

# Macroeconomia II

*Fluctuacions Econòmiques: Conceptes i Evidència*

Jordi Galí

Universitat Pompeu Fabra  
Hivern 2011

**Cicles econòmics:** fluctuacions recurrents en el nivell d'activitat econòmica

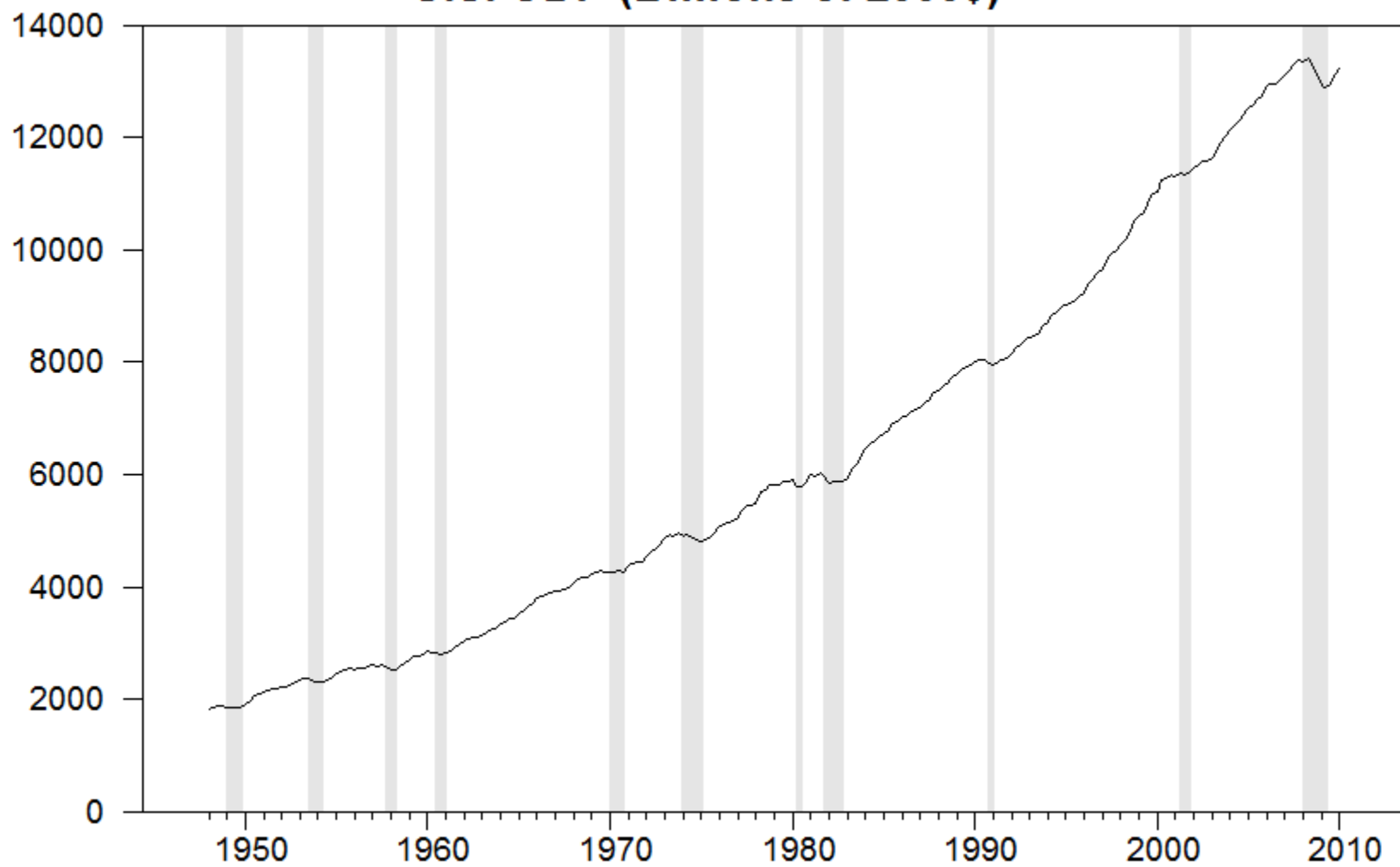
- afecten a l'economia en el seu conjunt
- reflectits en variacions en taxes de creixement de variables agregades (PIB, ocupació, etc.)
- recurrents, però no regulars o cícliques (amb periodicitat constant)  
—→ *fluctuacions econòmiques*

**Preguntes centrals en l'estudi de les fluctuacions econòmiques**

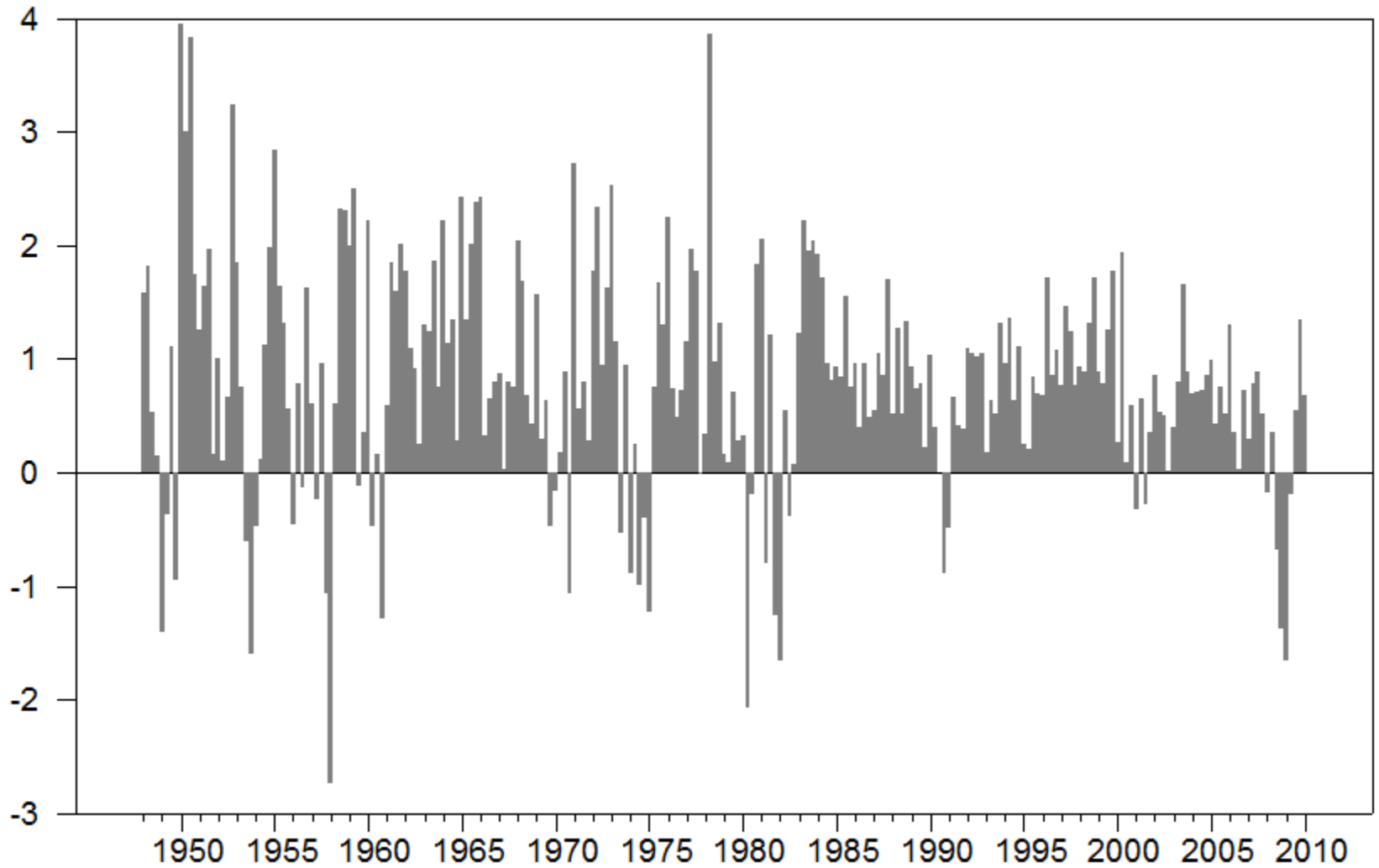
- Quines són les seves característiques? Com varien aquestes al llarg del temps? I entre països?
- Quines són les seves causes i mecanismes de propagació?
- Quin paper poden jugar les polítiques econòmiques en l'estabilització d'aquestes fluctuacions? És desitjable aquesta estabilització?

**Estructura i organització del curs**

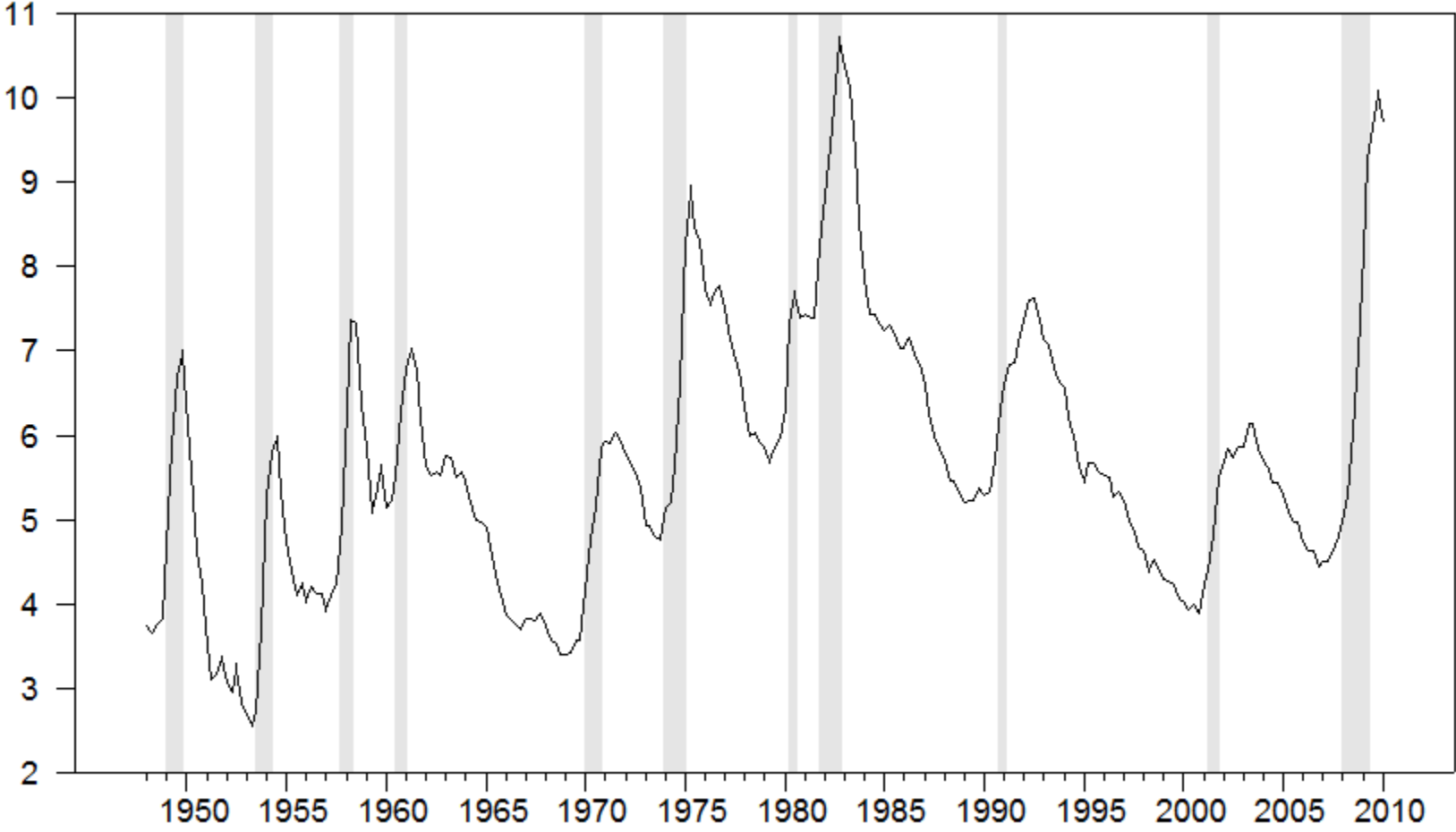
## U.S. GDP (Billions of 2000\$)



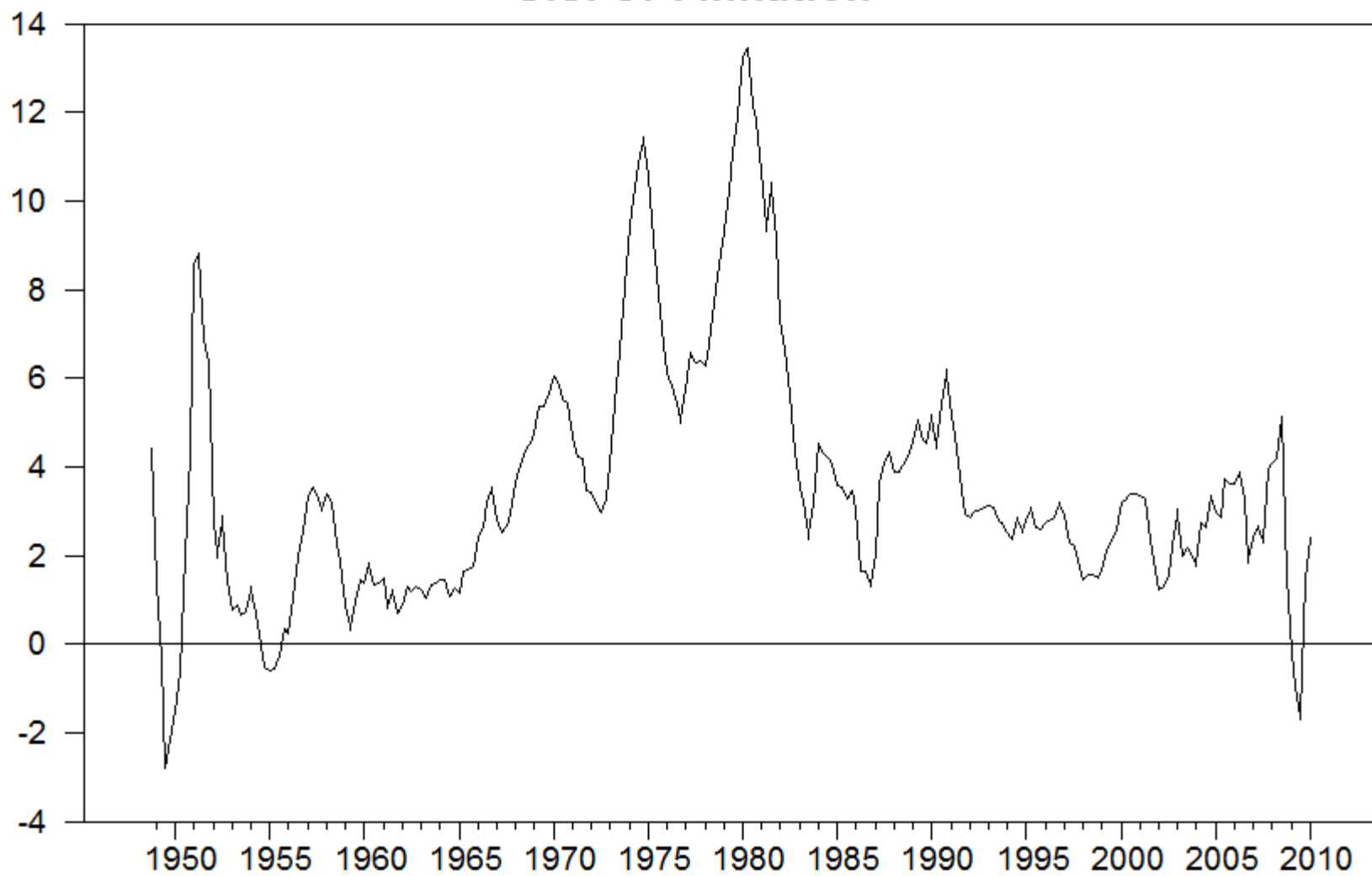
## U.S. GDP: Growth Rate



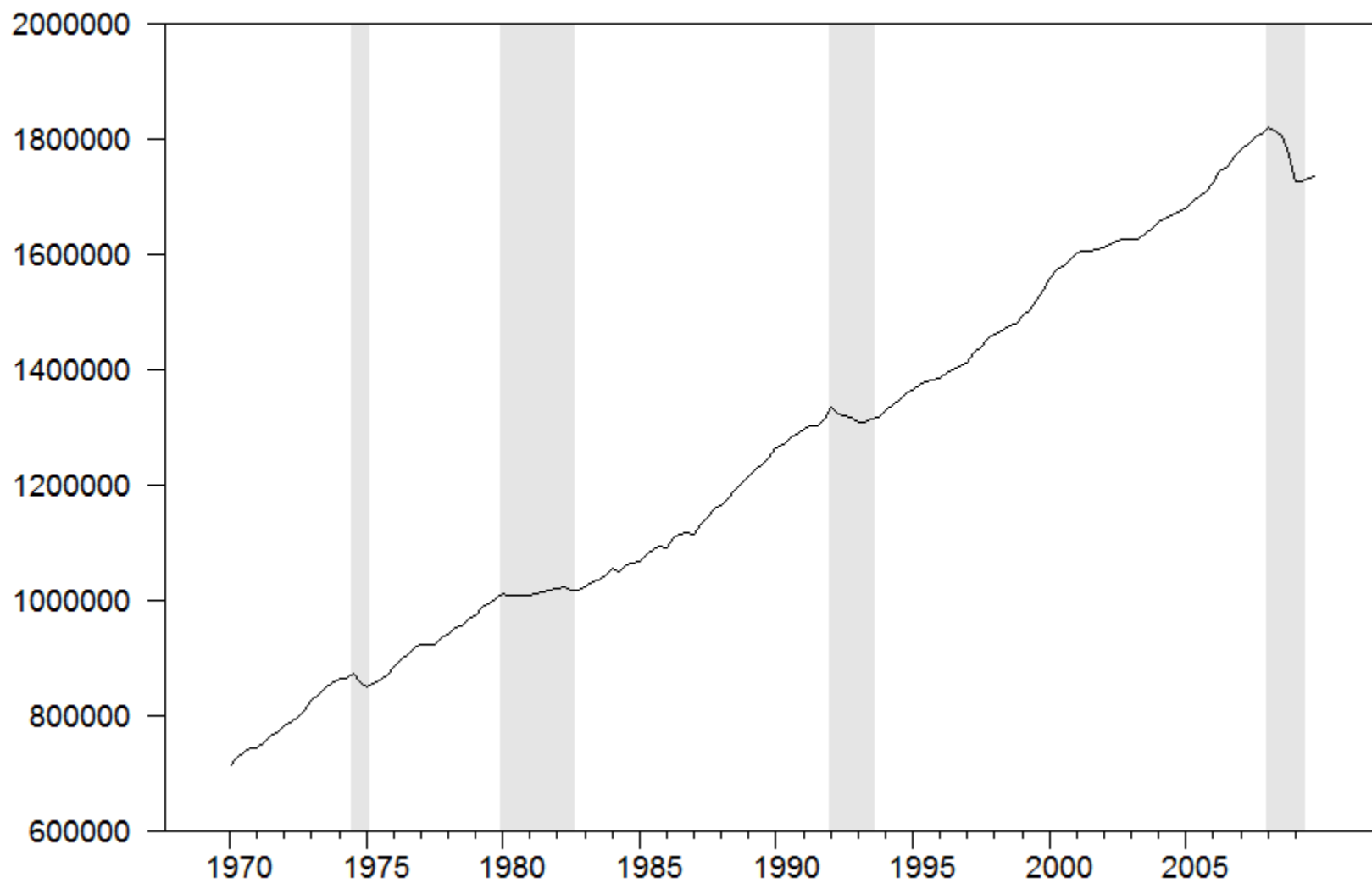
# U.S. Unemployment Rate



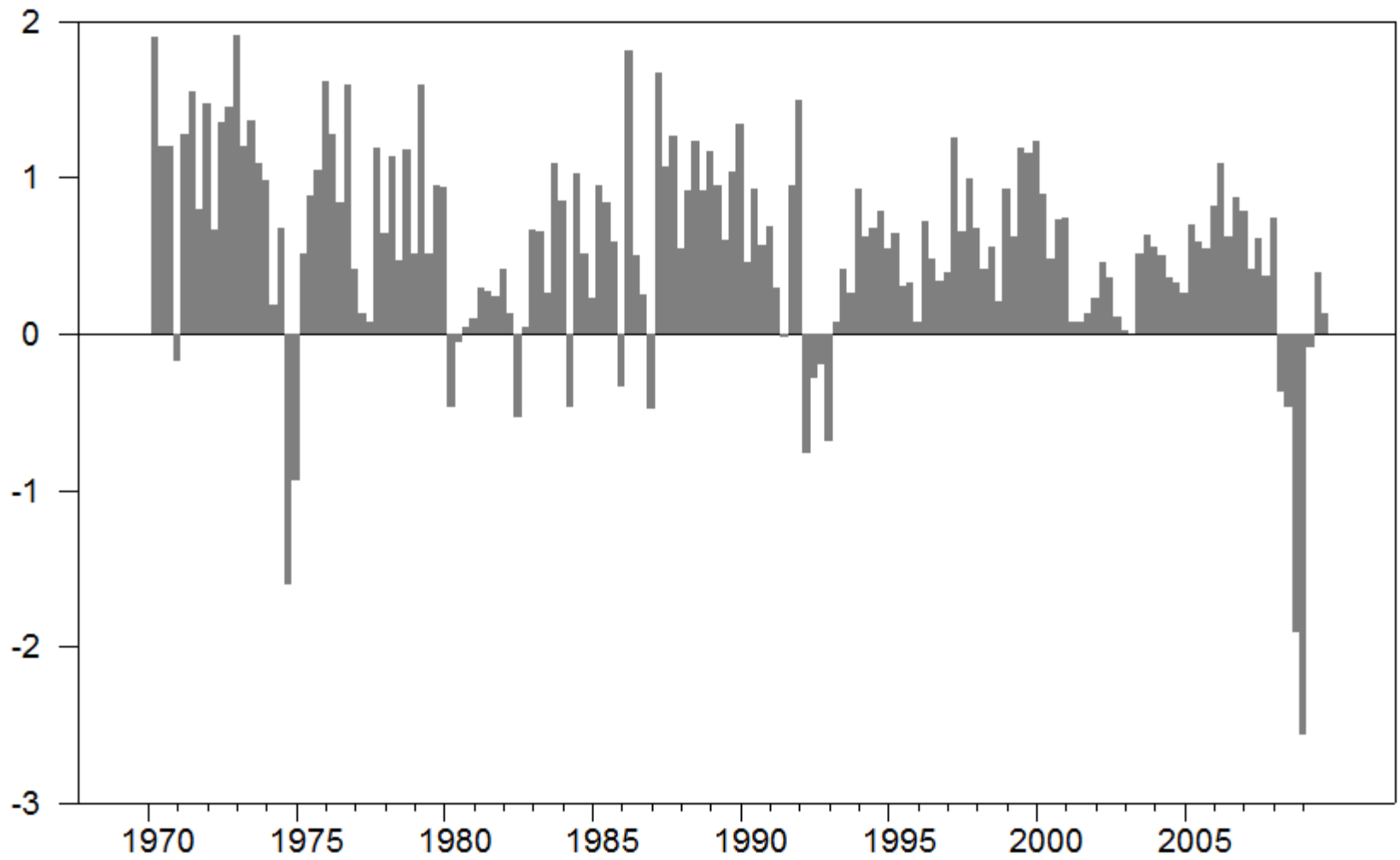
## U.S. CPI Inflation



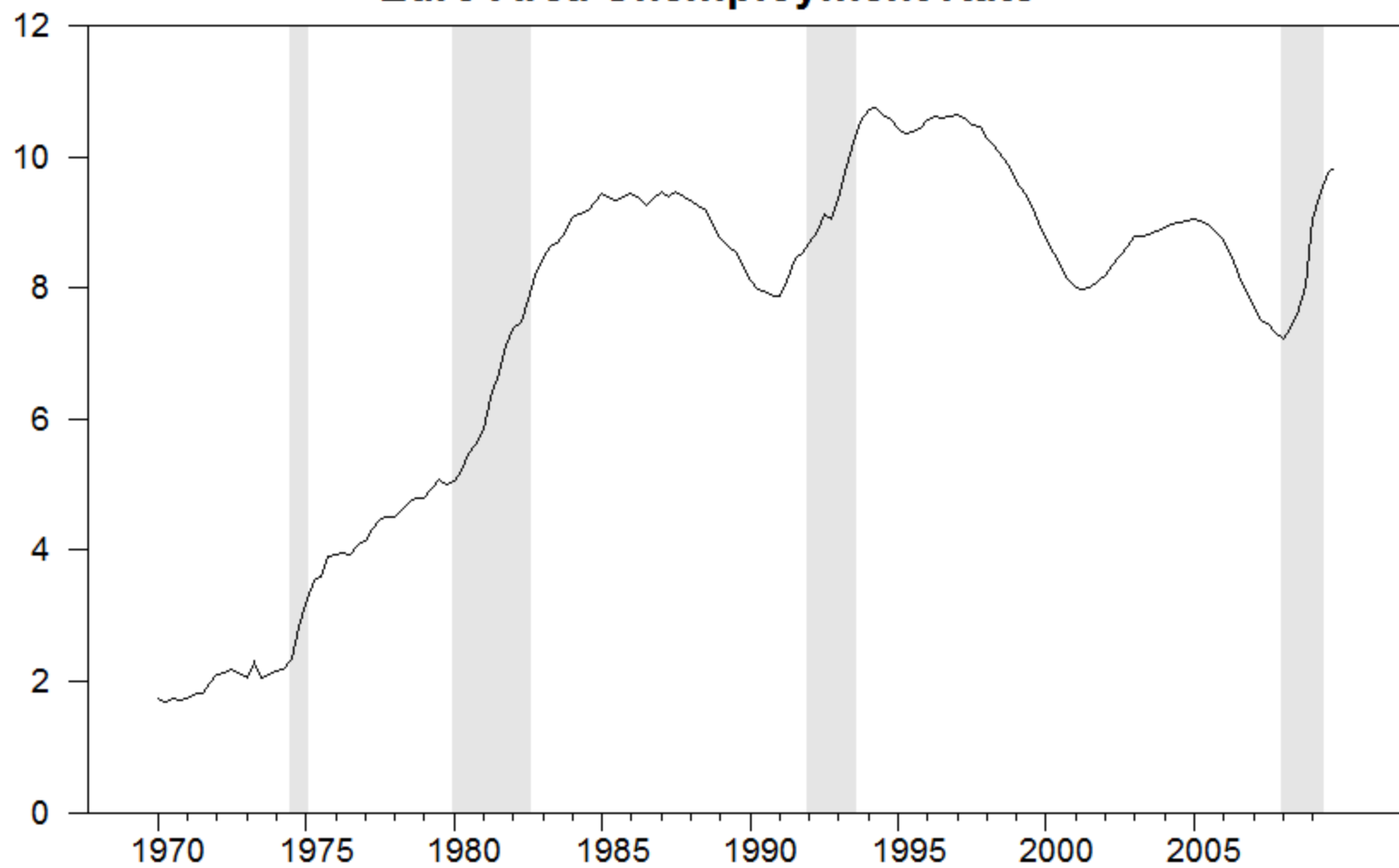
## Euro Area GDP



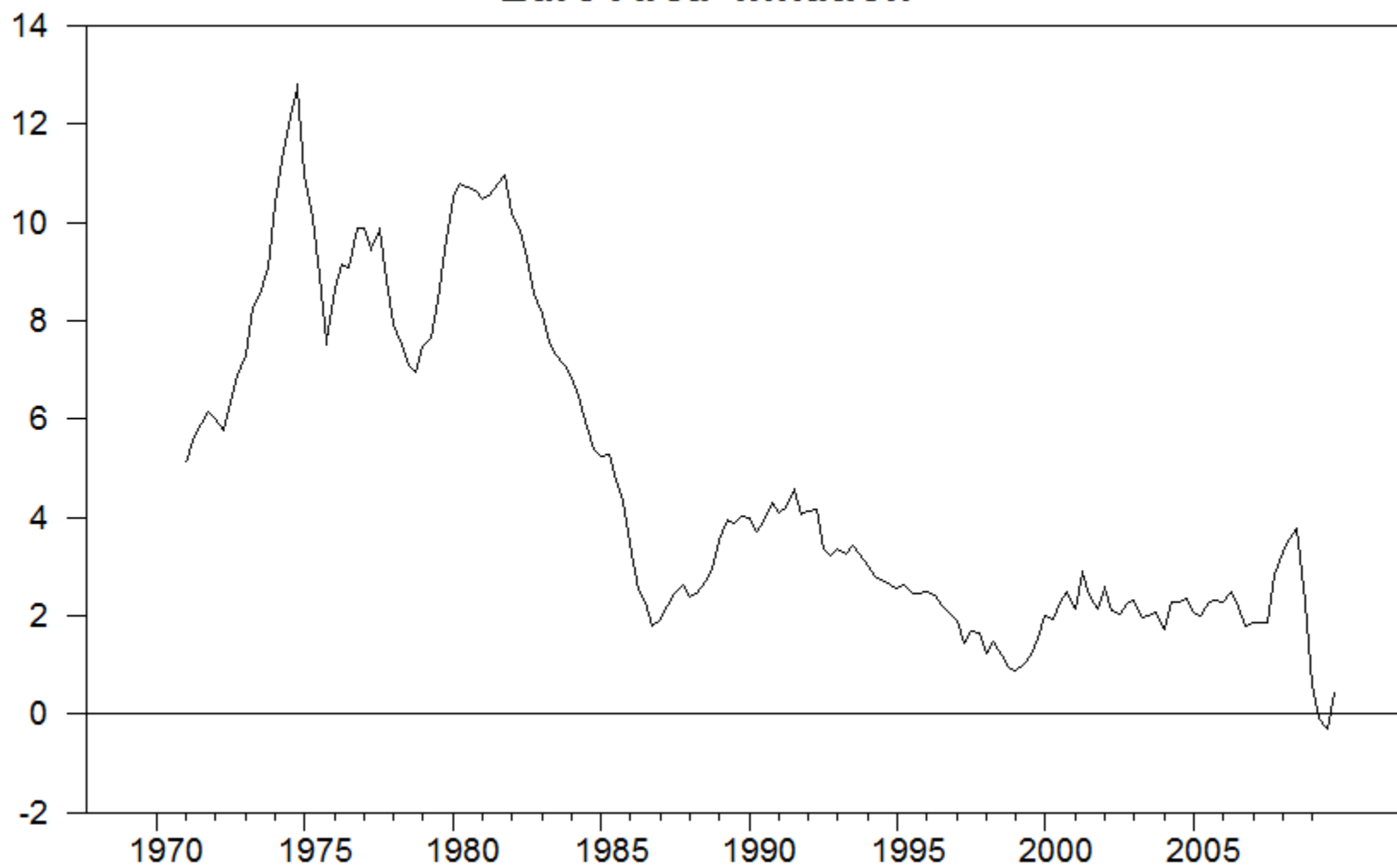
## Euro Area GDP: Growth Rate



## Euro Area Unemployment Rate



## Euro Area Inflation



## Tendències i Cicles

- Sèrie temporal:  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_T \iff \{y_t\}$
- Descomposició general:

$$y_t = z_t + x_t$$

$z_t$  : tendència a llarg termini

$x_t$  : component cíclic

- Multiplicitat
- Propietat desitjable del component cíclic: estacionarietat
  - (i)  $E\{x_t\} = \mu, \forall t$
  - (ii)  $E\{(x_t - \mu)(x_{t-k} - \mu)\} = \gamma(k) < +\infty, \forall t$ , i per a  $k = 0, 1, 2, 3, \dots$

## Exemples de variables estacionàries

*Exemple 1:* Soroll Blanc ("white noise")  $\{\varepsilon_t\}$

$$E\{\varepsilon_t\} = 0$$

$$\gamma(0) \equiv E\{\varepsilon_t^2\} = \sigma^2$$

$$\gamma(k) \equiv E\{\varepsilon_t \varepsilon_{t-k}\} = 0, \quad k = 1, 2, 3,$$

*Exemple 2:* Procés autoregressiu de primer ordre (AR(1))

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$$

on  $\rho \in [0, 1)$  i on  $\{\varepsilon_t\}$  és soroll blanc.

$$E\{y_t\} = 0$$

$$\gamma(0) \equiv E\{y_t^2\} = \sigma^2 / (1 - \rho^2)$$

$$\gamma(k) \equiv E\{y_t y_{t-k}\} = \rho^k \sigma^2 / (1 - \rho^2), \quad k = 1, 2, 3,$$

## Exemples de variables no estacionàries:

*Exemple 1* (component determinístic no estacionari):

$$y_t = f(t) + x_t$$

on  $\{x_t\}$  és estacionari amb mitjana zero.

$$\longrightarrow E\{y_t\} = f(t) \text{ no és constant}$$

*Exemple 2* ("passeig aleatori"):

$$y_t = \alpha + y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Equivalentment,

$$y_t = \alpha t + y_0 + \sum_{k=0}^{t-1} \varepsilon_{t-k}.$$

$$\longrightarrow E\{y_t\} = \alpha t + y_0 \text{ no és constant}$$

$$\longrightarrow \text{var}\{y_t\} = t\sigma^2 \rightarrow +\infty \text{ quan } t \rightarrow +\infty.$$

## Descomposició Tradicional

$\{z_t\}$  : funció determinística del temps. Exemples:

$$z_t = \alpha_0 + \alpha_1 t$$

$$z_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \dots + \alpha_q t^q$$

$$z_t = \alpha_0 + \beta_0 1(t \geq t_0) + \alpha_1 t + \beta_1 1(t \geq t_1) t$$

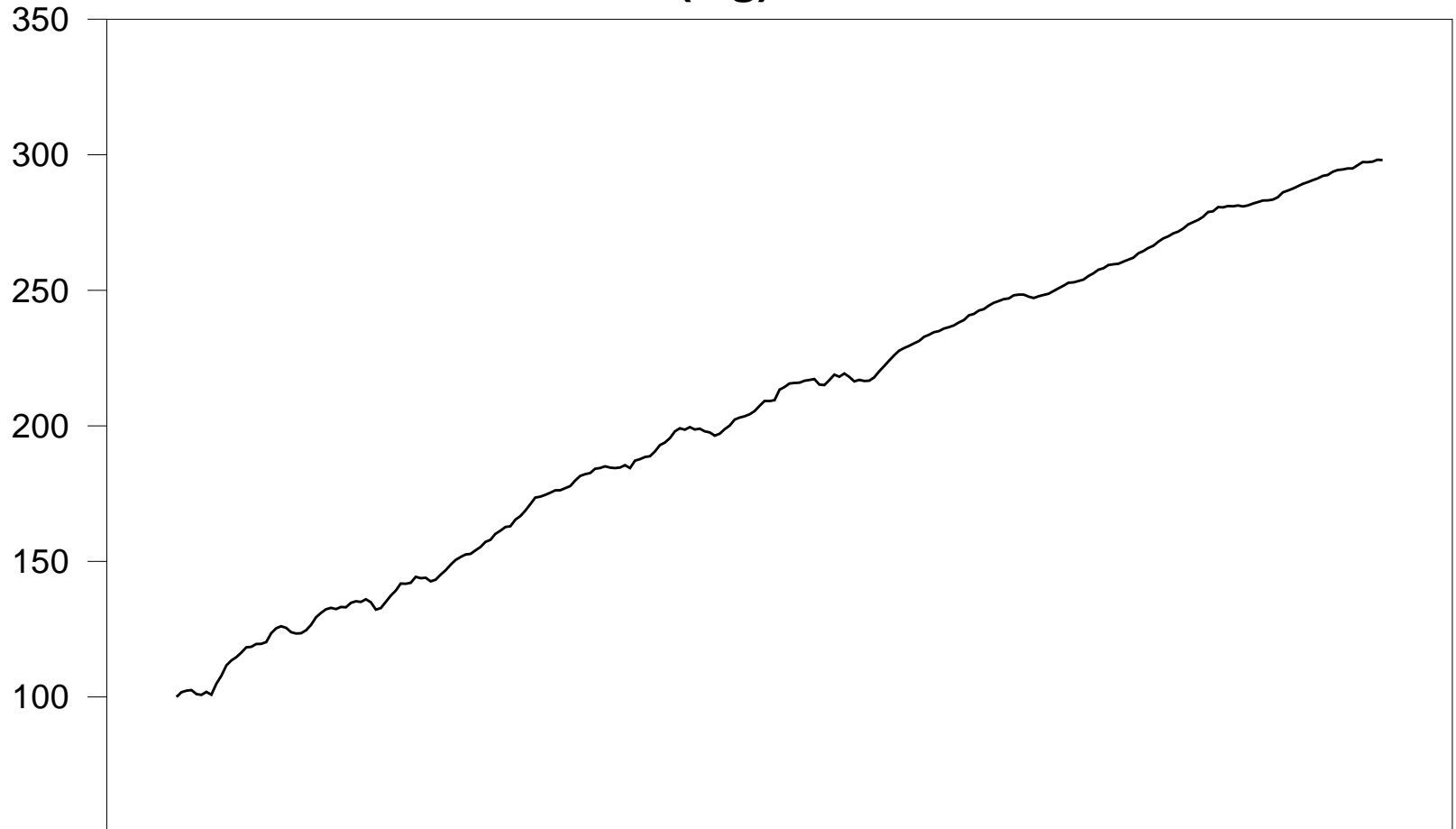
Component cíclic:

$$\hat{x}_t = y_t - \hat{z}_t$$

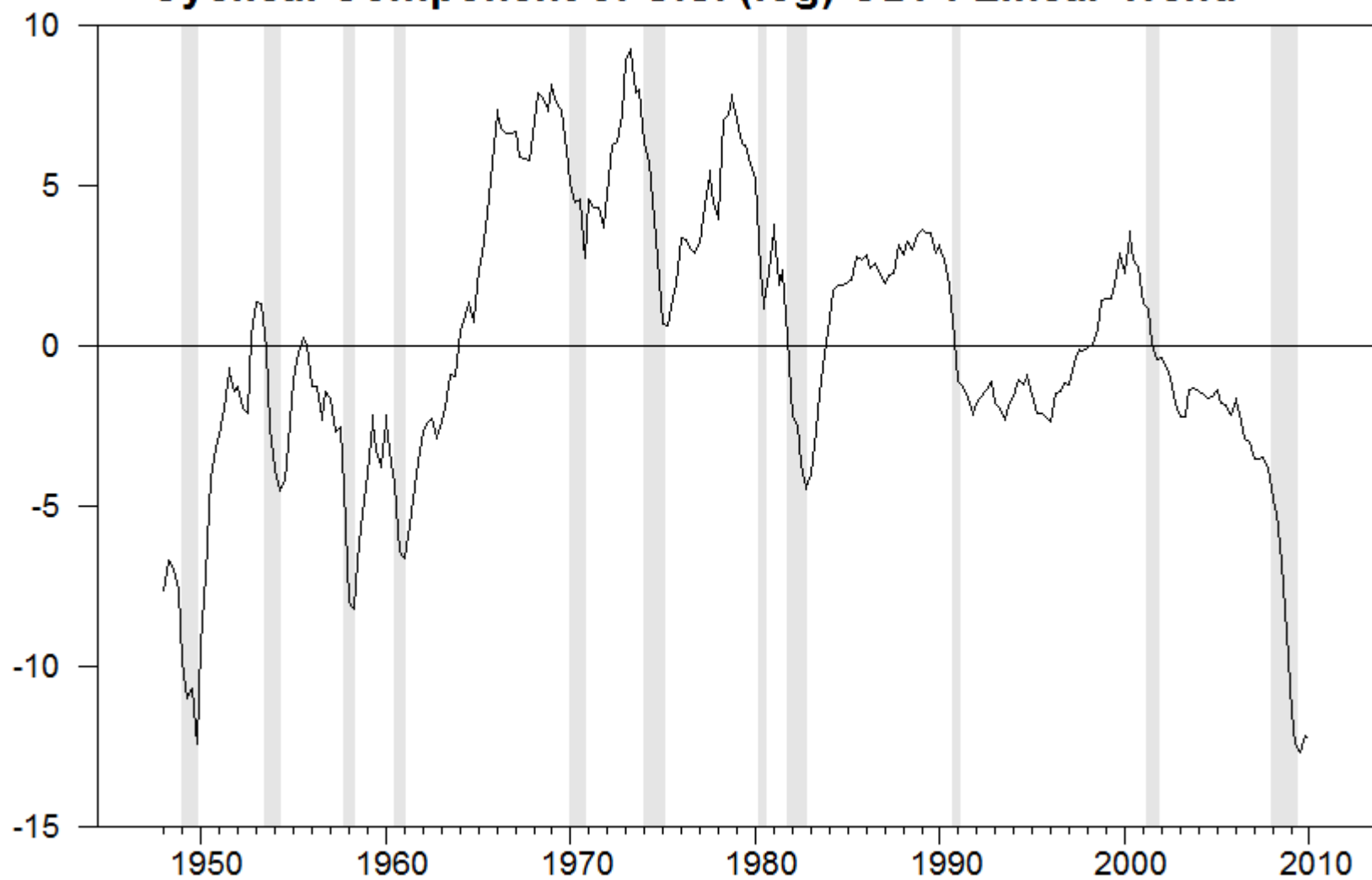
on  $\hat{z}_t$  és el valor estimat de la tendència.

*Limitació:* moltes variables macroeconòmiques tenen una "arrel unitària"  
→ l'eliminació d'una tendència determinística no és suficient per assolir estacionarietat. (Nelson and Plosser (JME 1982))

# U.S. (log) GDP



## Cyclical Component of U.S. (log) GDP: Linear Trend



## Diferències/Taxes de Creixement

### *Primeres Diferències*

Component cíclic:

$$x_t = \Delta y_t$$

Interpretació com a taxa de creixement.

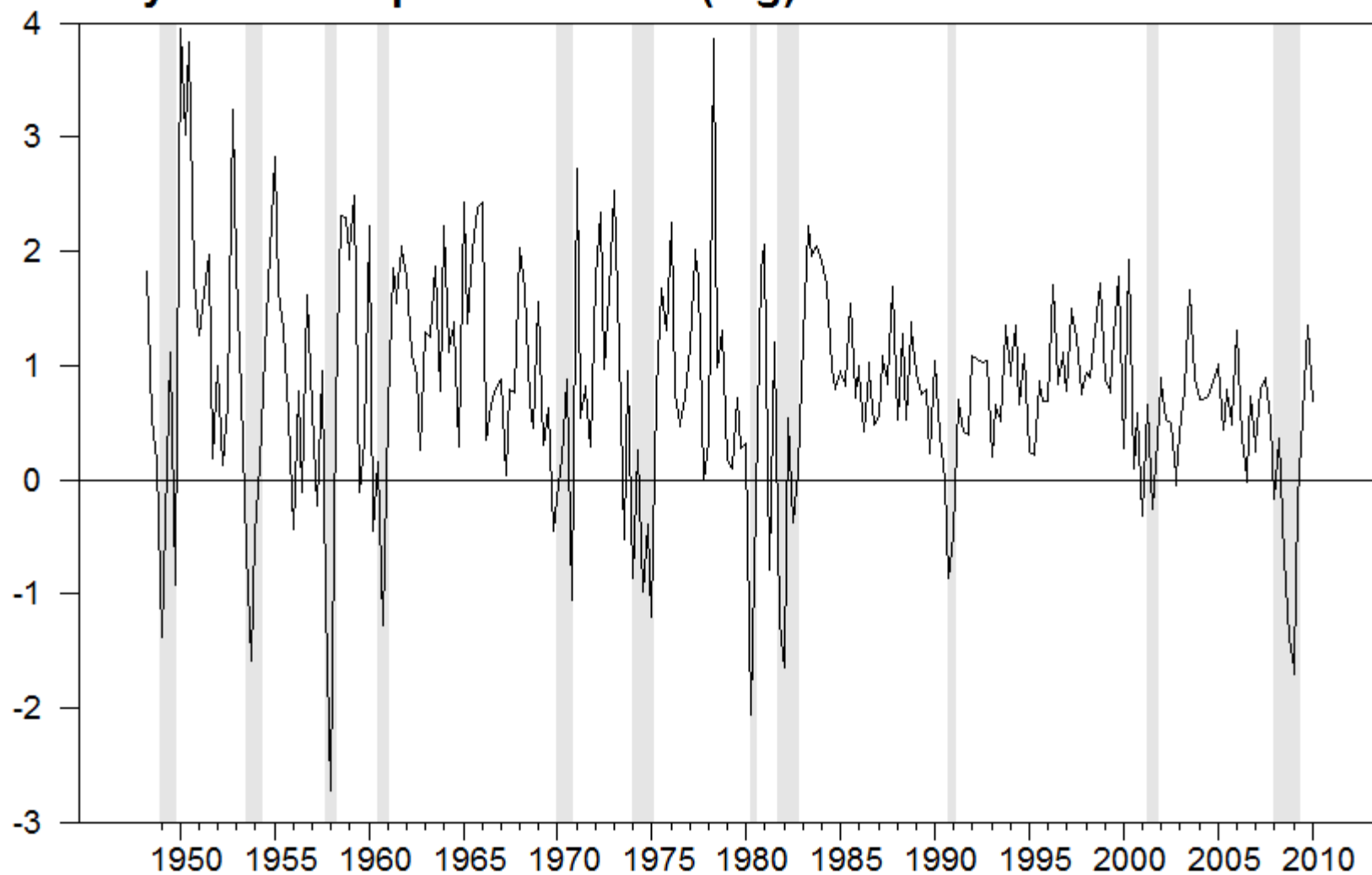
Limitació: assigna un pes molt elevat a variacions d'alta freqüència ("trimestre a trimestre"), no relacionats amb cicles econòmics.

### *Diferències de k-períodes:*

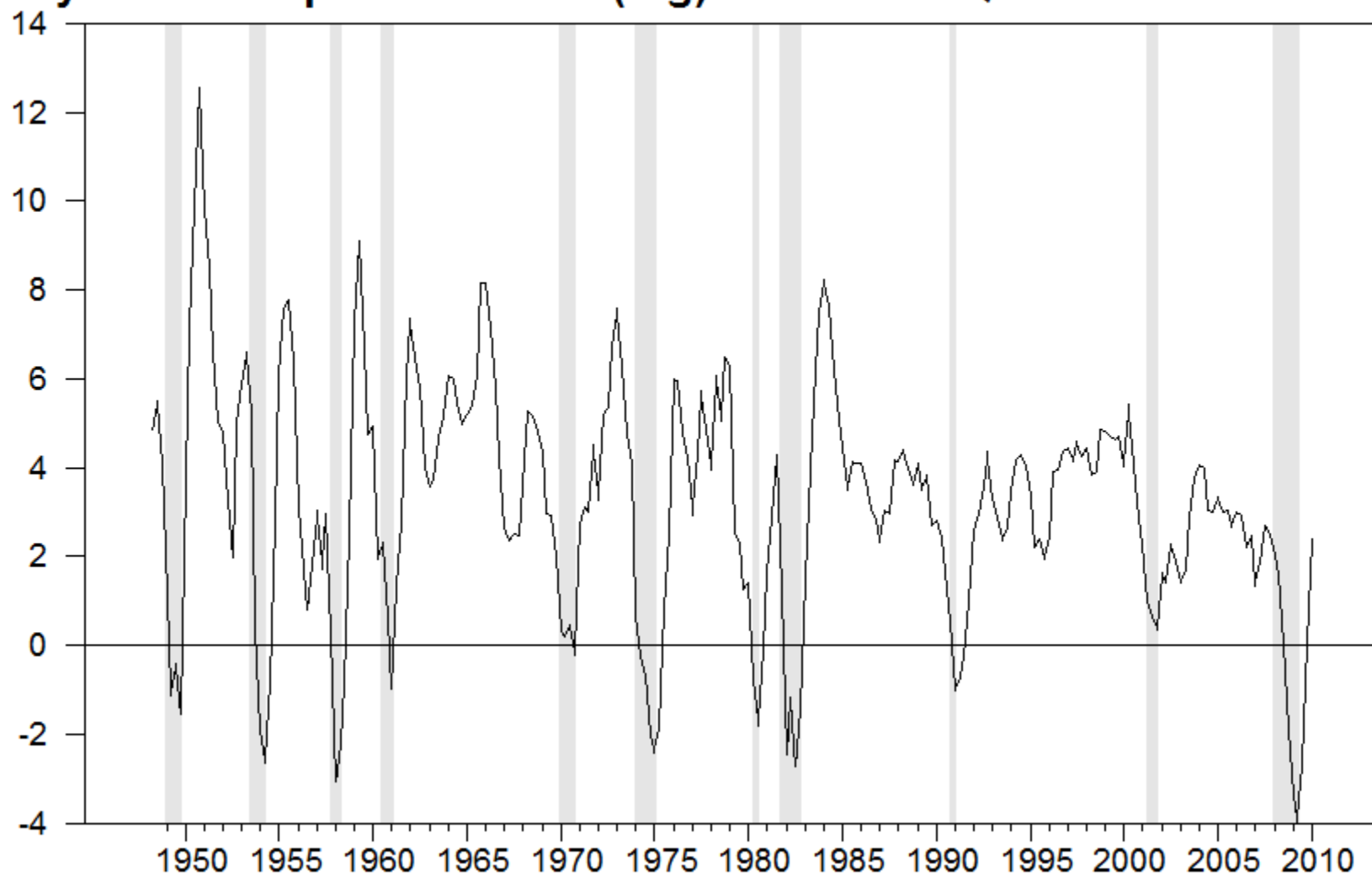
$$x_t = y_t - y_{t-k}$$

Exemple: sèrie trimestral de la taxa de creixement interanual

## Cyclical Component of U.S. (log) GDP: First Differences



## Cyclical Component of U.S. (log) GDP: Four-Quarter Differences



## Filtre de Hodrick-Prescott

$$\min_{\{z_t\}} \sum_{t=1}^T (y_t - z_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(z_{t+1} - z_t) - (z_t - z_{t-1})]^2$$

Paràmetre  $\lambda$  : determina el grau d'allisament de la tendència.

Casos extrems:

(i)  $\lambda = +\infty \rightarrow z_t = \alpha_0 + \alpha_1 t$

(ii)  $\lambda = 0 \rightarrow z_t = y_t$

Valor convencional (sèries trimestrals):  $\lambda = 1600$

Avantatge: flexibilitat per detectar canvis en la tendència

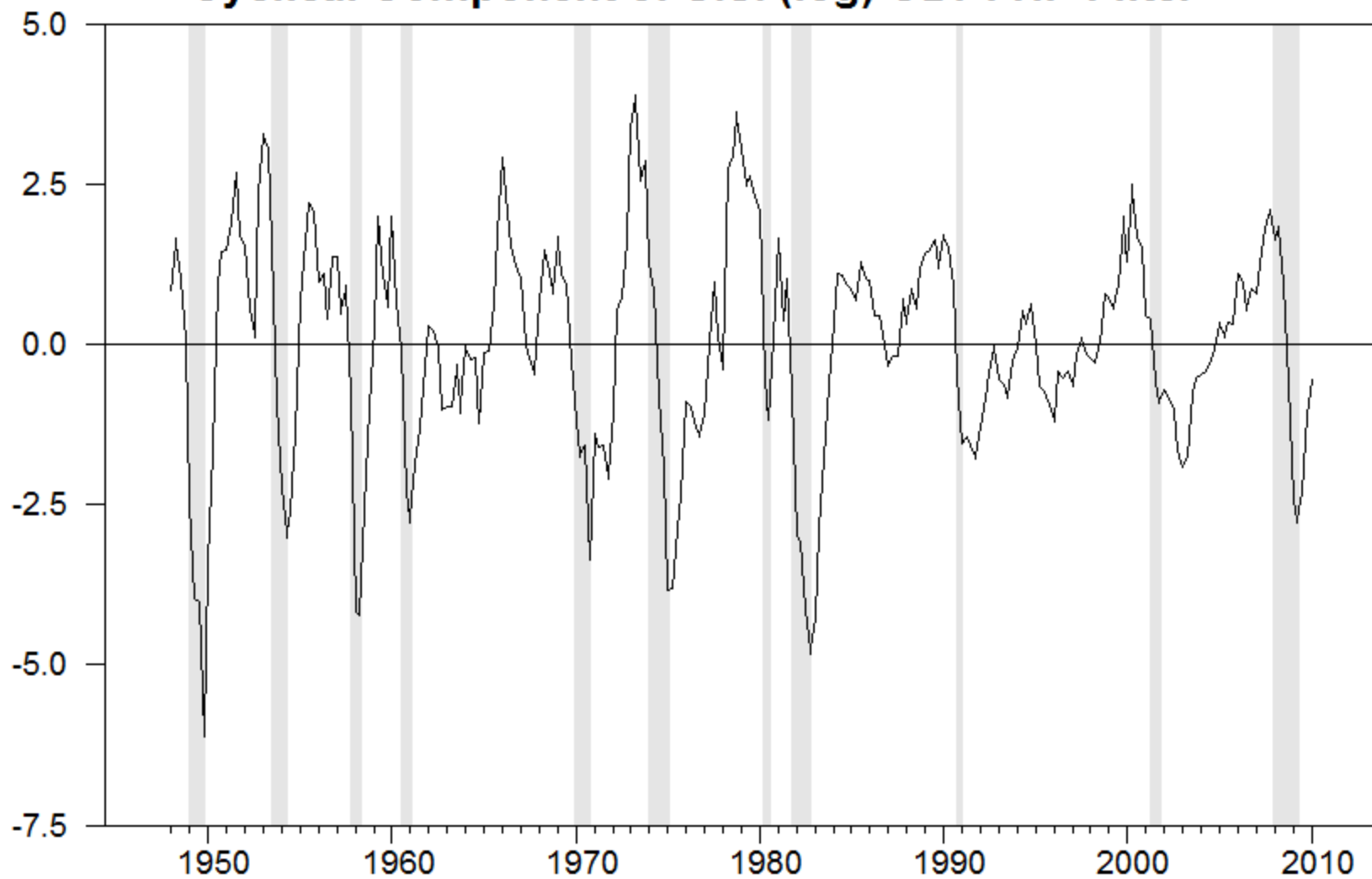
Limitació: atribueix fluctuacions d'alta freqüència al component cíclic

**Filtre "Band-Pass"** (Baxter and King (RESTAT 1999))

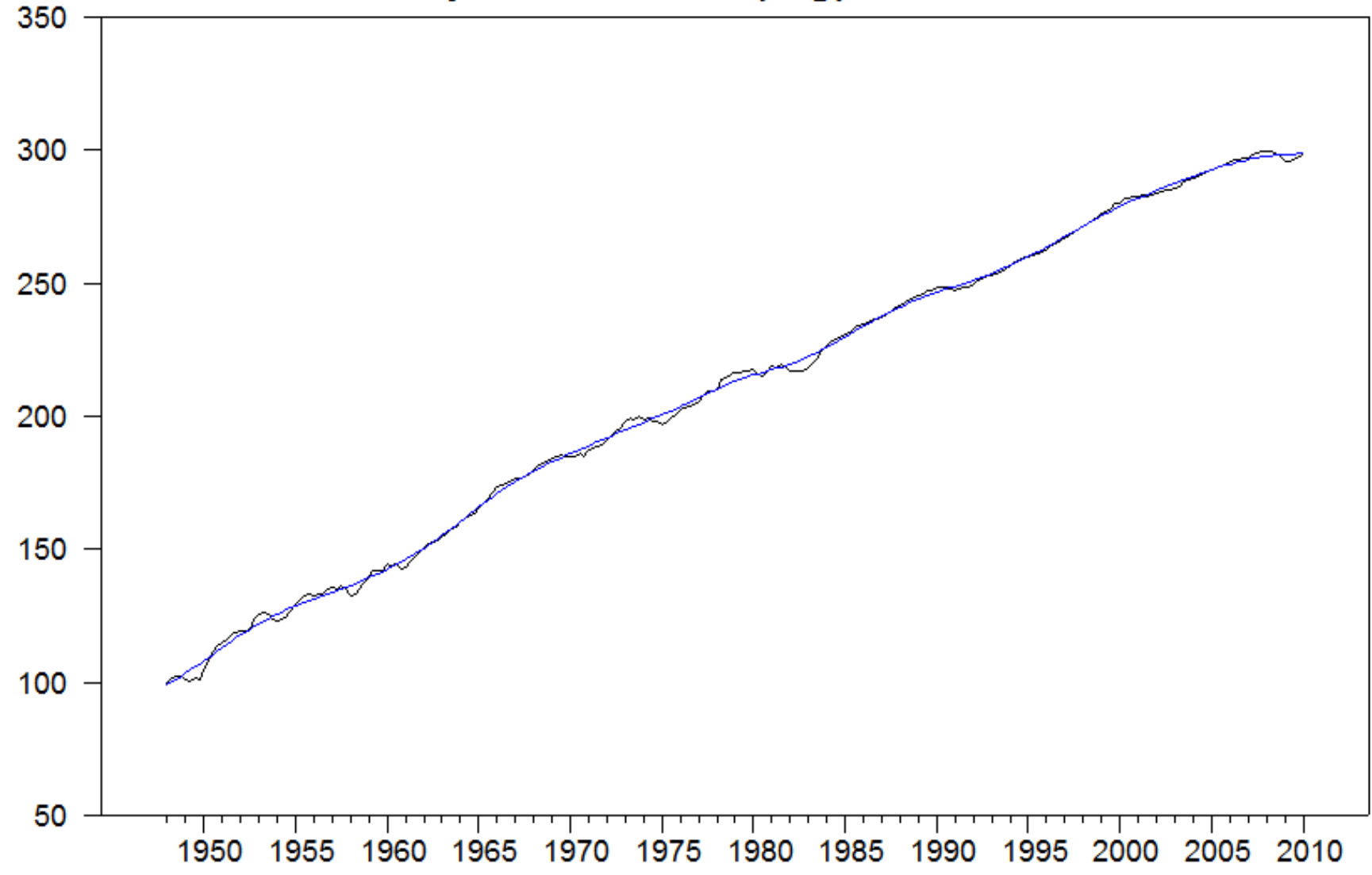
Permet triar l'interval de freqüències associat amb el component cíclic.

Interval convencional: variacions amb periodicitat entre 6 i 32 trimestres.

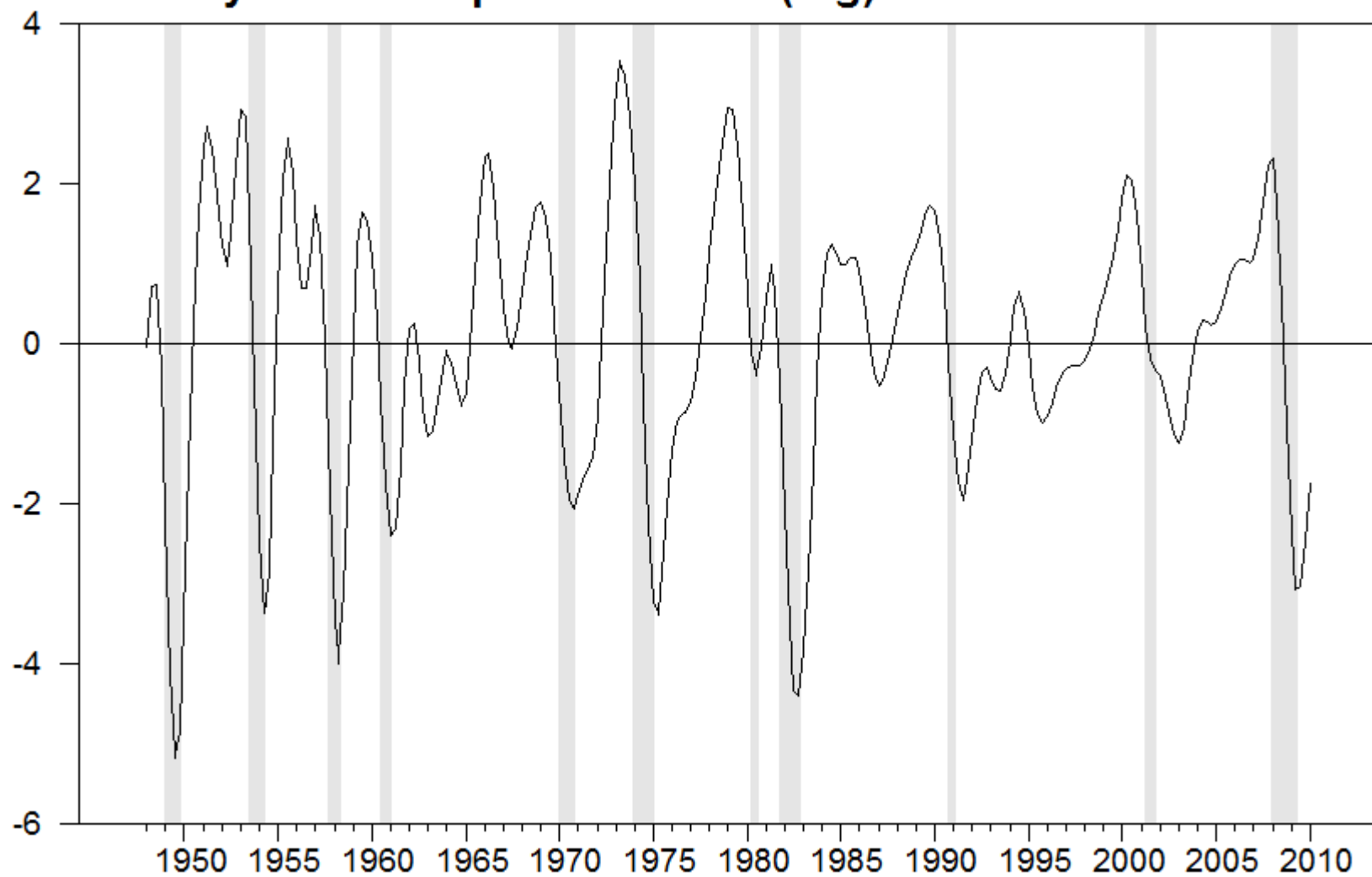
## Cyclical Component of U.S. (log) GDP: HP Filter



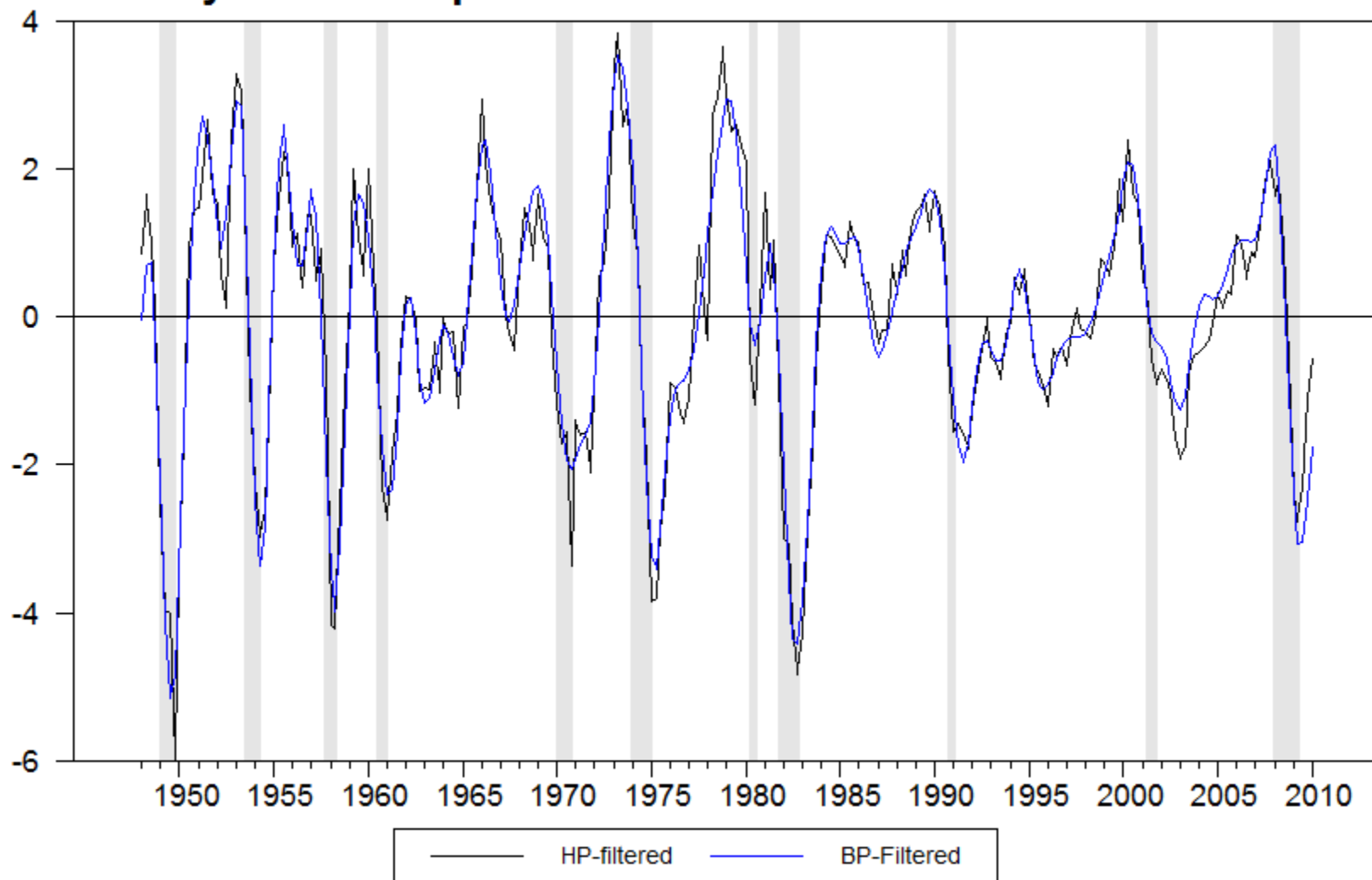
# Trend Component of U.S. (log) GDP: HP Filter



## Cyclical Component of U.S. (log) GDP: BP Filter



## Cyclical Component of U.S. GDP: HP vs. BP Filter



## Apèndix: Determinació de la tendència de Hodrick-Prescott

$$\min_{\mathbf{z}} (\mathbf{y} - \mathbf{z})'(\mathbf{y} - \mathbf{z}) + \lambda(\mathbf{A}\mathbf{z})'(\mathbf{A}\mathbf{z})$$

on

$$\mathbf{A} \equiv \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Condicció de primer ordre:

$$\mathbf{z} - \mathbf{y} + \lambda\mathbf{A}'\mathbf{A}\mathbf{z} = \mathbf{0}$$

Per tant:

$$\mathbf{z} = [\mathbf{I} + \lambda\mathbf{A}'\mathbf{A}]^{-1}\mathbf{y}$$

## Cronologies del Cicle Econòmic

Dates que marquen l'inici ("peak") i la fi ("trough") d'una recessió.

- *National Bureau of Economic Research* (NBER)
  - [www.nber.org/cycles/main.html](http://www.nber.org/cycles/main.html)
  - cronologia mensual i trimestral per als EUA
  - recessió: declivi significatiu de l'activitat econòmica, que afecta el conjunt de l'economia, dura més que uns pocs mesos, i es reflecteix en indicadors agregats com producció, ocupació, renda personal real, etc.
  - 11 cicles complets des de 1945. Durada mitjana recessió: 11 mesos. Durada mitjana expansió: 59 mesos.
  - últim episodi: "peak": Desembre 2007 (Q4) ; "trough": Juny 2009 (Q2).

- *Centre for Economic Policy Research* (CEPR)

- [www.cepr.org/data/dating](http://www.cepr.org/data/dating)
- cronologia trimestral per a la zona euro
- recessió: declivi significatiu de del nivell d'activitat econòmica, que afecta al conjunt de l'economia de la zona euro, normalment reflectit en dos o més trimestres consecutius de creixement negatiu del PIB, ocupació i altres variables, i manifestant-se de forma semblant a la majoria de països.
- 3 cicles complets des de 1970.
- últim episodi: "peak": 2008Q1, "trough": 2009Q2

## Fonts de Dades Macroeconòmiques

- Estats Units

- St. Louis Fed (<http://research.stlouisfed.org/fred2>)
- Bureau of Labor Statistics (<http://www.bls.gov>)
- Bureau of Economic Analysis (<http://www.bea.gov>)

- Europa/Zona euro

- Eurostat (<http://ec.europa.eu/eurostat> )
- European Central Bank (<http://www.ecb.int>)

- Espanya

- Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es>)
- Banco de España (<http://www.bde.es>)

## Característiques de les Fluctuacions Econòmiques

$\{x_t\}$ : component cíclic, estacionari i amb mitjana zero d'una variable d'interès.

- Amplitud o mida

→ desviació estàndard:  $\sigma(x_t) \equiv \sqrt{(1/T) \sum x_t^2}$

- Persistència

→ autocorrelació:  $corr(x_t, x_{t-1}) \equiv \frac{cov(x_t, x_{t-1})}{\sigma^2(x_t)}$  on  $cov(x_t, x_{t-1}) \equiv (1/T) \sum x_t x_{t-1}$

- Caràcter cíclic

→ correlació amb component cíclic del PIB:  $corr(x_t, y_t) \equiv \frac{cov(x_t, y_t)}{\sigma(x_t)\sigma(y_t)}$

on  $cov(x_t, y_t) \equiv (1/T) \sum x_t y_t$

la variable pot ser: procíclica (+), anticíclica (-), o acíclica. ( $\simeq 0$ )

- Desfasament  $corr(x_t, y_{t+k}) \equiv \frac{cov(x_t, y_{t+k})}{\sigma(x_t)\sigma(y_t)}$

$$k^* \equiv \arg \max_k corr(x_t, y_{t+k})$$

$k = 0$  : variable coincident

$k > 0$  : variable avançada ("leading"). Exemple: inversió residencial

$k < 0$  : variable retardada ("lagging"). Exemple: ocupació

**Evidència per als EUA i l'àrea de l'euro.**

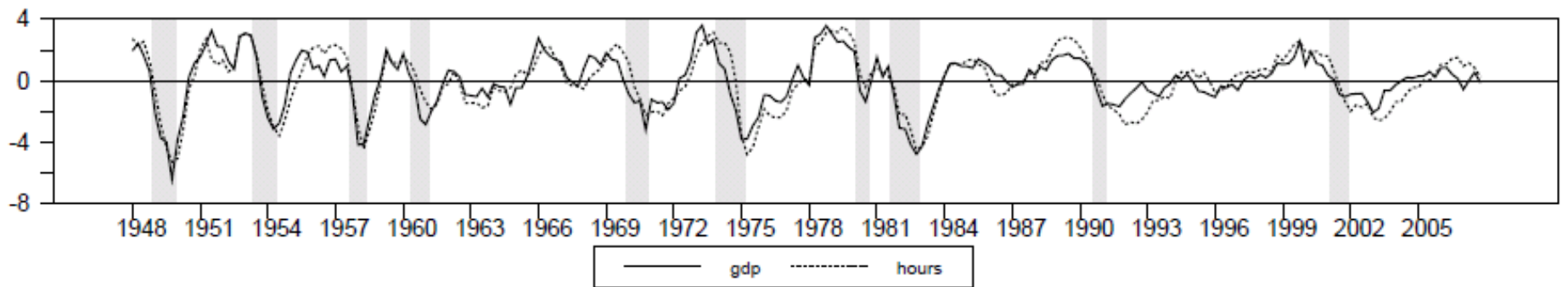
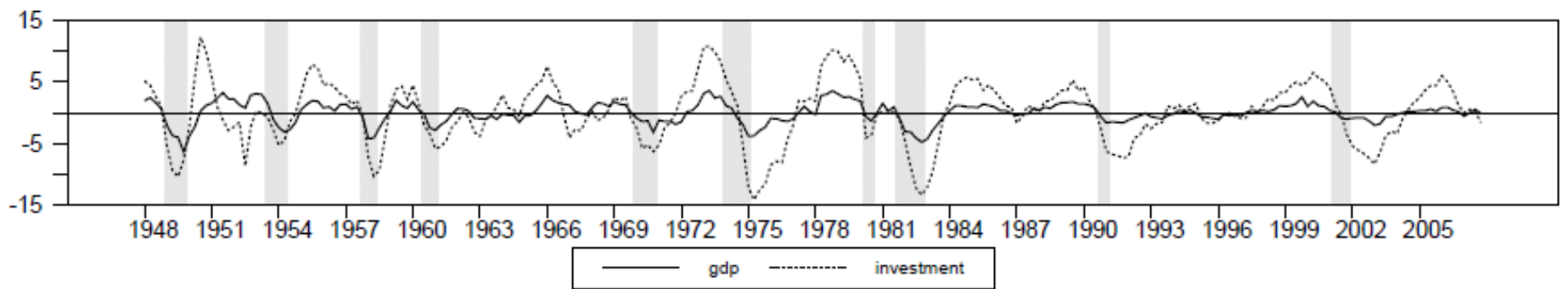
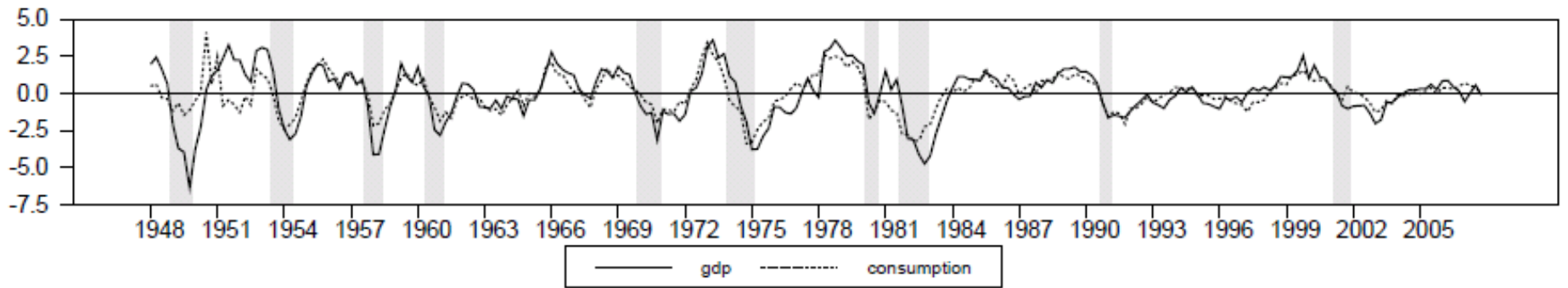
## Business Cycle Statistics for the U.S. Economy

	Standard Deviation	Relative Standard Deviation	First Order Auto-correlation	Contemporaneous Correlation with Output
Y	1.81	1.00	0.84	1.00
C	1.35	0.74	0.80	0.88
I	5.30	2.93	0.87	0.80
N	1.79	0.99	0.88	0.88
Y/N	1.02	0.56	0.74	0.55
w	0.68	0.38	0.66	0.12
r	0.30	0.16	0.60	-0.35
A	0.98	0.54	0.74	0.78

Note: log (except r), HP-detrended. Sample period: 1947Q1-1996Q4.

Source: King and Rebelo (HM,1999)

### Aggregate Comovements (HP-Filtered)



**Table 1: Statistical Properties of the U.S. Business Cycle**  
 HP-Filtered (1600), 1948Q1-2007Q4

	$\sigma(\hat{x}_t)$	$\sigma(\hat{x}_t)/\sigma(\hat{y}_t)$	$corr(\hat{x}_t, \hat{x}_{t-1})$	$corr(\hat{x}_t, \hat{y}_t)$
<i>GDP</i>	1.69	1.0	0.84	1.00
<i>Consumption</i>	1.22	0.7	0.80	0.77
<i>Investment</i>	4.98	2.9	0.88	0.79
<i>Government Purchases</i>	3.60	2.1	0.90	0.22
<i>Hours Worked</i>	1.87	1.1	0.90	0.88
<i>Labor Productivity</i>	1.08	0.6	0.70	0.47
<i>Total Factor Productivity</i>	1.32	0.8	0.76	0.78
<i>Real Wage</i>	0.86	0.5	0.80	0.26
<i>Real Interest Rate</i>	1.27	0.8	0.78	0.04

Source: Galí (2009)

**Table 2: Statistical Properties of the Euro Area Business Cycle**  
 HP-Filtered (1600), 1970Q1-2007Q4

	$\sigma(\hat{x}_t)$	$\sigma(\hat{x}_t)/\sigma(\hat{y}_t)$	$corr(\hat{x}_t, \hat{x}_{t-1})$	$corr(\hat{x}_t, \hat{y}_t)$
<i>GDP</i>	1.01	1.0	0.87	1.00
<i>Consumption</i>	0.83	0.8	0.83	0.82
<i>Investment</i>	2.51	2.5	0.87	0.88
<i>Government Consumption</i>	0.54	0.5	0.63	0.03
<i>Employment</i>	0.65	0.7	0.96	0.78
<i>Labor Productivity</i>	0.64	0.6	0.73	0.77
<i>Total Factor Productivity</i>	0.71	0.7	0.78	0.90
<i>Real Wage</i>	0.55	0.6	0.73	0.38
<i>Real Interest Rate</i>	0.93	0.9	0.76	0.52

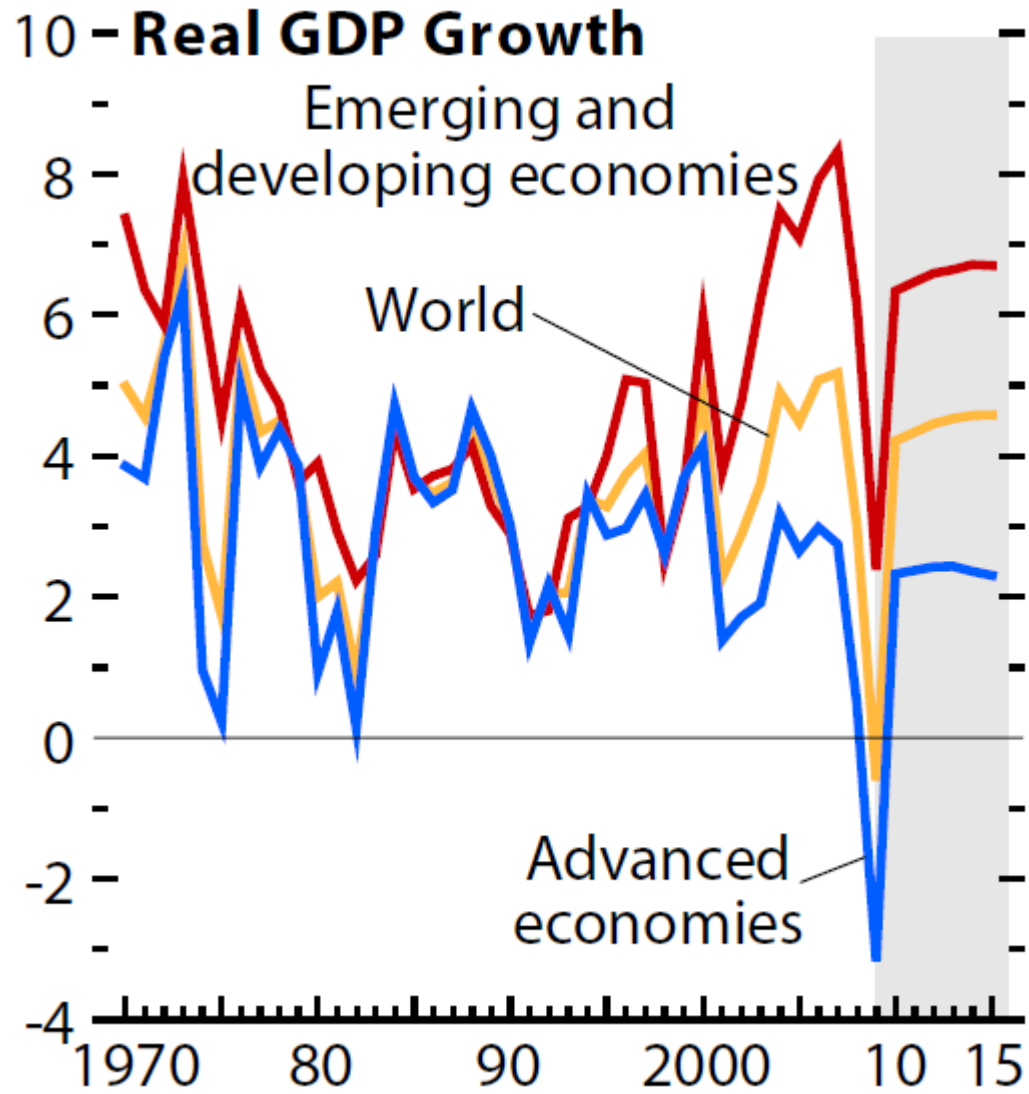
Source: Galí (2009)

## Resum Principals Propietats Cicle Econòmic

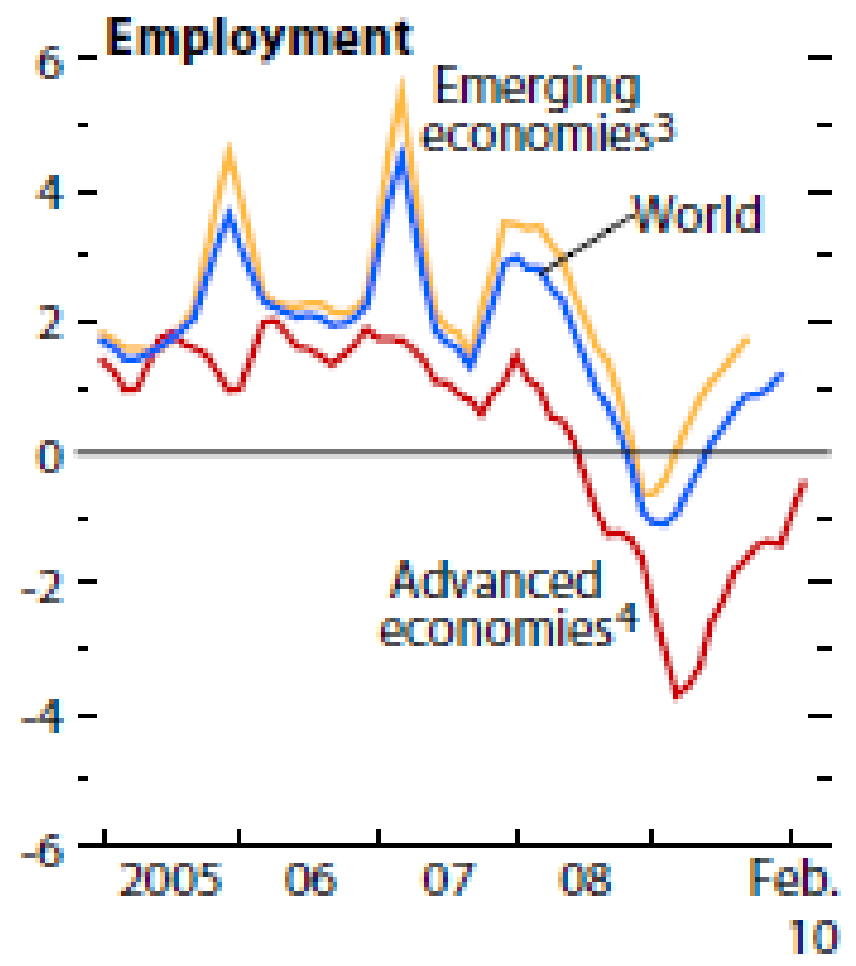
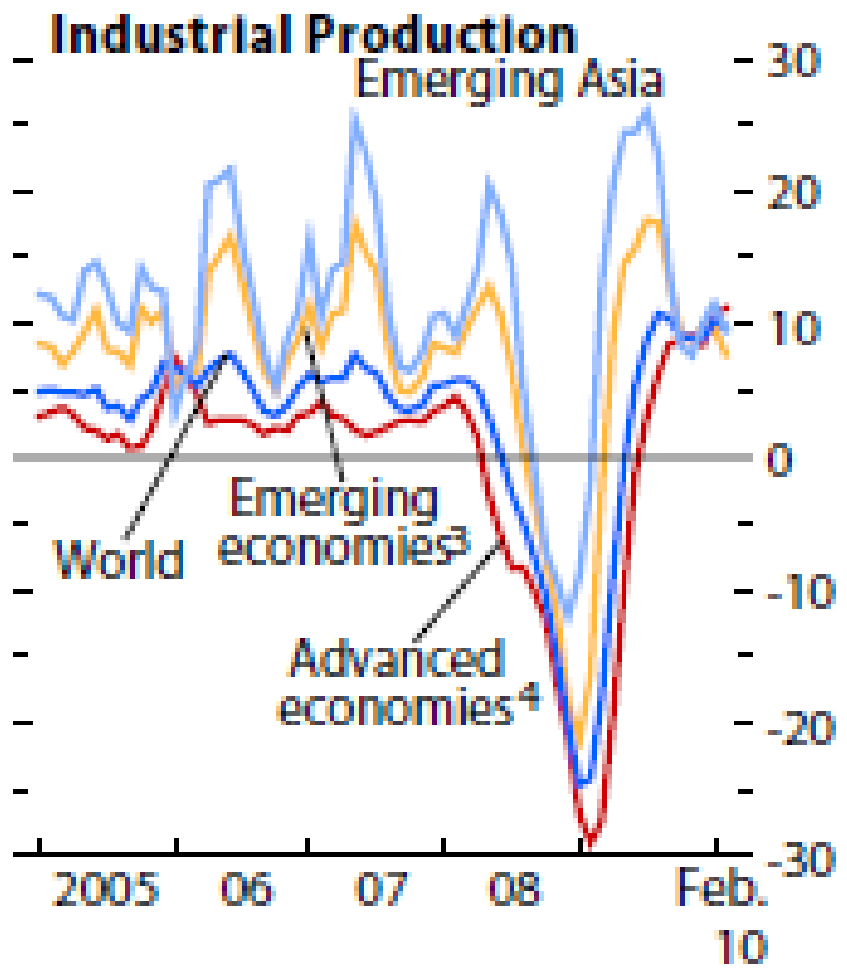
- Consum i inversió
  - molt procíclicues
  - clar rànquing de volatilitats:  $\sigma(c_t) < \sigma(y_t) < \sigma(i_t)$
- Hores treball:
  - molt procíclica
  - $\sigma(n_t) \simeq \sigma(y_t)$
- Productivitat (treball i total):
  - procíclica (interpretació?)
- Salaris i tipus d'interès real
  - força menys volàtils que el PIB
  - poc cíclics
- Propietats "robustes" al mètode d'eliminació de tendència i compartides per molts països (e.g. zona euro).

## El Component Internacional del Cicle Econòmic

- Existeix un cicle econòmic "global"?
- Correlació entre els components cíclics del PIB de diferents països
- Evolució de la sincronització al llarg del temps
- Desfasament



Source: IMF WEO April 2010



Source: IMF WEO April 2010

TABLE 5. Correlations of GDP growth across countries.

(a) Four-quarter growth rates, simple correlation coefficients

	Canada	France	Germany	Italy	Japan	UK	US
1960–1983							
Canada	1.00						
France	0.31	1.00					
Germany	0.50	0.56	1.00				
Italy	0.30	0.59	0.35	1.00			
Japan	0.20	0.40	0.46	0.28	1.00		
UK	0.26	0.54	0.53	0.13	0.48	1.00	
US	0.77	0.39	0.52	0.21	0.32	0.46	1.00
1984–2002							
Canada	1.00						
France	0.33	1.00					
Germany	0.12	0.59	1.00				
Italy	0.38	0.77	0.59	1.00			
Japan	−0.05	0.28	0.38	0.34	1.00		
UK	0.72	0.33	0.11	0.47	0.09	1.00	
US	0.80	0.26	0.22	0.29	0.02	0.58	1.00

Source: Stock and Watson (KC Fed, 2003)

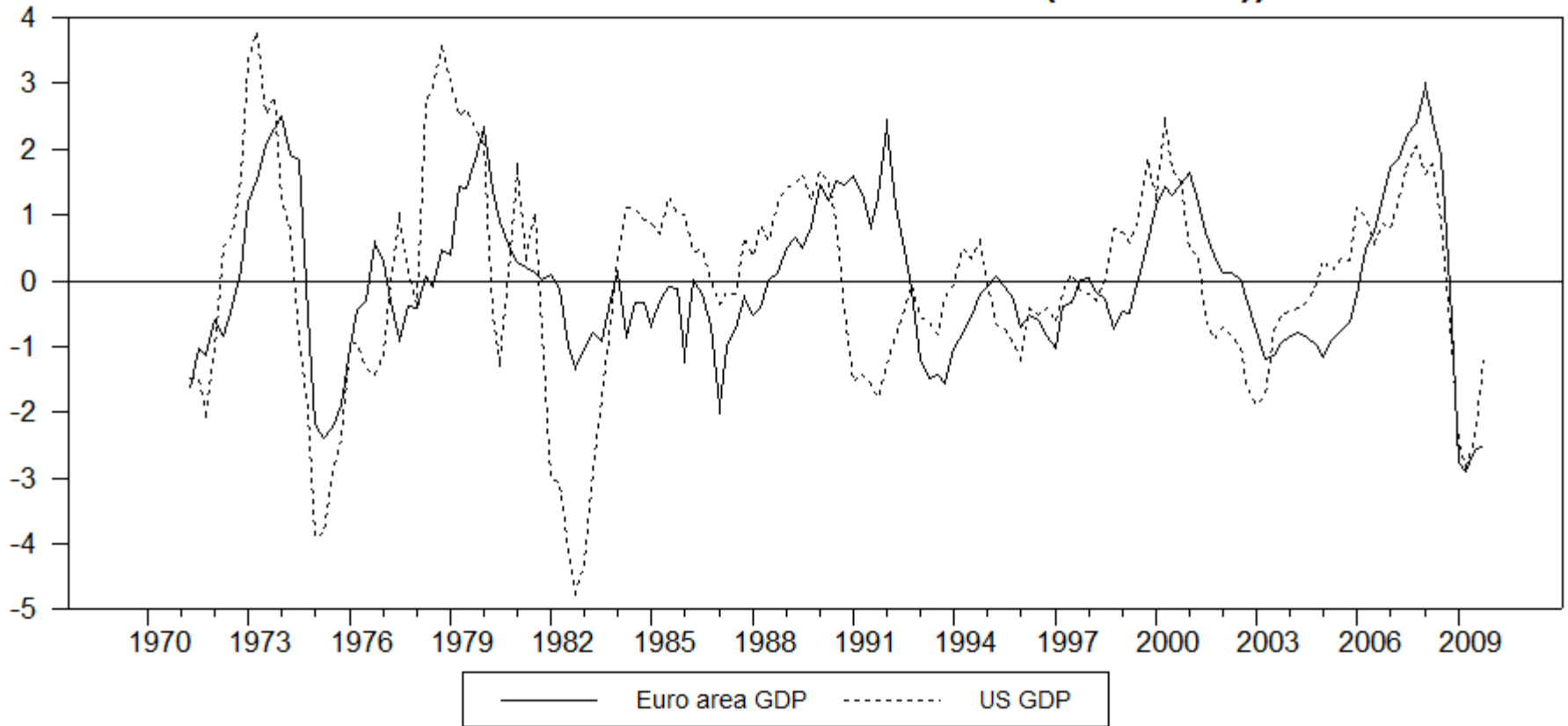
Difference, 1984–2002 vs. 1960–1983 (std. error in parentheses)

Canada						
France	0.02					
	(0.17)					
Germany	−0.37	0.03				
	(0.24)	(0.20)				
Italy	0.08	0.18	0.25			
	(0.13)	(0.15)	(0.24)			
Japan	−0.25	−0.12	−0.08	0.07		
	(0.21)	(0.24)	(0.20)	(0.23)		
UK	0.46	−0.21	−0.42	0.34	−0.39	
	(0.18)	(0.14)	(0.20)	(0.14)	(0.22)	
US	0.03	−0.13	−0.30	0.08	−0.30	0.11
	(0.08)	(0.19)	(0.23)	(0.16)	(0.23)	(0.19)

Average Correlations		
	<i>1960-1983</i>	<i>1984-2002</i>
<i>Continental Europe</i>	0.50	0.65
<i>Anglosaxon</i>	0.50	0.70
<i>Cross-group</i>	0.38	0.28
<i>Japan vs. Rest</i>	0.36	0.18

Source: Stock and Watson (JEEA, 2005)

## Euro Area - U.S. GDP Comovement (HP-Filter)



$$\text{corr}(y_t^{emu}, y_t^{us}) = 0.55$$

$$\text{corr}(y_t^{emu}, y_{t-1}^{us}) = 0.62$$

## **L'Evolució del Cicle Econòmic al Llarg del Temps**

- Evolució a llarg termini dels cicles econòmics
- Evolució en el període de postguerra: "la Gran Moderació"
- Possibles explicacions

TABLE 2—PROPERTIES OF OUTPUT FLUCTUATIONS

Country	Standard deviations (percentage)			Relative to postwar	
	Prewar	Interwar	Postwar	Prewar	Interwar
Australia	6.30 (0.72)	4.85 (0.75)	1.93 (0.19)	3.3	2.5
Canada	4.47 (0.43)	9.80 (1.40)	2.22 (0.23)	2.0	4.4
Denmark	3.02 (0.22)	3.41 (0.64)	1.88 (0.20)	1.6	1.8
Germany	3.35 (0.32)	10.19 (1.61)	2.30 (0.28)	1.5	4.4
Italy	2.52 (0.24)	3.59 (0.46)	2.05 (0.17)	1.2	1.8
Japan	2.42 (0.24)	3.13 (0.44)	3.11 (0.32)	0.8	1.0
Norway	1.85 (0.16)	3.49 (0.65)	1.76 (0.17)	1.1	2.0
Sweden	2.43 (0.37)	3.74 (0.59)	1.45 (0.12)	1.7	2.6
United Kingdom	2.12 (0.24)	3.47 (0.37)	1.62 (0.21)	1.3	2.1
United States	4.28 (0.38)	9.33 (1.27)	2.26 (0.18)	1.9	4.1

*Notes:* Sample moments were computed from Hodrick-Prescott filtered logarithms of real output. Numbers in parentheses are standard errors, computed by GMM as described in the notes to Table 1. Sample periods are also reported in the notes to Table 1.

Source: Backus and Kehoe (1992)

## The Great Depression

Country	Share of World Output, 1931 (percent)	Economic Activity		Output Loss (percent) <sup>1</sup>
		Peak	Trough	
United States	42.4	1929	1933	-29.4
United Kingdom	13.1	1930	1931	-0.5
Germany	9.5	1928	1932	-26.3
France	7.9	1932	1935	-10.4
Italy	5.4	1928	1933	-13.7
Japan	5.1	1930	1933	-14.9
Spain	4.2	1929	1931	-6.3
Canada	2.5	1929	1933	-29.7
Netherlands	2.1	1930	1934	-14.2
Switzerland	2.0	1930	1932	-6.5
Sweden	1.6	1930	1933	-12.1
Australia	1.4	1926	1931	-24.9
Denmark	1.1	1930	1932	-4.4
Norway	0.9	1930	1931	-8.0
Finland	0.5	1928	1931	-7.2
Portugal	0.4	1935	1936	-0.7

<sup>1</sup>Cumulative loss in output from peak to trough (based on annual data). The peak is defined as the year before real growth turned negative. The trough is defined as the year before real growth turned positive.

**Table 1**  
**Changes in Volatility of Four-Quarter Growth of Real GDP per Capita**  
**in the G7, 1960 – 1983 and 1984 – 2002.**

	Standard deviation, 1960 – 1983	Standard deviation, 1984 – 2002	$\frac{\text{std. dev. 84-02}}{\text{std. dev. 60-83}}$	$\frac{\text{variance 84-02}}{\text{variance 60-83}}$
<b>Canada</b>	2.3	2.2	.96	.91
<b>France</b>	1.8	1.4	.71	.51
<b>Germany</b>	2.5	1.5	.60	.36
<b>Italy</b>	3.0	1.3	.43	.19
<b>Japan</b>	3.7	2.2	.59	.35
<b>UK</b>	2.4	1.7	.71	.50
<b>US</b>	2.7	1.7	.63	.40

Source: Stock and Watson (KC Fed, 2003)

**Table 3**  
**Changes in Volatility and Cyclical Correlations of Major Economic Variables**

Series	Standard deviation 1960 – 2002	Ratio of standard deviations, 84-02 to 60-83	Correlation with 4-quarter GDP growth	
			60-83	84-02
GDP	2.30	0.61	1.00	1.00
consumption	1.84	0.60	0.85	0.87
durables	6.55	0.70	0.76	0.80
nondurables	1.65	0.62	0.76	0.77
services	1.17	0.69	0.68	0.71
investment (total)	10.41	0.79	0.88	0.89
fixed investment – total	6.78	0.79	0.85	0.86
nonresidential	6.85	0.93	0.75	0.76
residential	13.25	0.51	0.58	0.57
$\Delta$ inventory investment/GDP	0.86	0.83	0.64	0.66
exports	6.71	0.72	0.30	0.27
imports	7.25	0.74	0.71	0.68
government spending	2.46	0.71	0.21	0.25
<i>Production</i>				
goods (total)	3.65	0.72	0.95	0.95
nondurable goods	6.98	0.68	0.87	0.89
durable goods	2.10	0.72	0.64	0.66
services	1.08	0.74	0.54	0.58
structures	6.20	0.67	0.80	0.80
nonagricultural employment	1.79	0.71	0.78	0.77
price inflation (GDP deflator)	0.39	0.53	0.16	0.15
90-day T-bill rate	1.73	0.75	0.43	0.39
10-year T-bond rate	1.21	1.10	0.13	0.02

Source: Stock and Watson (KC Fed, 2003)

## L'Evolució del Cicle Econòmic al Llarg del Temps

- Evolució a llarg termini dels cicles econòmics
- Evolució en el període de postguerra: "la Gran Moderació"
- Possibles explicacions
  - canvis en la composició sectorial: pes creixent dels serveis
  - menys crisis financeres (assegurança de dipòsits + prestamista d'última instància)
  - paper del govern: pes en la demanda agregada, estabilitzadors automàtic, i polítiques anticíclics.
  - flexibilitat més gran del mercat de treball
  - desenvolupament financer
  - "bona sort"