

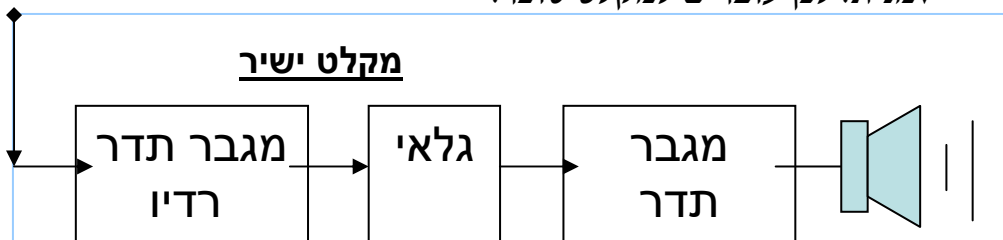
סוגי מקלטים:

תכונות של מקלט:

- א. בררנות (Selectivity)- היכולת של המקלט לדחות תחנות בלתי רצויות. מה שקובע את הבררנות של המקלט הוא בעצם רוחב הפס שלו.
- ב. רגישות (Sensitivity)- רגישות זוהי תכונת ה מקלט המתארת באיזו מידה יכול המקלט לקלוט תחנות חדשות. באופן כמותי, ההגדרה של רגישות היא מהו מתח הכניסה המינימאלי הדרוש לקבלת אות במוצא עם יחס אות לרעש שלא פחות מעשרה דציבלים.
- ג. נאמנות (Fidelity)- הנאמנות מתארת באיזו מידה הסיגנל שאנו שומעים נאמן למקור. בדרך כלל, הנאמנות מאופיינת ע"י שני גדלים:
 - a. עקום היענות לשמע- כלומר גרף המתאר את תגובת המעגל לתדרי שמע שונים. ככל שעקום ההיענות שטוח יותר, אז זה אומר שהוא מגיב בצורה שווה לכל תדרי השמע.
 - b. אחוז עיוותים- גודל המתאר באיזו מידה המקלט עיוות את הסיגנל.

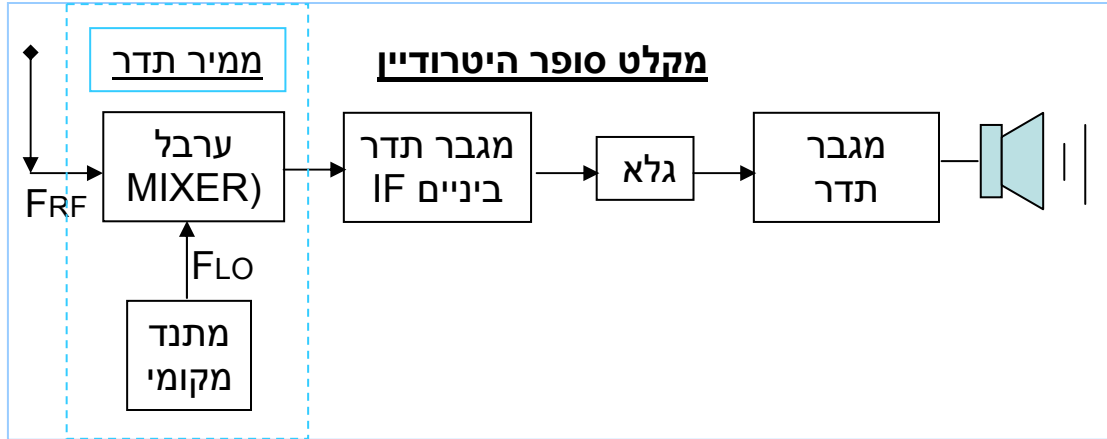
1. המקלט הישיר: מהאנטנה מגיעים מתחים בתדרים שונים. מבין כלל התדרים, תעבור רק תחנה שהתדר שלה שווה למגבר התדר שבכניסה. ביציאת המגבר אנו מקבלים אך ורק תחנה אחת והגלאי שולף ממנה את המידע. ביציאת הגלאי יש מתח התואם למידע. מתח זה נכנס למגבר התדר שמע ומשם לרמקול. למגבר התדר רדיו צריך להיות רוחב פס התואם את שיטת האפנון (שמע, וידאו או רדיו...)

- a. חיסרון המקלט הישיר: החיסרון נובע מהעובדה שמגבר התדר, שהוא לב המקלט, צריך לעבוד בכל פעם בתדר אחר. ומכיוון שרוחב הפס תלוי בתדר מקבלים שבתדרים גבוהים רוחב הפס רחב ובתדרים נמוכים רוחב הפס צר. דבר זה לא טוב כי אנו מעוניינים שרוחב הפס יהיה קבוע לכל התחום. מבחינת בררנות רצוי רוחב פס צר ומבחינת נאמנות רצוי רוחב פס רחב ולא ניתן לספק את שני השיטות בו זמנית. לכן עוברים למקלט סופר.



2. מקלט סופר (סופר היטרודיין): מקלט ישיר מצוין לתחנה ספציפית. מקלט סופר בא להתגבר על חיסרון של המקלט הישיר. הלב של המקלט הוא מגבר המכוון לתדר אחד קבוע הנקרא תדר ביניים. מכיוון שהמגבר הזה הוא מגבר לתדר אחד קבוע, הוא מגבר מאד מדויק, בעל רוחב פס קבוע בהתאם לסוג האפנון. עקרון הפעולה של המקלט הזה מבוסס על כך שממירים את התדר המגיע מהאנטנה לתדר אחר ע"י מעגל ממיר תדר (ע"י נוסחא מסוימת). מאחר ובכניסה לממיר מגיעים מספר תדרים, כל אחת מהן תופיע גם ביציאת הממיר, אבל בתדר אחר. הרעיון הוא שרק התחנה הרצויה תופיע ביציאת הממיר בתדר השווה לתדר ה-IF, ולכן רק היא תעבור דרך מגבר

התדר ביניים. פעולת ההמרה אינה פוגעת במידע. כמו כן, המרחק בין תחנות שכנות יישאר זהה גם אחרי ההמרה, אבל אין חשש שהתחנה השכנה תעבור כי מגבר ה-IF הוא בעל רוחב פס קבוע ומדויק מאד, ולא יעביר את התחנה השכנה.



	תדר התחנה - FRF
FIF = FLO - FRF	תדר המתנד - FLO
	מתח הביניים - FIF

עקרון הפעולה של הממיר מבוסס על כך שתדר המתנד גבוה ב-FIF מתדר התחנה הרצויה ואז ביציאת הממיר, התחנה הרצויה תהיה FIF, ורק היא תעבור.

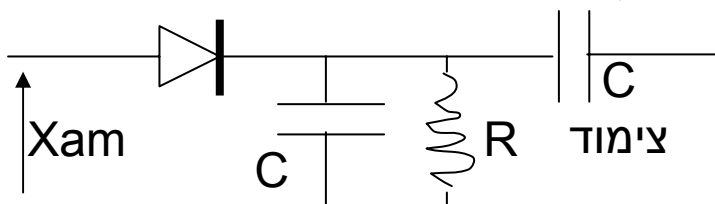
בעיית תדר הבבואה:

זהו תדר של תחנה כלשהי שגדול ב-FIF מתדר המתנד (FLO). כלומר, גבוה בפעמיים FIF מתדר התחנה. כאמור, תדר התחנה הרצויה מופיע אחרי הערבול בתור FIF, ולכן נקלט. אבל גם תדר הבבואה מופיע ביציאת הערבול בתור FIF, וגם הוא ייקלט.

- פתרון בעיית תדר הבבואה: מאחר ותדר הבבואה, שנמצא רחוק מהתדר הרצוי, גם נכנס למגבר יש צורך במעגל שיסנן את התדר הזה. מעגל זה הוא מעגל מבוא בין האנטנה לערבול. מעגל זה הוא בד"כ מסנן המכוון לתדר התחנה הרצויה (LPF, מעגל תהודה), ואז תדר הבבואה לא יכול לעבור דרך המסנן. רוחב הפס של דרגת המבוא (המסנן) לא צריך להיות צר מדיי כי כל תפקידו הוא לחסום את תדר הבבואה, שהוא רחוק מאד.

גלאי AM:

המידע בגל AM נמצא במעטפת, לכן משתמשים בגלאי מעטפת:



בהתחלה הדיודה מוליכה והקבל נטען עד שהמתח מתחיל לרדת מתחת למתח שעל הקבל. כשזה קורה, הדיודה מפסיקה להוליך, ואז הקבל מתחיל להתפרק על הנגד עד שהמתח בכניסה שוב מתחיל לעלות מעל המתח של הקבל. קבוע הטעינה של הקבל והנגד צריך להיות מדויק כדאי שיצליח לעקוב תנופת הגל הנכנס. הקבל ביציאת המעגל הוא כדי להוריד DC שאולי רוחב על הגל. נהוג לפעמים להוסיף אחרי הקבל צימוד עוד מעגל LPF בשביל להקטין את רכיב ה-RF. (שאינ לי מושג מה זה... ולמה...!)

סימנים מוסכמים:

$C(t)$ - הערך הרגעי של הגל הנושא.

$X(t)$ - הערך הרגעי של גל המידע.

F_c - תדר הגל הנושא.

A_c - תנופת הגל הנושא.

F_m - תדר גל המידע.

A_m - תנופת גל המידע.

X_{am} - הערך הרגעי של גל נושא מאופנן AM.

X_{fm} - הערך הרגעי של גל נושא מאופנן FM.

כנ"ל לגבי כל שאר הגלים המאופננים...

נוסחאות ל-AM:

$$X_{AM} = [A_C + A_M \cdot \cos \omega_m t] \cdot \cos \omega_c t$$

מגדירים גודל הנקרא מקדם אפנון AM בצורה הבאה:

- מקדם האפנון הוא היחס בין תנופת גל המידע לתנופת הגל הנושא. גודלו המקסימאלי הוא 1, אחרת נאבד חלק מהמידע.

$$m_A = \frac{A_M}{A_C}$$

ואז:

$$X_{AM} = A_C \cdot [1 + m_A \cdot \cos \omega_m t] \cdot \cos \omega_c t$$

הרכב ספקטראלי של גל AM:

$$X_{AM} = A_C \cdot \cos 2\pi f_c t + \frac{m_A \cdot A_C}{2} \cos 2\pi (f_c + f_m) \cdot t + \frac{m_A \cdot A_C}{2} \cos 2\pi (f_c - f_m) \cdot t$$

$$X_{AM} = A_C \cdot \cos \omega_c t + \frac{A_M}{2} \cos (\omega_c + \omega_m) \cdot t + \frac{A_M}{2} \cos (\omega_c - \omega_m) \cdot t$$

- מתוך הפיתוח הנ"ל ניתן לראות גל AM כמורכב משלושה רכיבים. רכיב אחד בתדר הגל הנושא, ובעל תנופה השווה לתנופת הגל הנושא. ועוד ניתן לראות שני רכיבים נוספים: האחד בתדר הגבוה מתדר הגל הנושא (מכונה פס צד עליון-USB) והשני בתדר הנמוך מתדר הגל הנושא (מכונה פס צד תחתון-LSB).

הספק AM :

$$P = \frac{V_{MAX}^2}{2R} \Rightarrow P_C = \frac{A_C^2}{2R}$$

$$P_{AM} = P_C \left(1 + \frac{m_A^2}{2} \right)$$

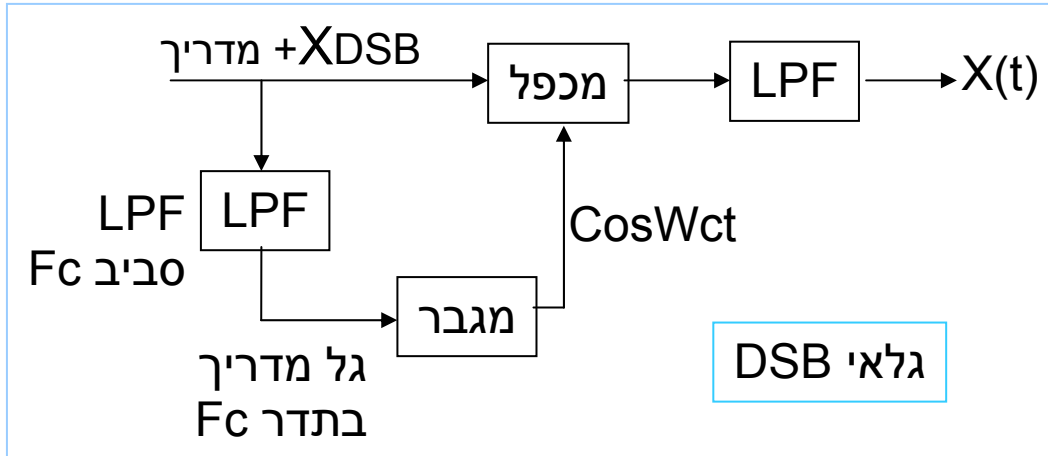
אפנון DSB :

הבעיה בגל AM היא הנצילות שלו, יש בזבוז של הספק. אפנון ה-DSB הוא בעצם שידור רק של פסי הצד בלי שידור התדר הנושא, ובכך חוסכים בהספק. החיסרון בכך הוא שמעגלי הגילוי מורכבים יותר במקלט, בגלל שהמקלט לא יודע מהו התדר הגל הנושא. לפעמים שולחים גל DSB בתוספת גל נושא קטן המכונה "גל מדריך", וזאת כדי שלמקלט יהיה קל יותר לגלות. מאחר והגל המדריך קטן בעוצמתו מבחינת ההספק, אז הוא לא מקלקל בהרבה את הנצילות.

$$X_{DSB} = A_C \cdot A_M \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_m t$$

$$X_{DSB} = \frac{A_M \cdot A_C}{2} \cos 2\pi(f_c + f_m) \cdot t + \frac{A_M \cdot A_C}{2} \cos 2\pi(f_c - f_m) \cdot t$$

גלאי DSB :



אפנון תדר - FM:

בשיטה זו משנים את התדר של הגל הנושא ביחס ישר למתח הרגעי של הגל המאופן. המידע מיוצג לפי שינויים של התדר.

סטיית תדר מקסימאלית:

$$\Delta F_C = K_f \cdot A_M$$

VCO קבוע האפנון של רכיב ה-

מקדם האפנון:

- מקדם האפנון מוגדר כיחס בין סטיית התדר המקסימאלית לבין התדר המקסימאלי של הגל המאופן. כשאין אפנון, ביתא שווה אפס.

$$\beta = \frac{\Delta F_C}{f_{M \max}}$$

תדר רגעי של הגל הנושא:

$$f_c(t) = f_c + \Delta F_C = f_c + K_f \cdot A_M \cos \omega_M t$$

נוסחת גל מאופן FM:

$$X_{FM}(t) = A_C \cdot \cos \gamma_C = A_C \cdot \cos(\omega_C t + \beta \cdot \sin \omega_M t)$$

נוסחת קרסו (כלל האצבע) לחישוב רוחב סרט:

10%:

$$n \cong 1 + \beta \Rightarrow BW = 2 \cdot (1 + \beta) \cdot f_M$$

1%:

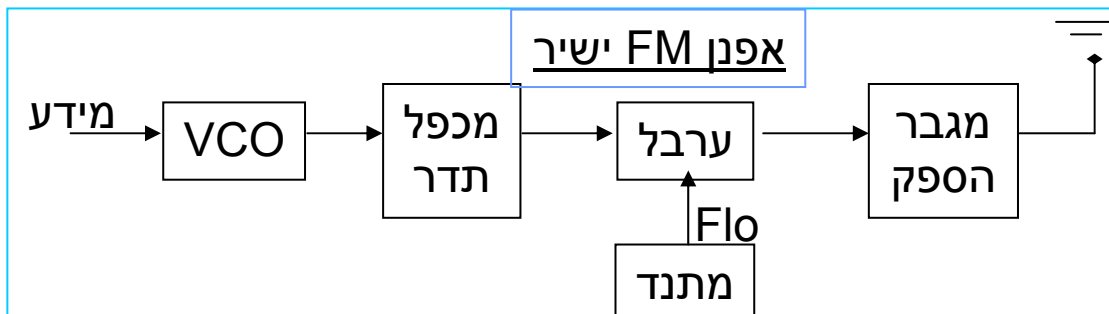
$$n \cong 2 + \beta \Rightarrow BW = 2 \cdot (2 + \beta) \cdot f_M$$

הספק גל FM:

- אפנון FM לא משנה את העוצמה של הגל הנושא, לכן ההספק שלו לא משתנה. הספק הגל המאופן שווה להספק של הגל הנושא.

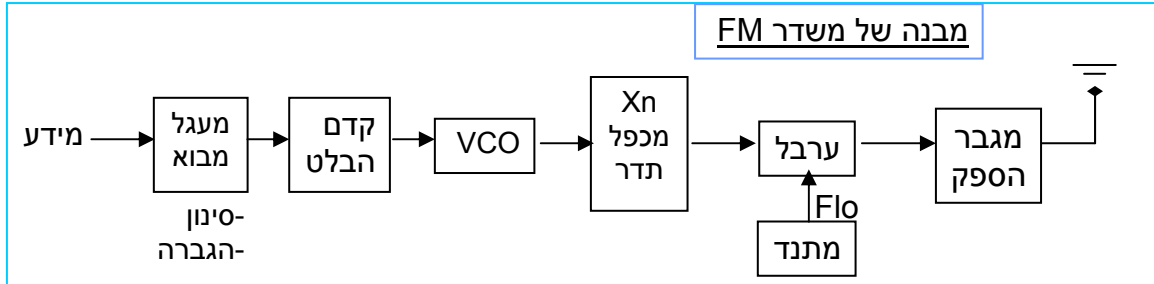
$$P_{FM} = P_C = \frac{1}{2} \cdot \frac{A_C^2}{R} = \frac{A_C^2}{2R}$$

מבנה של אפנון FM רחב סרט ישיר:



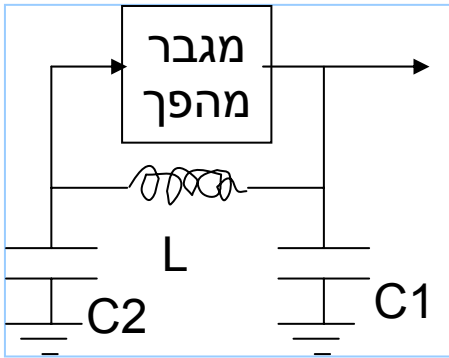
קדם הבלט ופוג הבלט:

- **קדם הבלט:** זהו מעגל במשדר FM, לפני האפנן (VCO), שתפקידו להגדיל באופן מלאכותי את מרכיבי התדר הגבוהים של האות יחסית למרכיבי התדר הנמוכים. למעשה, תפקידו להגיע ליחס אות לרעש אחיד לפי התדר של הגל המאפנן.
- **פוג הבלט:** מעגל זה נמצא אחרי הגלאי בצד שמקבל את האות המאופנן FM. תפקידו לקזז את השינויים בעוצמה של אות המידע. הוא עושה את הפעולה ההפוכה שעשה ה- קדם הבלט.



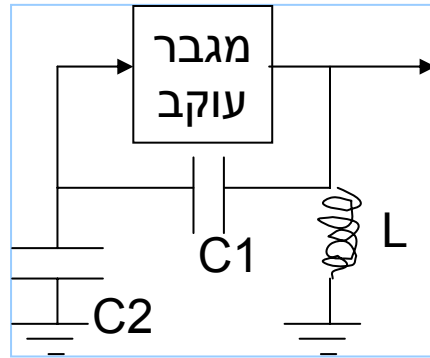
מתנדדים:

- קולפיץ:



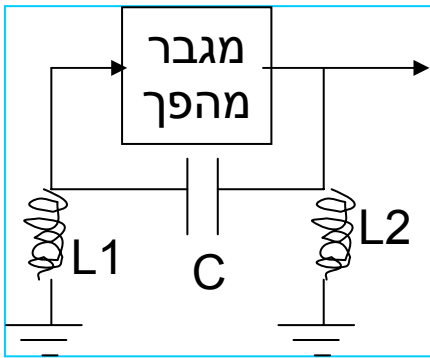
$$\beta = -\frac{C1}{C2}$$

$$\omega_o^2 = \frac{1}{LCT} = \frac{1}{L \cdot \frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2}}$$



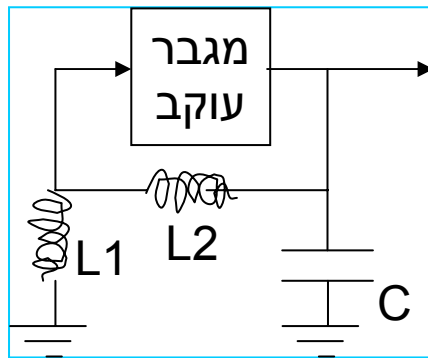
$$\beta = \frac{C1}{C1 + C2}$$

- הרטלי:



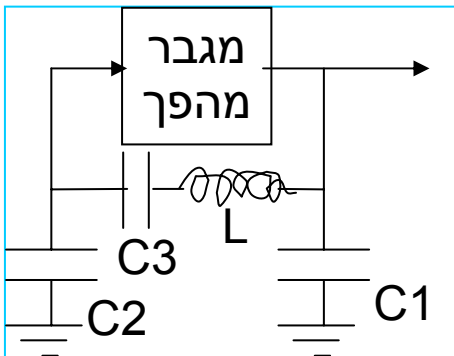
$$\beta = -\frac{L1}{L2}$$

$$\omega_o^2 = \frac{1}{(L1 + L2) \cdot C}$$



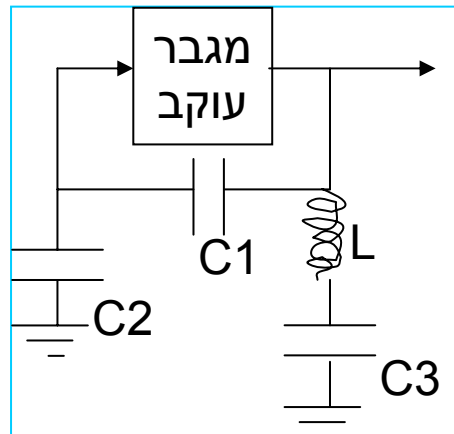
$$\beta = \frac{L1}{L1 + L2}$$

- **:CLAPP**



$$\beta = -\frac{C1}{C2}$$

$$\omega_o^2 = \frac{1}{L \cdot \frac{C1 \cdot C2 \cdot C3}{C1 \cdot C2 + C1 \cdot C3 + C2 \cdot C3}}$$



$$\beta = \frac{C1}{C1 + C2}$$