

ניסוי מס' 5 – גלאים וערבלים

יעד לימודי

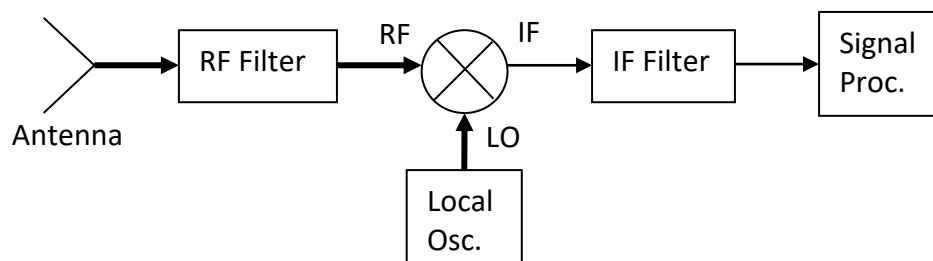
1. הכרת דיודת Schottky כהתקן לא לינארי בתדרי מיקרוגל.
2. שימוש בדיודה כגלאי RF.
3. הכרת מודלים ופרמטרים של ערבלים שונים.

מבוא

עסקנו עד כה במעגלים שבהם מקור תדר יחיד פועל באופן יחיד. במקרים רבים מעגלי מיקרוגל כוללים רכיבים לא ליניאריים דוגמת מגברים, מכפלים, דיודות וערבלים. כתוצאה מכך נוצרים במערכת אותות נוספים כהרמוניות של התדרים היסודיים במערכת וכן אינטרמודולציות ביניהם. בעזרת נתח התדר נוכל לזהות אותות נוספים אלו ולאפיין אותם. בהתאם לעניין, אותות נוספים אלו עשויים להיות רצויים (כגון בערבול) או פריזיטיים במערכת (שאז נשאף לבטלם)

שאלות הכנה

1. במה נבדל צומת Schottky מצומת PN ? מה הגורם לחוסר הלינאריות של הצומת ?
2. כיצד ניתן להשתמש בדיודה במעגל של ערבול בסיסי ? יש להסביר את פעולת הדיודה במעגל בהסתמך על האופיון הלא לינארי של הזרם בתלות במתח שלה.
3. במה נבדל גלאי (Detector) מערבול (Mixer) ?
4. יש למצוא דף נתונים של ערבול מסחרי כלשהו והסבר את הפרמטרים המוצגים בו, בפרט IP3.
5. יש להסביר עקרון פעולה של מקלט Super-heterodyne. מה תפקיד הערבול בהתייחס למקלט המתואר בדיאגרמת הבלוקים שבאיור מס' 5.1. מדוע נדרש מסנן אחרי הערבול ?
6. מהו ערבול מאוזן ובמה הוא נבדל מערבול בסיסי ?
7. כיצד ניתן לממש ערבול מאוזן באמצעות T-קסם ?
8. תאר מבנה ופעולה של IQ mixer. מה תפקידו של מעגל ה-Hybrid בערבול זה ?



איור מס' 5.1: סכמת בלוקים של מקלט סופר-הטרודיין בסיסי.

ציוד ורכיבים

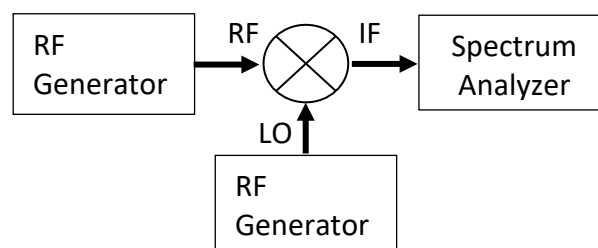
1. ערבל.
2. מחולל אותות.
3. דיודת גילוי.
4. ערכת Trainer.
5. צומת T-קסם.
6. מחברים ומתאמים.
7. כבלים קואקסיאליים.
8. נתח תדר.

תכולת הניסוי

1. שימוש בדיודה כגלאי וכערבל.
2. מדידת ספקטרום מוצא של ערבל.
3. מדידת פרמטרי ערבל.

מהלך הניסויאפיון ערבל

1. חברו את הדק ה-LO של הערבל למחולל RF ואת הדק ה-RF למחולל RF אחר. את הדק ה-IF חברו לנתח תדר, כמוראה באיור מס' 5.2. הציבו הספק כניסת LO בתחום דרישת היצרן, והספק כניסת RF הנמוך ממנו ב-10 dB לפחות (לפי הנחיות המדריך). הציגו באמצעות נתח התדר את ספקטרום אות ה-IF. השתמשו בערבל והמקור בערכת Trainer, ואחר כך בערבל ומחולל אחר.
2. שנו את תדרי ה-LO וה-RF. מה השינויים המתקבלים במוצא ה-IF בתדרי כניסה שונים?
3. הגדילו את הספק אות ה-RF עד למצב בו ניתן להבחין באינטרמודולציה מסדר שלישי, ותעדו את ספקטרום המוצא כתלות בהספק המבוא (שמרו את התוצאות עבור 7 הספקים שונים). רשמו את התדר בו מופיעה האינטרמודולציה ואת הספקי המקורות וההרמוניות. הגדילו את הספק האות והציגו אינטרמודולציות מסדרים גבוהים יותר.
4. חזרו על הסעיפים הקודמים עבור ערבל מאוזן, או עבור ערבל אחר לפי הנחיית המדריך.



איור מס' 5.2: מערך למדידת ספקטרום מוצא של ערבל.

שימוש בדיודת גילוי כערבל

5. חברו דיודת גילוי למקור RF במתכונת מערך הכיול שבניסוי מס' 1. אפננו את המקור במעטפת פולסים, והציגו את מוצא הגלאי על אוסצילוסקופ. מהם זמני העלייה והירידה המתקבלים ?
6. חברו שני מקורות RF שונים בהדקים E ו-H של T-קסם. בשני ההדקים הסימטריים חברו דיודת גילוי בהדק אחד ועומס מתואם בשני. הציבו הספק כניסת LO בתחום דרישת היצרן, והספק כניסת RF הנמוך ממנו ב-10 dB לפחות. הציגו באמצעות נתח התדר את ספקטרום אות ה-IF.
7. שנו את תדרי הכניסה. תארו והסבירו את השינויים המתקבלים במוצא הדיודה.

עיבוד וניתוח התוצאות

1. יש לתאר את הספקטרום שהתקבל במוצאי הערבלים במדידות, ולהסביר מקורם של הקווים השונים. מהו יחס העוצמות בין הקו הספקטראלי הדומיננטי לבין הקווים האחרים ? יש לרשום את התדרים בו מופיעות האינטרמודולציות והספקי המקורות וההרמוניות.
2. אילו קווים ספקטראליים רצויים לפעולת הערבל ביישומים שונים ?
3. מהם החסרונות של ערבל המבוסס על דיודה יחידה?
4. יש להשוות בין ביצועי הערבל בארכיטקטורות השונות. בפרט התייחס לנצילות ההמרה (היחס בין הספק המוצא להספק במבוא) ולנקיון הספקטראלי במוצא הערבל (היחס בין ההספק בתדר הרצוי לכלל הספקטרום במוצא).
5. באיזה סכמה של ערבל התקבל הבידוד הטוב ביותר בין הדקי ה-LO וה-RF ? מה הצורך בבידוד זה ביישומים שונים ?
6. מה משמעות הפרמטר IP_3 ומה ערכו עבור הערבלים שמדדתם ?
7. יש להתוות את אופיין הערבל (הספק האינטרמודולציה מסדר ראשון כתלות בהספק אות המבוא). נא לציין את מיקום ה- IP_3 על אופיין הערבל.