University of California, 2005, San Diego

Chang-Jin Kim, Charles R. Nelson, The review of economics and statistics, 1999, Massachusetts

P. Ferri, Edward Greenberg, Richard H. Day, Journal of Economic Behavior & Organization, 2001

M. Perlin, MS_Regress – The MATLAB Package for Markov Regime Switching Models, Brazil, 2015

Blanchard, Amighini, Giavazzi, Macroeconomia – Una prospettiva europea, Il Mulino 2010

M. Verbeek, A Guide to modern Econometrics, 2012, Wiley

SITOGRAFIA

www.borsaitaliana.it

research.stlouisfed.org/fred2/

www.yahoofinance.com

www.treccani.it