

Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου (JFET)

- Δομή & Αρχή Λειτουργίας
- Περιοχές Λειτουργίας
- Λειτουργία ως ενισχυτής

Λευτέρης Καπετανάκης



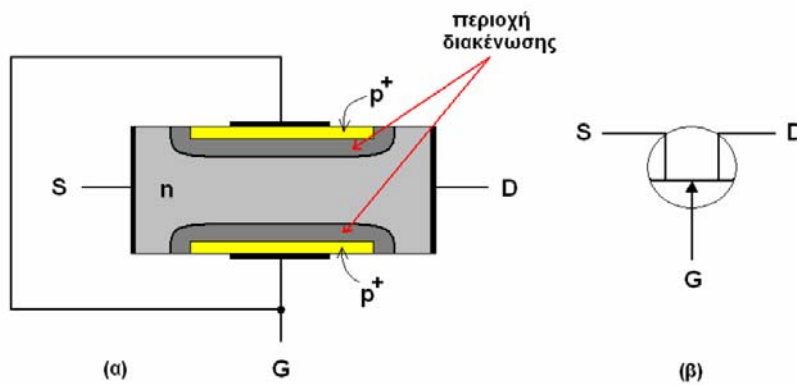
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

2010

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Στις διαφάνειες των διαλέξεων χρησιμοποιείται διδακτικό υλικό το οποίο έχει δανειστεί από διάφορα εκπαιδευτικά βιβλία και διαδικτυακές σελίδες. Ο εισηγητής δεν έχει καμιά αξίωση κατοχής του υλικού αυτού και το χρησιμοποιεί μόνο για λόγους διδασκαλίας εντός της τάξης. Οι εικόνες και οι πίνακες είναι κτήμα διαφόρων συγγραφέων και παρέχονται στον αντίστοιχο δικτυότόπό τους.

Δομή & Σύμβολο

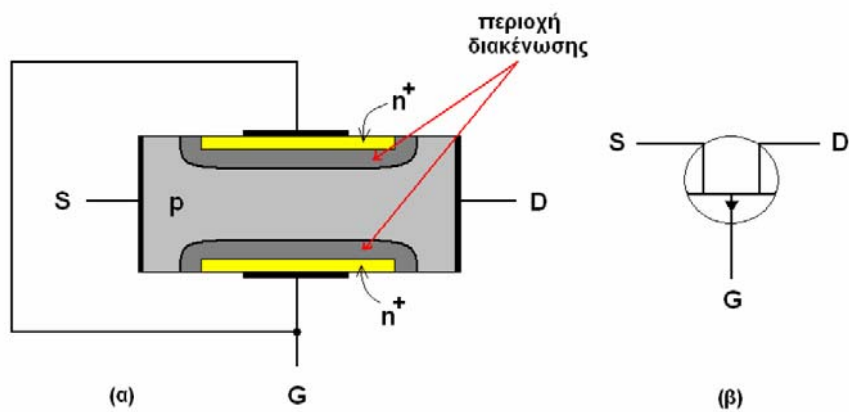


Σχήμα 1. JFET n-διαύλου: (α) δομή, (β) σύμβολο

ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Δομή & Σύμβολο

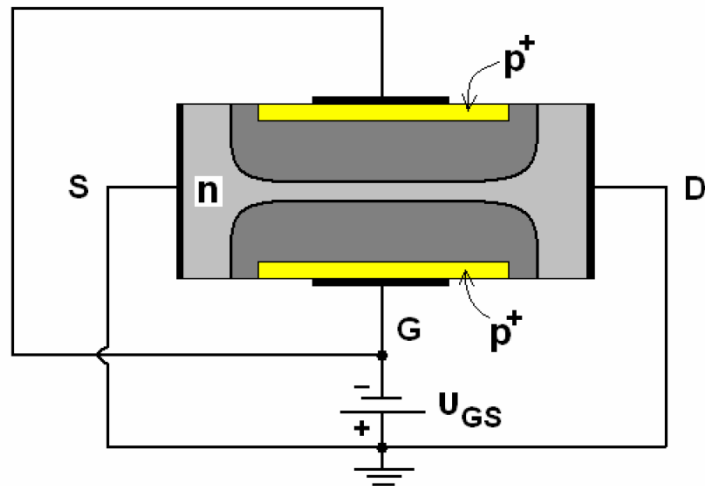


Σχήμα 2. JFET p-διαύλου: (α) δομή, (β) σύμβολο

ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Δομή & Αρχή Λειτουργίας

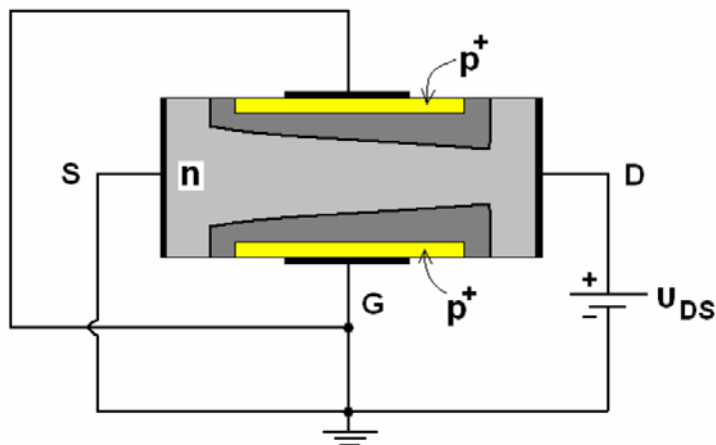


Σχήμα 3. Ανάστροφη πόλωση των δύο p^+-n επαφών, το εύρος των περιοχών διακένωσης αυξάνει, το κανάλι στενεύει ομοιόμορφα.

ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Πόλωση πηγής (S) -απαγωγού (D)

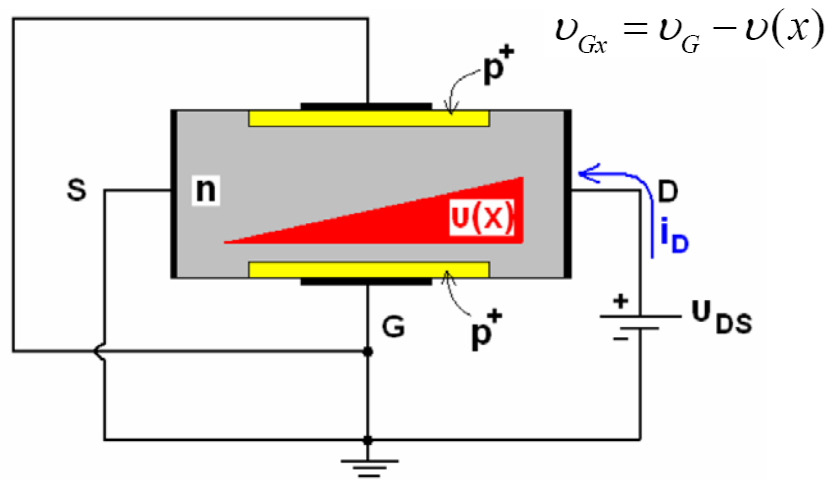


Σχήμα 4. Εφαρμογή διαφοράς δυναμικού μεταξύ πηγής και απαγωγού. Το κανάλι στενεύει ανομοιόμορφα λόγω της πτώσης τάσης που παρατηρείται κατά μήκος του (σχήμα 5).

ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Δομή & Αρχή Λειτουργίας

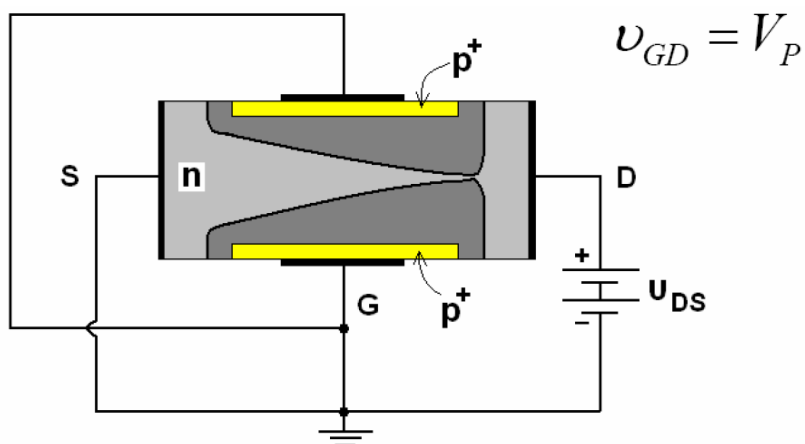


Σχήμα 5 Αύξηση του δυναμικού $u(x)$ σε συνάρτηση της απόστασης x από την πηγή

ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Δομή & Αρχή Λειτουργίας

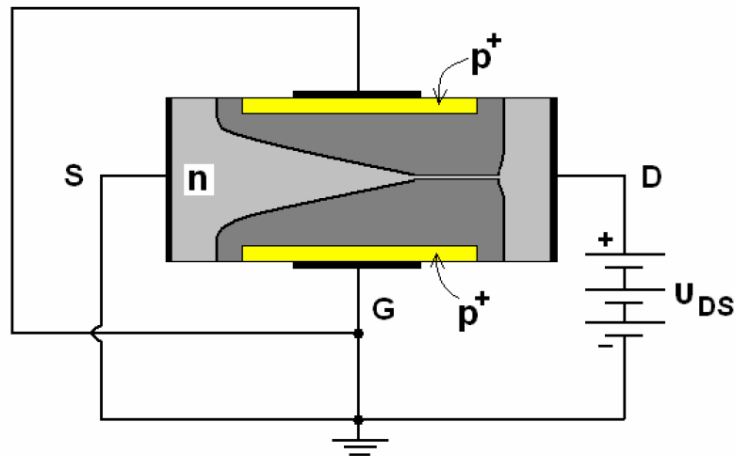


Σχήμα 6. Οι δύο περιοχές διακένωσης εφάπτονται κοντά στον απαγωγό όταν η v_{DS} αυξηθεί

ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Δομή & Αρχή Λειτουργίας

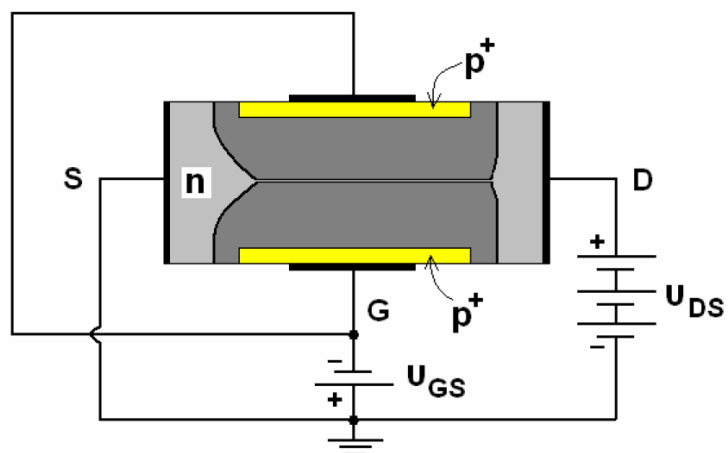


Σχήμα 7. Η στένωση επεκτείνεται προς την πηγή όταν η u_{DS} συνεχίζει να αυξάνει

ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Δομή & Αρχή Λειτουργίας

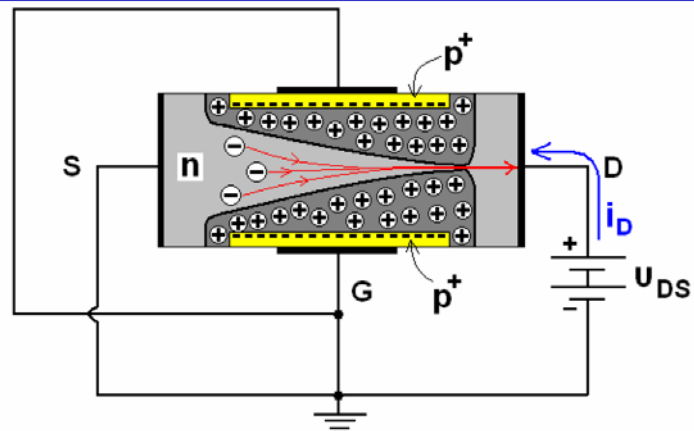


Σχήμα 8. Η εφαρμογή μιας αρνητικής τάσης u_{GS} βοηθά στην περαιτέρω επέκταση της στένωσης του καναλιού μέχρι και την περιοχή της πηγής.

ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

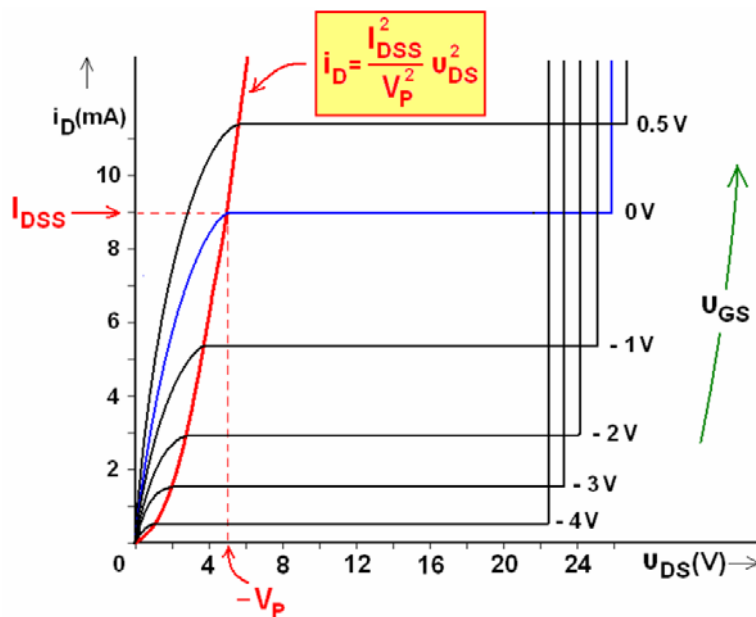
Δομή & Αρχή Λειτουργίας



Σχήμα 9. Παρουσίαση των φορτίων των περιοχών διακένωσης και της κίνησης των ηλεκτρονίων μέσα στο n-τύπου κανάλι. Το ηλεκτρικό πεδίο εντός των περιοχών διακένωσης απωθεί τα ηλεκτρόνια αναγκάζοντάς τα να κινηθούν μέσα στο κανάλι που

ΤΛ1001 – στενεύει υπό την επίδραση της u_{DS} .

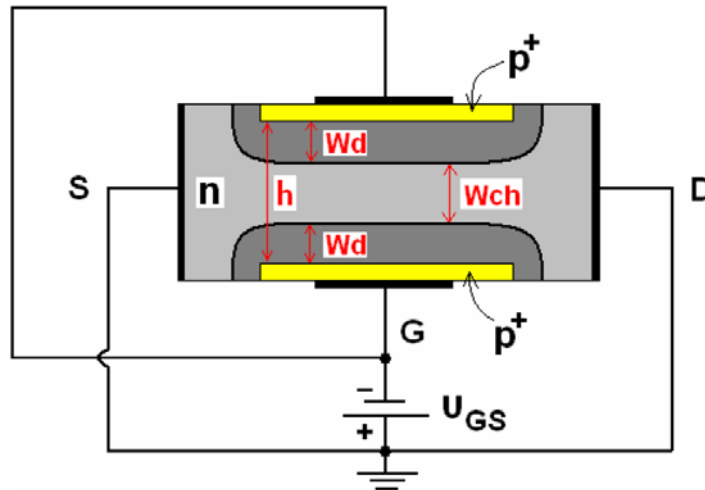
Χαρακτηριστικές ρεύματος-τάσης



ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διαφόρων περιοχών εντός του JFET



$$V_P = -\frac{h^2 q N_D}{8\epsilon} + V_j \approx -\frac{h^2 q N_D}{8\epsilon}$$

Τάσης στένωσης V_P (Pinch off voltage)
ής Επίδρασης Πεδίου

Ωμική Περιοχή

Για μικρές τιμές της u_{DS}

$$r = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{w W_{ch}} = \rho \frac{l}{wh \left[1 - \sqrt{\frac{v_{GS} - V_j}{V_P}} \right]}$$

$$i_D = v_{DS} / r = \frac{1}{\rho} \frac{wh \left[1 - \sqrt{\frac{v_{GS} - V_j}{V_P}} \right]}{l} v_{DS}$$

$$i_D = \frac{q N_D \mu_n wh}{l} \left[1 - \sqrt{\frac{v_{GS}}{V_P}} \right] v_{DS}$$

Περιοχή Κόρου

Το ρεύμα μέσα στο δίαυλο έχει αποκτήσει σταθερή τιμή ανεξάρτητη της v_{DS}

$$i_D = i_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{v_{GS}}{V_P} \right)^2$$

Ξεκίνημα της περιοχής κόρου

$$v_{GD} = V_P \Rightarrow v_{GS} = V_P + v_{DS}$$

$$i_D = \frac{I_{DSS}}{V_P^2} v_{DS}^2$$

ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Περιοχή Αποκοπής

Αυτό θα συμβεί όταν ο δίαυλος κλείσει εντελώς, δηλαδή όταν το v_{GS} γίνει αρνητικότερο του V_P . Θεωρούμε τότε ότι το ρεύμα στο JFET μηδενίζεται παρόλο που και σε αυτές τις συνθήκες ρέει ένα πολύ μικρό ρεύμα, $i_{D,off}$, της τάξης των μερικών nA.

ΤΛ1001 – 2008

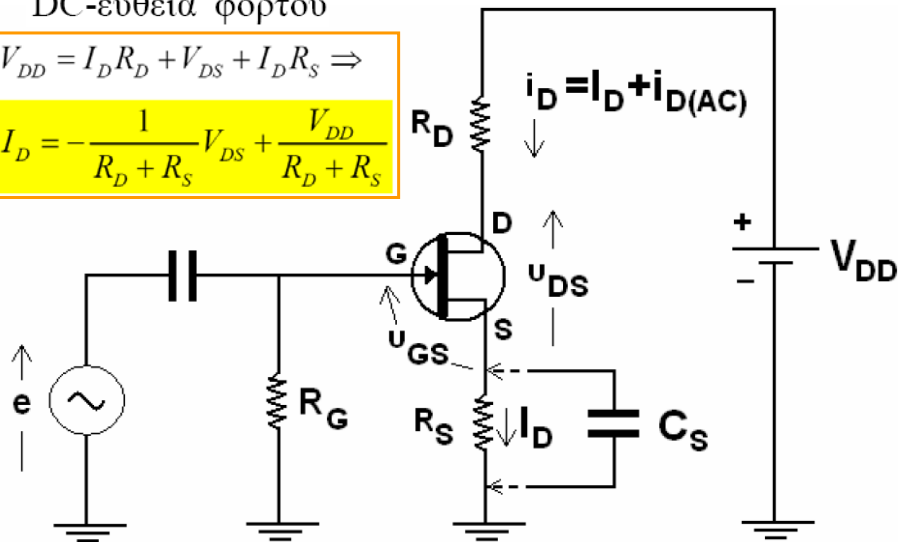
L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Το JFET σε συνδεσμολογία ενισχυτή

DC-ευθεία φόρτου

$$V_{DD} = I_D R_D + V_{DS} + I_D R_S \Rightarrow$$

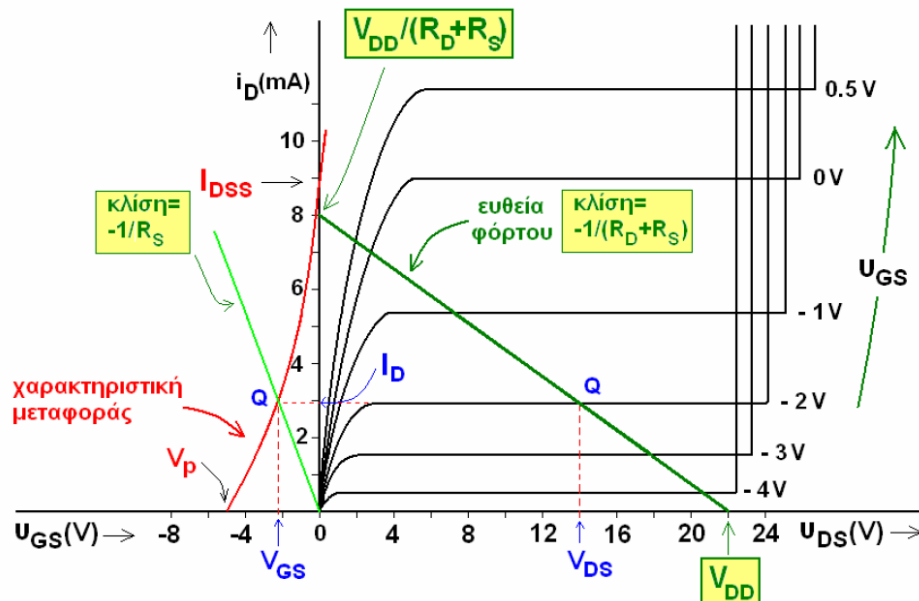
$$I_D = -\frac{1}{R_D + R_S} V_{DS} + \frac{V_{DD}}{R_D + R_S}$$



ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

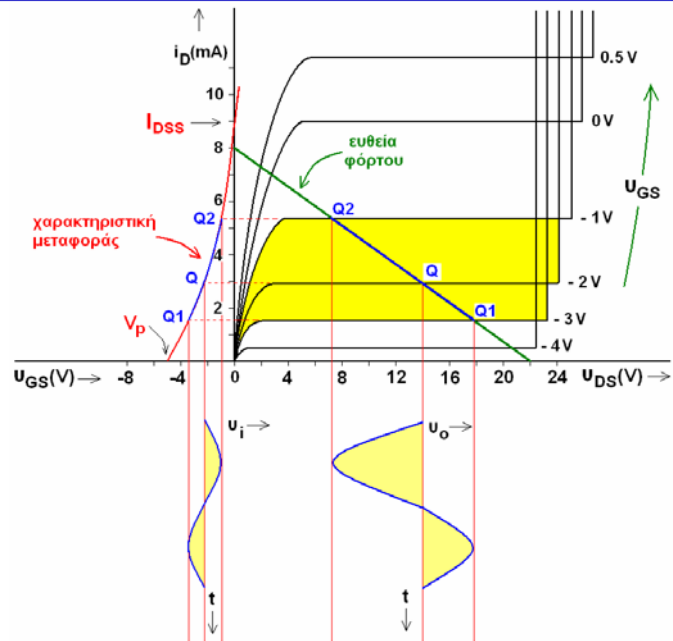
Προσδιορισμός του σημείου λειτουργίας του κυκλώματος



ΤΛ1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου

Λειτουργία JFET ως ενισχυτή



TA1001 – 2008

L16: Τρανζίστορ Επαφής Επίδρασης Πεδίου