

טרנזיסטורים

על החומר הבא כתוב ב Tipler , נושאים 7-9 , וב Serway&Beichner , עמודים 1421-1425 .

לחומרים מוליכים למחצה (מל"ם) כמעט ואין שמושים בצורת כמויות גדולות של חומר . חשיבותם של חומרים אלו היא בשימוש בהם כאבני בניין לבניית התקנים חשמליים (devices) .

בעשרות השנים האחרונות חלה מהפכה טכנולוגית בשלושה שלבים עקריים :

1. פתוח מחשבים הבנויים משפופרות ואקום , דיודות וטריודות . המחשבים הראשונים היו מאוד גדולים , הם תפסו חדרים שלמים . היכולת החישובית שלהם היתה נמוכה מיכולת החישוב של מחשבי הכיס המתכנתים של ימנו . בנוסף , מחשבים אלה לא היו אמינים במיוחד עקב נטייתן של שפופרות הואקום להשרף .

2. טרנזיסטור הבנוי מחלקיקי חומר במצב מוצק , הנקרא " point-contact-transistor " פותח בשנת 1947 ע"י Bardeen , Brattain and Schockley במעבדות חברת Bell האמריקאית . בשנת 1951 פותח טרנזיסטור ה pnp ע"י Schockley . פתוחים אלו היו תוצאות תוכנית מחקר , שמטרתה היתה הבנת הפיזיקה של מוליכים למחצה במונחי פיזיקה אטומית . בשנת 1959 החלו להשתמש בטרנזיסטורים אלו לבניית מחשבים .

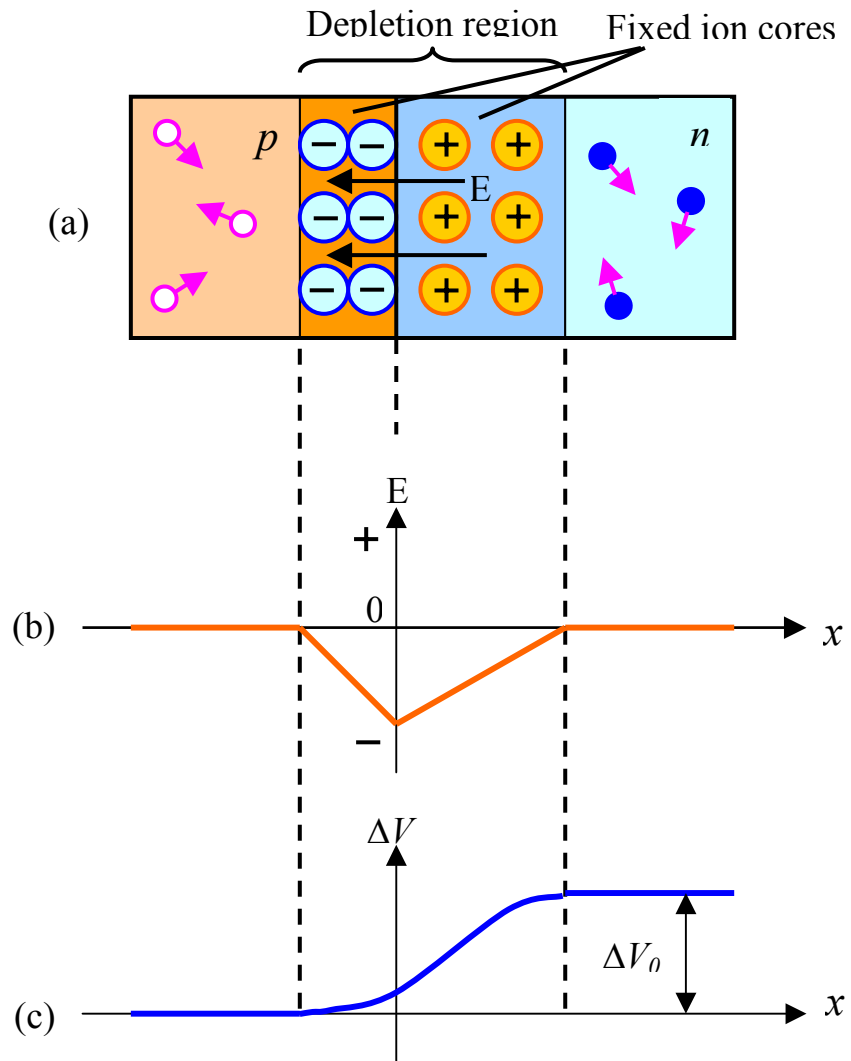
3. בשנת 1959 פתח Kilby , שעבד בחברת Texas Instruments , את המעגל המשולב הראשון . בשנת 1967 רכיבים חשמליים כבר הכילו אלפי טרנזיסטורים . ומחשבים , כמו שאנו מכירים אותם כיום , נכנסו לשימוש .

מאז אותה תקופה , המגמה בטכנולוגיה היא מזעור הרכיבים , וכתוצאה מכך גם מזעור המחשבים . כמובן שחלה גם התקדמות בתוכנה , מסכים ומערכות הפעלה .

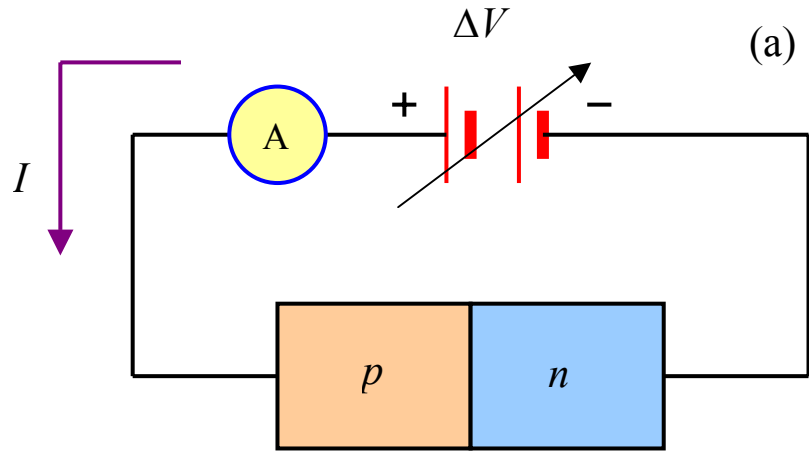
שני ההתקנים החשובים הבנויים ממל"ם הם צומת pn , וטרנזיסטור pnp .

צומת pn דומה לדיודה, ולמדנו עליו בפרק "מוליכים למחצה". כדי להבין את מבנהו יש להבין את רמות פרמי, רמות אלקטרון ותזוזת חורים במל"ם מזוהם.

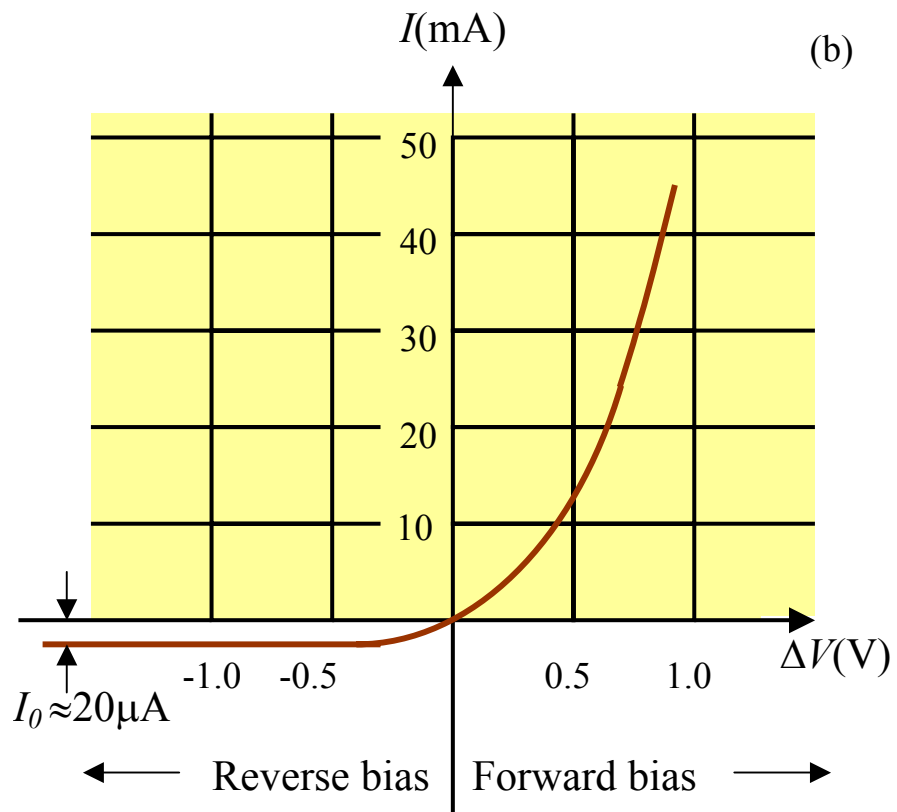
1. זרם יכול לזרום בכיוון אחד בלבד: מצד ה-p לצד ה-n.
2. אם הפרש המתחים שמושרה על הצומת הוא כזה: צד ה-p של הצומת מחובר לקוטב החיובי של הסוללה, וצד ה-n של הצומת מחובר לקוטב השלילי של הסוללה – אנו קוראים לחיבור זה "מתח קדמי".
3. אם המקרה הוא הפוך: הקוטב החיובי של הסוללה מחובר לצד ה-n של הצומת, אנו אומרים שהצומת מחובר ב"מתח אחורי".



- (a) Physical arrangement of a p-n junction.
- (b) Internal electric field versus x for the p-n junction.
- (c) Internal electric potential difference ΔV versus x for the p-n junction. The potential difference ΔV_0 represents the potential difference across the junction in the absence of an applied electric field.



Forward bias
ממתח קדמי



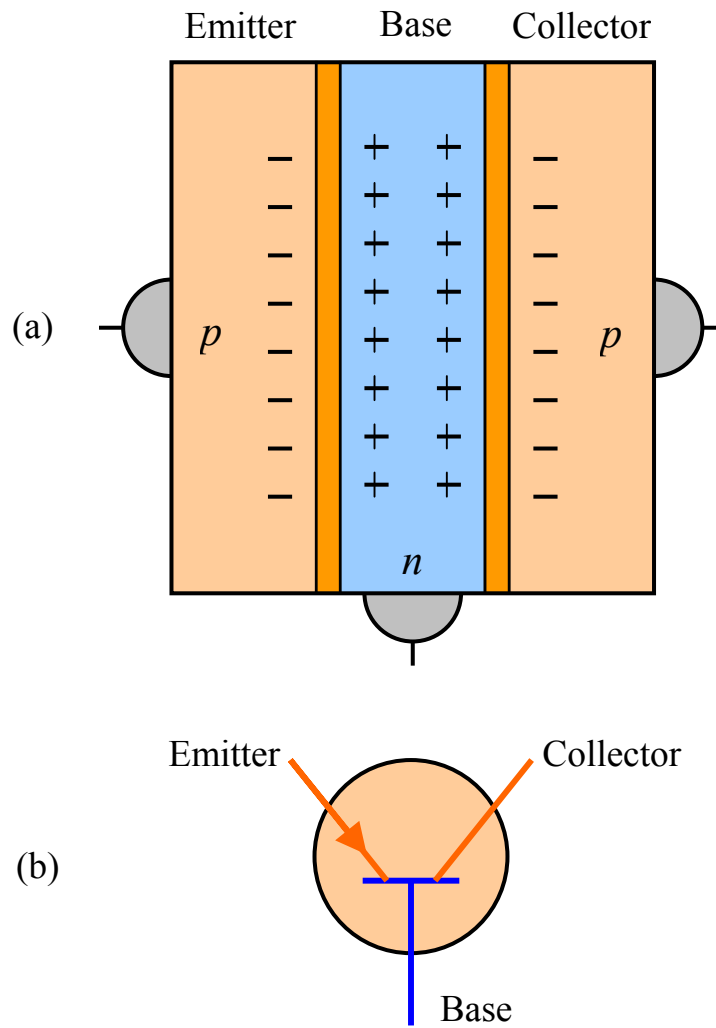
- (a) Schematic of a $p-n$ junction under forward bias .
 (b) The characteristic curve for a real $p-n$ junction .

טרנזיסטור pnp עובד בצורה זו :

1. רגל ה base הנמצאת במרכז היא מסוג n , ומאד צרה .
2. רגלי ה emitter וה collector נמצאות משני צדיה , והן מסוג p .
3. שלושת רגלי הטרנזיסטור מחוברות לחוטים מוליכים .
3. צומת ה emitter/base , (EB) נמצא בממתח קדמי .
- צומת ה collector/base , (CB) נמצא בממתח אחורי .
4. המשמעות היא שרוב הזרם העובר דרך EB הוא מטענים חיוביים (חורים) שמגיעים מה emitter , ומכיוון ש CB נמצא בממתח אחורי , מטענים חיוביים שנכנסים ל base עושים דיפוזיה ע"מ להגיע ל collector , מלבד כמות חורים מועטה שיוצאת דרך החיבור החיצוני ל base . הזרם מה collector הרבה יותר גדול מאשר הזרם מה base , לכן ניתן להשתמש בטרנזיסטור כמגבר .

למעשה הטרנזיסטור בנוי משני צמתי pn .

לכן להבנת הטרנזיסטור ולהשתמו בטכנולוגיה המתפתחת , יש להבין פיזיקה אטומית !



(a) The *pn*p transistor consists of an *n* region (base) sandwich between two *p* regions (emitter and collector) .

(b) Circuit symbol for the *pn*p transistor .