



# Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ

Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και Συστημάτων  
Πληροφορικής

Εργαστήριο Ηλεκτρονικής

Ηλεκτρονική Ι

4<sup>ο</sup> Εξάμηνο, Ακαδημαϊκό Έτος 2019-2020

## 3<sup>η</sup> Σειρά Ασκήσεων

Καθ. Παύλος-Πέτρος Σωτηριάδης

13 Μαΐου 2020

**Μελέτη:** Από το βιβλίο Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα του Sedra Smith, 7<sup>η</sup> έκδοση το 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο (Τρανζίστορ BJT) και το 7<sup>ο</sup> (μόνο ό,τι αφορά το Τρανζίστορ BJT).

### Διευκρινίσεις:

- Οι ασκήσεις είναι ατομικές και παραδίδονται **ηλεκτρονικά** στη σελίδα του μαθήματος στο mycourses, έως και την Τρίτη, **2 Ιουνίου 2020**. Η μορφή του αρχείου να είναι **PDF**
- Κάθε επιστημονικά τεκμηριωμένη λύση θα θεωρηθεί ορθή.
- Για όσες ασκήσεις χρειάζονται προσομοίωση στο LT Spice (**S**), να συμπεριληφθούν οι κατάλληλες γραφικές παραστάσεις (είτε απευθείας από το spice, είτε με τη μεταφορά δεδομένων σε script python/ matlab)
- Ορθή επίλυση **όλων των σειρών** ασκήσεων που θα δοθούν μέσα στο εξάμηνο προσδίδει βαθμολογικό **bonus** ως και **1** μονάδα στον τελικό βαθμό

Από την 7<sup>η</sup> έκδοση του βιβλίου των Sedra & Smith  
«Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα» τα ακόλουθα προβλήματα:

**Άσκηση 1:** Πρόβλημα 7.53

**Άσκηση 2:** Πρόβλημα 7.54

**Άσκηση 3:** Πρόβλημα 7.58

**Άσκηση 4:** Πρόβλημα 7.62

**Άσκηση 5:** Πρόβλημα 7.75

**Άσκηση 6:** Πρόβλημα 7.79

**Άσκηση 7:** Πρόβλημα 7.130

**Άσκηση 8:** Πρόβλημα 7.131

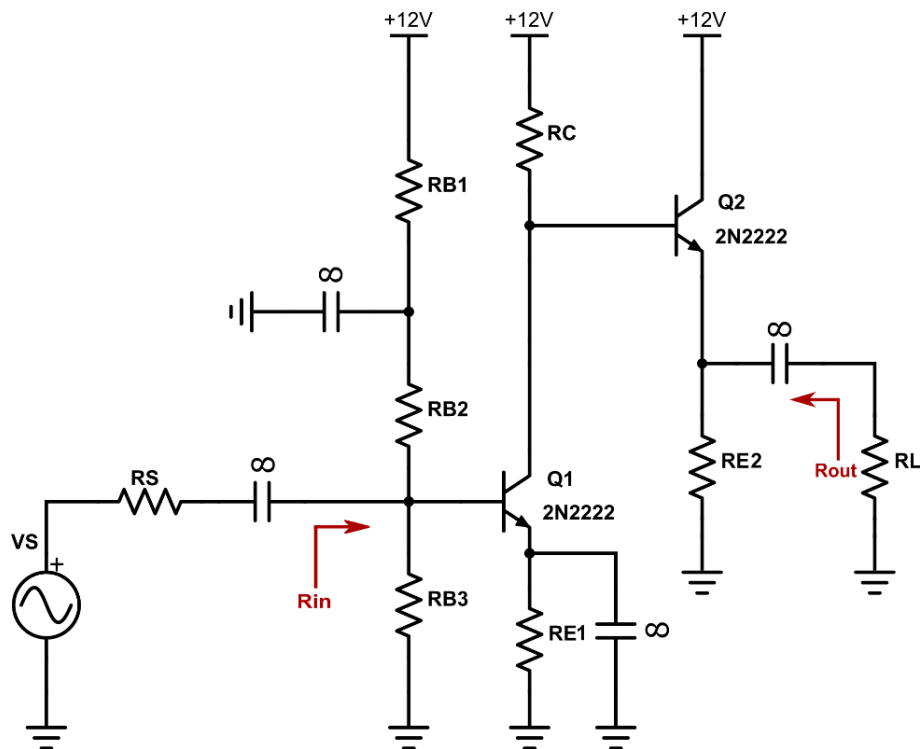
**Άσκηση 9:** Πρόβλημα 7.132

**Άσκηση 10:** Πρόβλημα 7.133

**Άσκηση 11:** Πρόβλημα 7.136

**Άσκηση 12:** Πρόβλημα 7.137

**Άσκηση 13 (S):** Για το παρακάτω κύκλωμα, δίνονται:  $R_{B1} = 30k\Omega$ ,  $R_{B2} = 6k\Omega$ ,  $R_{B3} = 12k\Omega$ ,  $R_{E1} = 2.3k\Omega$ ,  $R_C = 4k\Omega$ ,  $R_{E2} = 1.8k\Omega$ ,  $R_S = 1k\Omega$ ,  $R_L = 1k\Omega$ ,  $V_{BE}=0.7V$ , και  $V_T=25mV$ .



Για τα 2 διπολικά τρανζίστορ δίνεται ότι  $\beta = 200$ . Αγνοήστε το φαινόμενο Early ( $r_o = \infty$ ).

- A)** Να υπολογιστούν οι DC τάσεις Βάσεων, Συλλεκτών και Εκπομπών των 2 τρανζίστορ.
- B)** Να υπολογιστεί το κέρδος τάσης μικρού σήματος, χαμηλών συχνοτήτων του ενισχυτή. Υπόδειξη: Χρησιμοποιείτε όσο το δυνατό περισσότερο τους τύπους από τις κατηγορίες των βαθμίδων.
- Γ)** Να υπολογιστεί η αντίσταση εισόδου ( $R_{in}$ ).
- Δ)** Να υπολογιστεί η αντίσταση εξόδου ( $R_{out}$ ).

Με χρήση του LT-Spice και χρησιμοποιώντας το διπολικό transistor **2N2222**:

- E)** Να εκτελεστεί operating point προσομοίωση για τις DC τάσεις και τα ρεύματα του κυκλώματος.

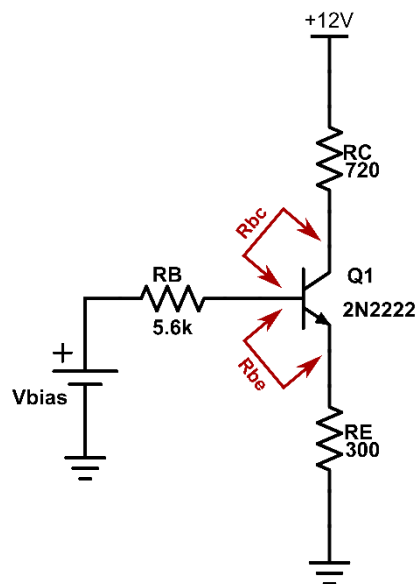
**ΣΤ)** Να σχεδιαστεί το διάγραμμα Bode του ενισχυτή από 1Hz μέχρι 500MHz. Τι παρατηρείτε;

**Ζ)** Να σχεδιαστεί το διάγραμμα του μέτρου και της φάσης της σύνθετης αντίστασης εισόδου  $R_{in}$ .

**Η)** Να σχεδιαστεί το διάγραμμα του μέτρου και της φάσης της σύνθετης αντίστασης εξόδου  $R_{out}$ .

**Συμφωνούν** τα αποτελέσματα της προσομοίωσης με τα αναμενόμενα; Που οφείλονται τυχούσες διαφορές;

#### Άσκηση 14 (S):



Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα αποκλειστικά με χρήση προσομοίωσης στο LTSpice:

**A)** Να βρεθεί η τιμή της  $V_{bias}$  ώστε το ρεύμα στον συλλέκτη του  $Q_1$  να είναι  $I_C = 7mA$ .

**B)** Να βρεθεί η τιμή της αντίστασης βάσης-εκπομπού  $R_{be}$ .

**Γ)** Να βρεθεί η τιμή της αντίστασης βάσης-συλλέκτη  $R_{bc}$ .