



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών  
Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και Συστημάτων Πληροφορικής

# ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ Ι

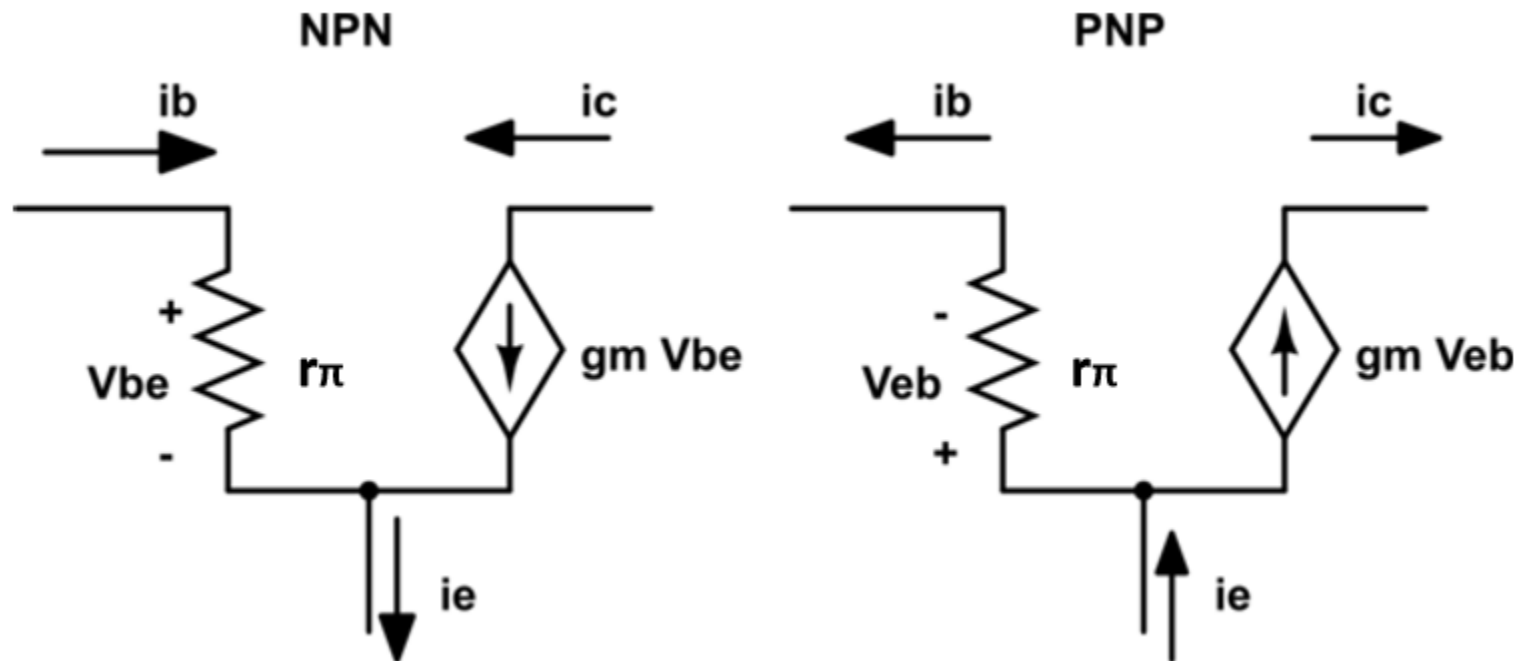
## 4ο Εξάμηνο

AC ισοδύναμα  $\pi$  και  $T$  για το BJT

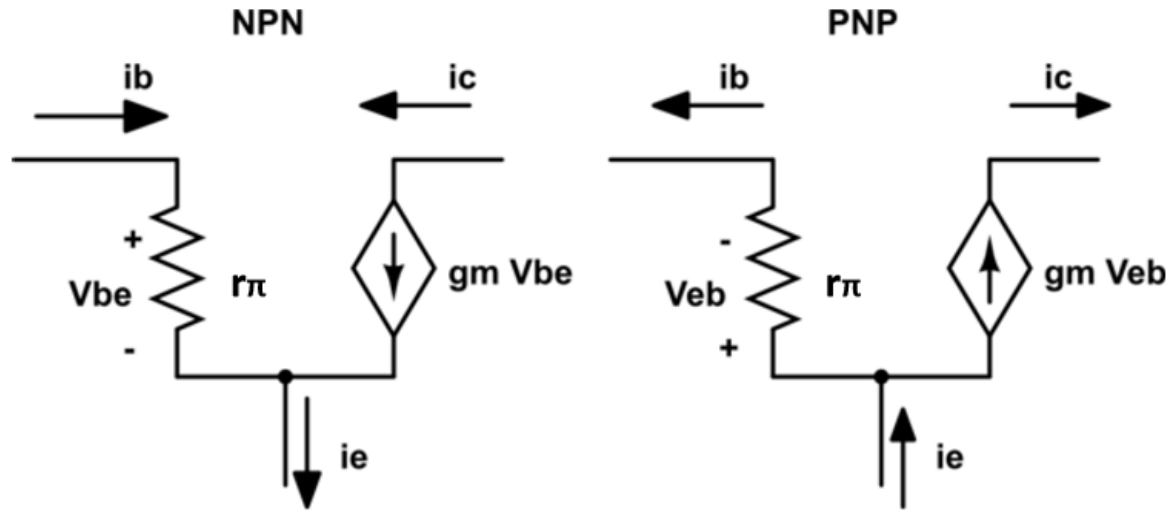
Μάθημα

N. Βουδούκης

# Ισοδύναμο κυκλωματικό μοντέλο μικρού σήματος για npn και pnp BJT



## Ισοδύναμο κυκλωματικό μοντέλο μικρού σήματος για npn και pnp BJT



Είναι  $u_{eb} = -u_{be}$ .

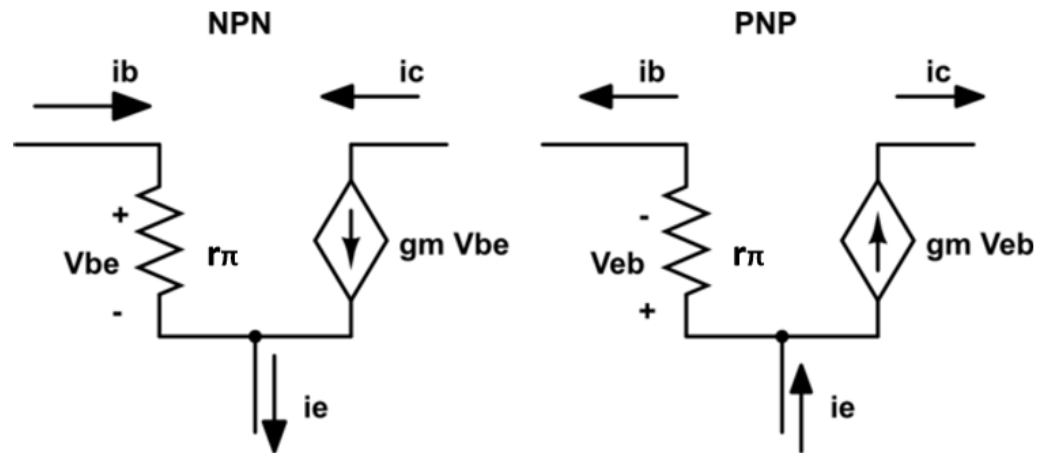
Αν στο ισοδύναμο κυκλωματικό μοντέλο του pnp αντικαταστήσουμε την εξαρτημένη πηγή ρεύματος  $i_c = g_m u_{eb}$  που έχει φορά “προς τα πάνω” με την  $i_c = g_m u_{be}$  που έχει φορά “προς τα κάτω” και επίσης αντικαταστήσουμε την  $u_{eb}$  με  $u_{be}$  και “ανάποδη” πολικότητα προκύπτει το ισοδύναμο του npn.

**Άρα το pnp περιγράφεται ακριβώς με το ίδιο μοντέλο που περιγράφεται και το npn.** Αυτό ισχύει και για το π και για το Τ μοντέλο.

## Ισοδύναμο κυκλωματικό μοντέλο μικρού σήματος για npn και pnp BJT

Επειδή  $u_{eb} = -u_{be}$  μπορούμε να θεωρήσουμε (αντιστρέφοντας τη φορά της εξαρτημένης πηγής ρεύματος και την πολικότητα της τάσης πάνω στην  $r_{\pi}$ ) ότι **το npn περιγράφεται ακριβώς με το ίδιο μοντέλο που περιγράφεται και το pnp.**

Αυτό ισχύει και για το π και για το T μοντέλο.

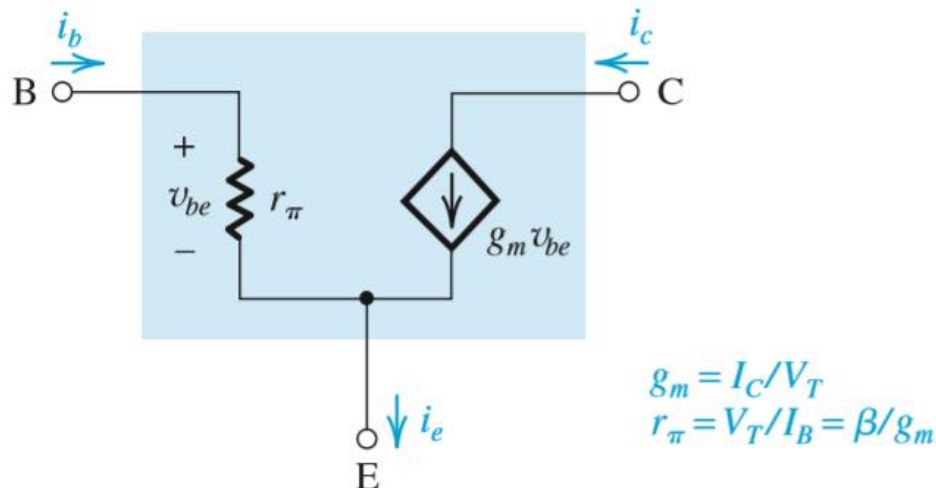
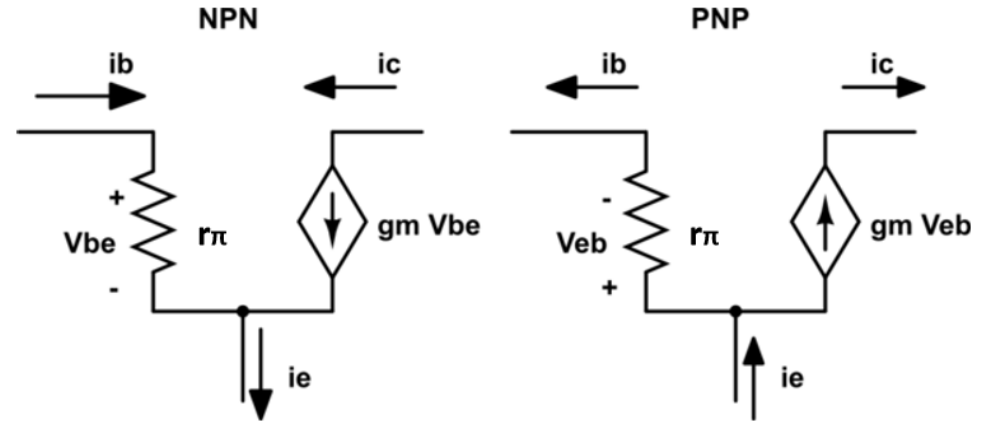


$$\begin{aligned}u_{eb} &= -u_{be} \\ i_b &= -u_{be} / r_{\pi} \\ i_c &= -g_m u_{be} \\ i_e &= i_b + i_c\end{aligned}$$

# Ισοδύναμο κυκλωματικό μοντέλο μικρού σήματος για npn και pnp BJT

Το npn περιγράφεται  
ακριβώς με το ίδιο μοντέλο  
που περιγράφεται και το pnp.

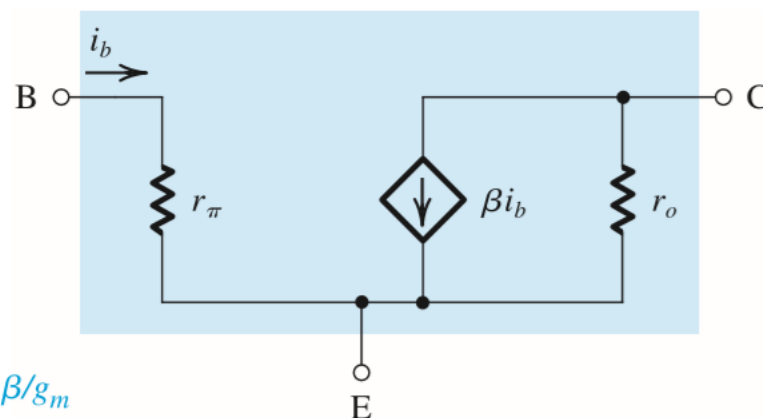
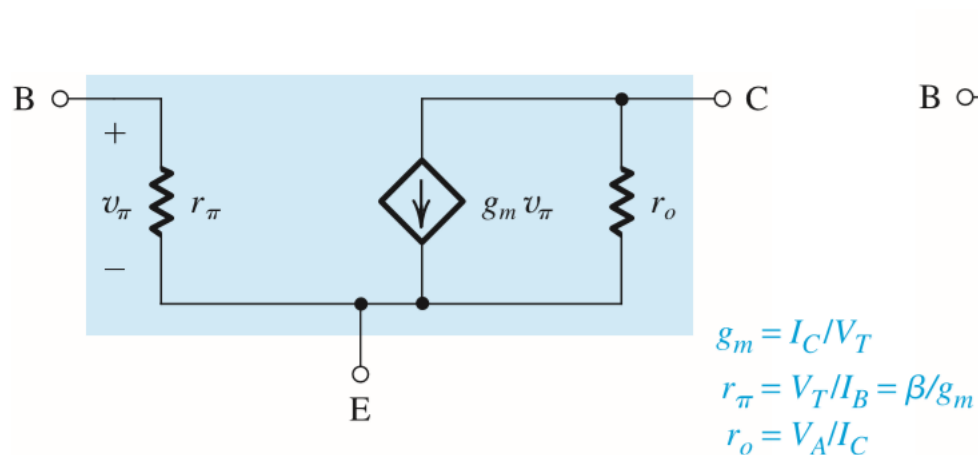
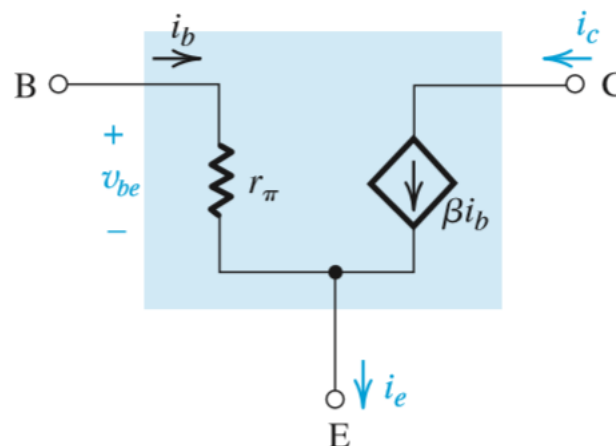
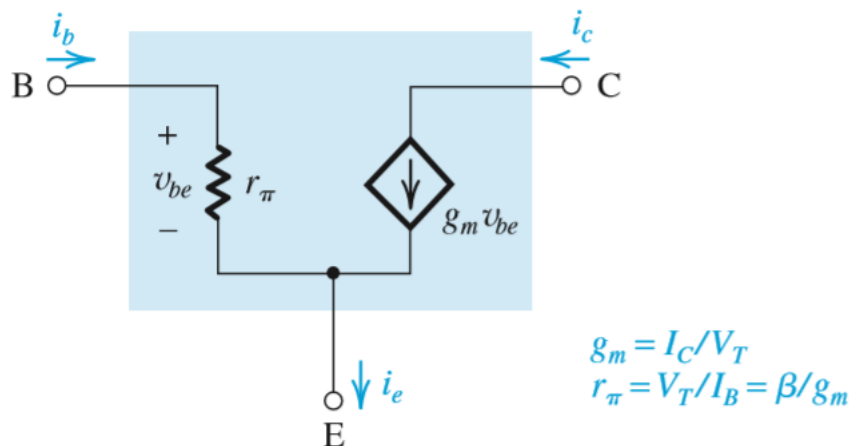
Αυτό ισχύει και για το π και για  
το T μοντέλο.



$$V_{eb} = -V_{be}$$
$$i_b = -V_{be} / r_\pi$$
$$i_c = -g_m V_{be}$$
$$i_e = i_b + i_c$$

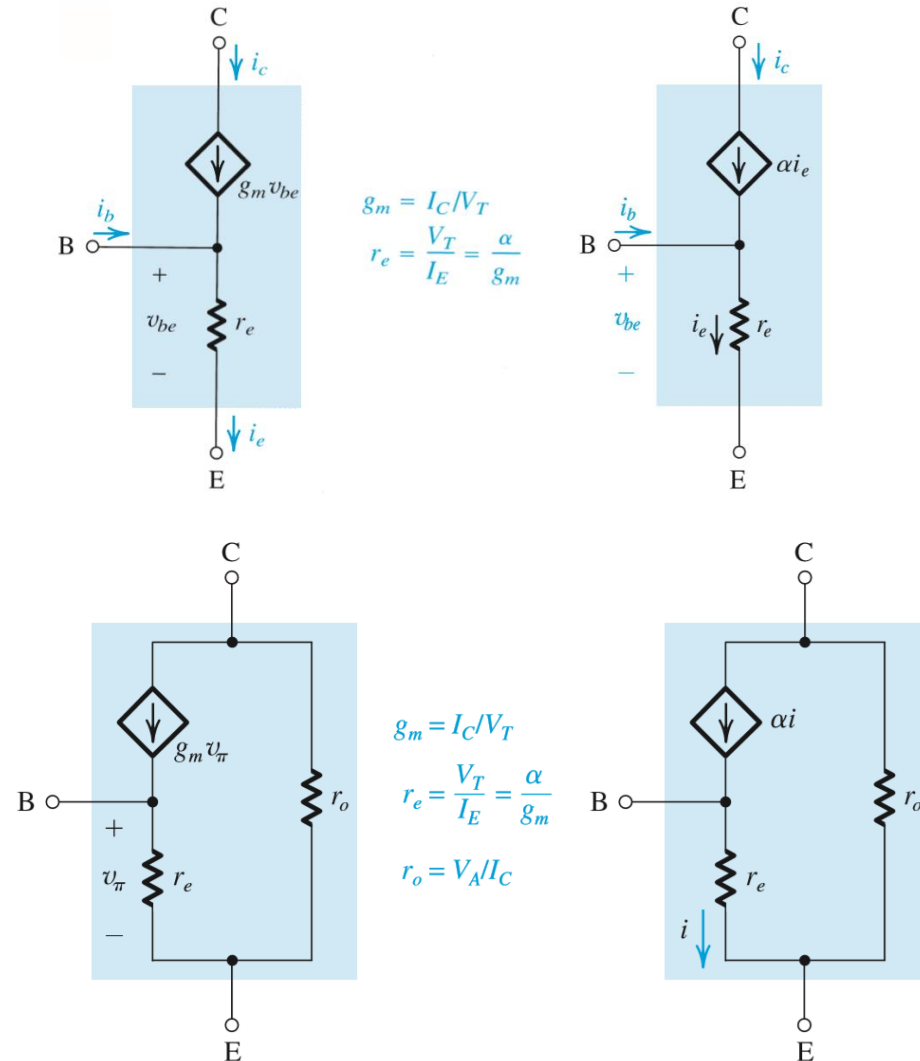
Το  $\pi$ ηρ περιγράφεται ακριβώς με το ίδιο μοντέλο που περιγράφεται και το  $\eta$ ηρ.

Αυτό ισχύει και για το  $\pi$ -μοντέλο και για το T-μοντέλο.



Το  $\pi$ ηρ περιγράφεται ακριβώς με το ίδιο μοντέλο που περιγράφεται και το  $\eta$ ηρ.

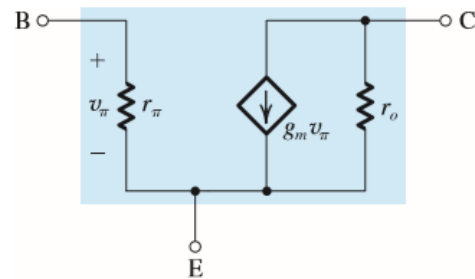
Αυτό ισχύει και για το  $\pi$ -μοντέλο και για το  $T$ -μοντέλο.



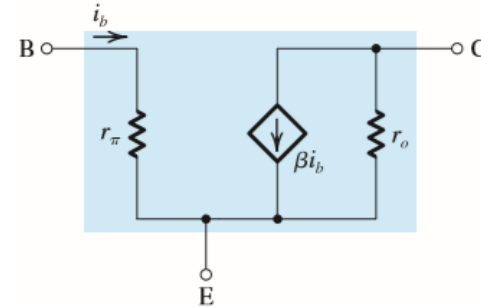
# Μοντέλα μικρού (ασθενούς) σήματος του BJT

Hybrid- $\pi$  Model

■  $(g_m v_\pi)$  Version

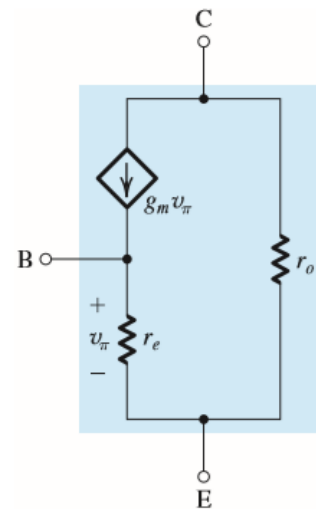


■  $(\beta i_b)$  Version

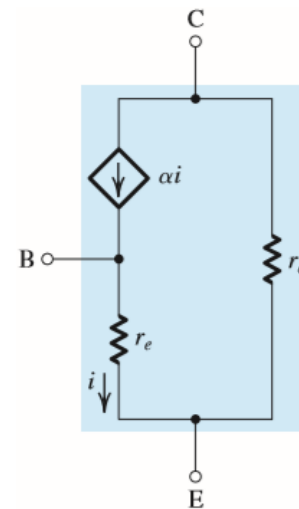


T Model

■  $(g_m v_\pi)$  Version



■  $(\alpha i)$  Version





# Παράμετροι BJT

## Προσέγγιση μικρού (ασθενούς) σήματος

Model Parameters in Terms of DC Bias Currents

$$g_m = \frac{I_C}{V_T}$$

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} = \alpha \frac{V_T}{I_C}$$

$$r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = \beta \frac{V_T}{I_C}$$

$$r_o = \frac{|V_A|}{I_C}$$

In Terms of  $g_m$

$$r_e = \frac{\alpha}{g_m}$$

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m}$$

In Terms of  $r_e$

$$g_m = \frac{\alpha}{r_e}$$

$$r_\pi = (\beta + 1)r_e$$

$$g_m + \frac{1}{r_\pi} = \frac{1}{r_e}$$

Relationships between  $\alpha$  and  $\beta$

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

$$\beta + 1 = \frac{1}{1 - \alpha}$$