NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÁY PHÁT TÍN HIỆU CÔNG SUẤT LỚN, DẢI RỘNG DÙNG CHO HỆ THỐNG THU PHÁT VIBA HOẠT ĐỘNG TRÊN BĂNG TẦN S

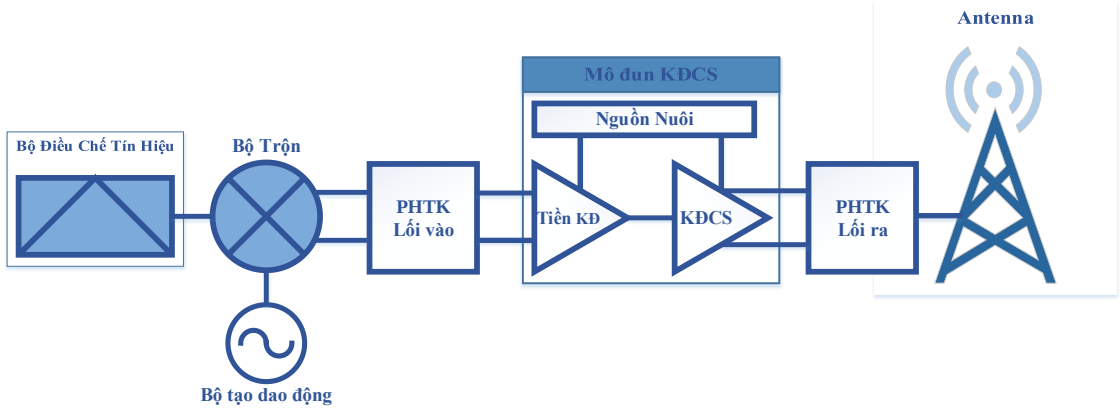
Trần Chính Đoàn, Bạch Gia Dương*

Tóm tắt: *Mở rộng khoảng cách kết nối, tăng dung năng hệ thống là những vấn đề được quan tâm nhất trong các hệ thống thu phát Viba hiện đại. Hơn hết, với nhu cầu bảo mật và truyền tải tín hiệu phức tạp dải rộng, đặt ra yêu cầu nâng cao công suất phát và mở rộng băng thông. Bài báo này trình bày giải pháp thiết kế và chế tạo máy phát tín hiệu công suất lớn, dải rộng hoạt động trên băng tần S ứng dụng cho hệ thống thu phát viba hiện đại. Máy phát tín hiệu được đề xuất thiết kế theo cấu trúc đa tầng khuếch đại, giải pháp phối hợp trở kháng liên tầng kết hợp với phương pháp phối hợp trở kháng băng rộng (đánh lệch đỉnh tần số) và đã đạt được các tiêu chí như độ lợi cao (60 dB), dải tần rộng (2.1 - 2.23 GHz) với công suất tối đa là 45 W. Hơn nữa, máy phát tín hiệu còn cho thấy sự vượt trội của mình bởi cơ chế tự động điều chỉnh hệ số khuếch đại (công suất lối ra) linh hoạt phụ thuộc vào mức công suất tín hiệu lối vào, tối ưu điện năng tiêu thụ và đặc biệt có thể liên tục hoạt động một cách hiệu quả trong thời gian dài nhờ phương pháp ổn định công suất phát thông qua biến nhiệt độ.*

Từ khóa: Hệ thống thu phát Viba; Máy phát tín hiệu; Công suất lớn; Dải rộng; Băng S; Tự động điều chỉnh; Ổn định công suất theo biến nhiệt.

1. MỞ ĐẦU

Trong thời đại công nghệ 4.0, hệ thống thu phát Viba trở nên phổ biến và được khai thác mạnh mẽ bởi tiềm năng phát triển của nó trong rất nhiều các lĩnh vực. Đặc biệt trong lĩnh vực quân sự, hệ thống thu phát Viba là phương thức truyền tin đóng một vai trò quan trọng bởi khả năng liên lạc tức thời và bảo mật dữ liệu của quốc gia. Do đó, một hệ thống thu phát hiện đại sẽ phải đáp ứng được các yêu cầu về khả năng mở rộng khoảng cách kết nối và tăng dung năng hệ thống, từ đó hướng tới việc đảm bảo khả năng kết nối ổn định giữa các trạm đồng thời nâng cao độ bảo mật khi có thể truyền tải tín hiệu phức tạp dải rộng. Giải pháp cơ bản để giải quyết vấn đề này trong các thiết kế trước đó chính là việc nâng cao công suất phát và mở rộng băng thông của module khuếch đại công suất trong các trạm phát tín hiệu (hình 1).



Hình 1. *Cấu trúc trạm phát tín hiệu Viba.*

Các thiết kế này thường sẽ gặp khó khăn nhất định để đạt được cả yêu cầu về công suất và băng thông của tín hiệu bởi việc tăng hệ số khuếch đại đồng thời cũng sẽ thu hẹp băng thông và ngược lại. Hơn hết, các máy phát tín hiệu trong hệ thống thu phát Viba khi hoạt động với công suất cao, liên tục trong thời gian dài sẽ phát sinh bức xạ nhiệt và làm gia tăng mật độ nhiệt trong

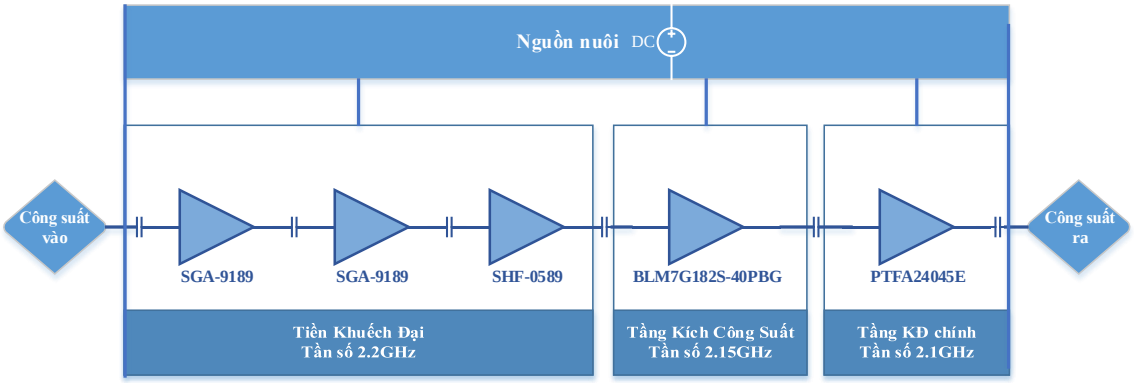
không gian kín của máy phát và tác động tiêu cực làm ảnh hưởng đến hệ thống. Chính vì thế, bài báo này đã đưa ra một giải pháp cấu trúc đa tầng khuếch đại, thiết kế phối hợp trở kháng (PHTK) liên tầng kết hợp với phương pháp PHTK băng rộng (đánh lệch đỉnh tần số) và được tối ưu cho thiết kế, chế tạo máy phát tín hiệu công suất lớn, dải rộng hoạt động trên băng tần S có khả năng đáp ứng kết nối ổn định giữa các trạm thu phát viba đồng thời nâng cao độ bảo mật khi có thể truyền tải tín hiệu phức tạp dải rộng trong khi giá thành lại thấp.

2. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP

Thiết kế các bộ khuếch đại siêu cao tần với cấu trúc đa tầng thường phức tạp và gặp nhiều khó khăn khi triển khai thực tế do bộ khuếch đại không ổn định khi có nhiều tầng khuếch đại dải hẹp cùng tần số. Tuy nhiên, nếu sử dụng cấu trúc đa tầng cho bộ khuếch đại công suất của máy phát kết hợp với kỹ thuật phối hợp trở kháng băng rộng có nhiều đỉnh tần số sẽ giải quyết được yêu cầu về hệ số khuếch đại, công suất ra và cho phép mở rộng dải truyền qua của bộ khuếch đại. Giải pháp thiết kế như trên đáp ứng đầy đủ các yêu cầu đặt ra, trong đó, tối ưu được khả năng liên kết giữa các khối trong máy phát cũng như PHTK với anten, đảm bảo truyền tối đa mức công suất tới anten. Đặc biệt với cơ chế tự động điều chỉnh hệ số khuếch đại và phương pháp ổn định công suất phát theo biến nhiệt độ giúp cho máy phát có thể hoạt động liên tục với một hiệu suất cao đồng thời hạn chế được công suất tiêu tán lối ra.

2.1. Cấu trúc khuếch đại đa tầng nối tiếp

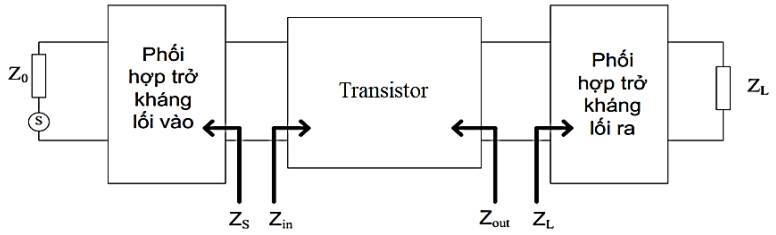
Bộ khuếch đại công suất được thiết kế theo cấu trúc bao gồm 3 tầng chính bao gồm tầng tiền khuếch đại (Tiền KĐ), khối khuếch đại công suất (KĐCS) bao gồm tầng kích công suất và tầng khuếch đại công suất và được biểu diễn như trong hình 2.



Hình 2. *Cấu trúc khuếch đại đa tầng nối tiếp.*

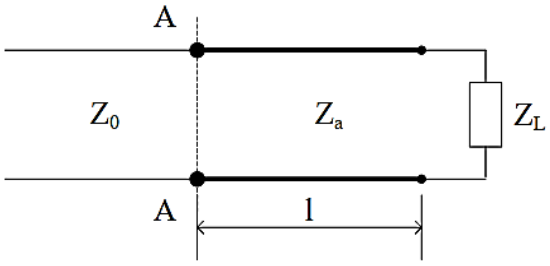
2.1.1. Phối hợp trở kháng (PHTK)

Phối hợp trở kháng [9] là vấn đề quan trọng của kỹ thuật viba. Mạch PHTK là mạch không tổn hao để tránh làm giảm công suất và được thiết kế sao cho trở kháng vào nhìn từ đường truyền Z_L có giá trị bằng trở kháng Z_0 của đường truyền. Mạch PHTK khuếch đại siêu cao tần sử dụng transistor có cấu trúc PHTK mạng hai cửa và được biểu diễn như hình 3.



Hình 3. *Sơ đồ PHTK mạng 2 cửa.*

Trong bài báo này, chúng tôi lựa chọn phương pháp PHTK sử dụng đường truyền có chiều dài bất kỳ kλ (hình 4) cho thiết kế bởi khả năng điều chỉnh các tham số linh hoạt và mềm dẻo sao cho phù hợp với yêu cầu khi thiết kế. Ngoài ra, thiết kế PHTK sử dụng đường truyền với độ dài bất kỳ l theo nhiều nấc trở kháng khác nhau (Z_a) là giải pháp độc đáo cho việc mở rộng băng thông với độ gợn là rất nhỏ.



Hình 4. *PHTK dùng đường truyền có chiều dài bất kỳ.*

2.1.2. Thiết kế phối hợp trở kháng liên tầng

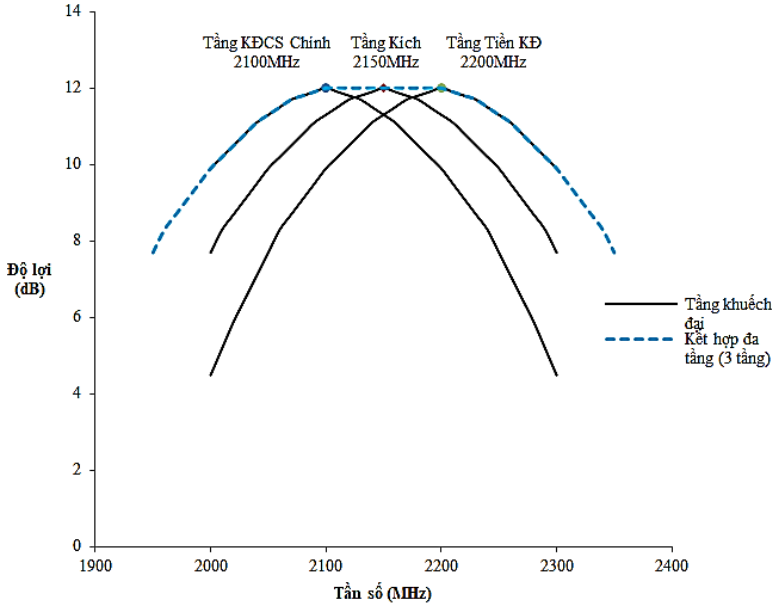
Thiết kế PHTK đơn tầng thường đơn giản và có thể thực hiện dễ dàng. Tuy nhiên đối với cấu trúc đa tầng khuếch đại, ta sẽ phải giải quyết vấn đề phối hợp trở kháng giữa các tầng với nhau nhằm đảm bảo khả năng hoạt động đồng bộ và tín hiệu được truyền qua tối đa, không bị tổn hao hay phản xạ ngược. Hơn hết các tầng khuếch đại sau khi được tích hợp hoàn thiện cấu trúc cho bộ khuếch đại công suất sẽ phải đảm bảo khả năng kết nối hệ thống. Tức là bộ khuếch đại công suất sẽ phải giải quyết vấn đề PHTK với bộ trộn (Mixer), khuếch đại đệm bù lại phần tín hiệu mất mát sau khi điều chế sóng mang và đặc biệt là PHTK với anten (Tiêu chuẩn 50 Ω).

Để giải quyết vấn đề này, chúng tôi đã xây dựng cấu trúc khuếch đại bao gồm ba tầng chính là tầng tiền khuếch đại, kích công suất và tầng khuếch đại công suất. Tầng tiền khuếch đại [1] nằm ở đầu vào của bộ khuếch đại, đóng vai trò kết nối và tiếp nhận tín hiệu ra của bộ trộn. Mức tín hiệu sau khi điều chế thường rất thấp do tổn hao khi chuyển đổi, chính vì thế tầng tiền khuếch đại có nhiệm vụ phối hợp trở kháng (50 Ω) và khuếch đại đệm, bù lại mức tín hiệu mất mát sau điều chế đảm bảo được chất lượng tín hiệu đầu vào của phần khuếch đại tín hiệu. Việc khuếch đại công suất chủ yếu được thực hiện ở các tầng khuếch đại chính [2], đồng thời tầng khuếch đại công suất ra cũng cần đáp ứng được yêu cầu PHTK với anten (trở kháng tiêu chuẩn 50 Ω) nhằm đảm bảo truyền toàn bộ công suất tín hiệu ra anten mà không bị tiêu tán hay phản xạ trở lại.

2.1.3. Phương pháp thiết kế PHTK băng rộng

Một giải pháp thực tế dùng cho hệ thống được triển khai nhằm mở rộng băng thông sử dụng kỹ thuật PHTK dải rộng nó sẽ cho phép ổn định hệ số khuếch đại và giữ băng thông khi tín hiệu thay đổi theo dải động, việc trải rộng băng thông được thực hiện bằng cách thiết kế khuếch đại nhiều đỉnh tần số khác nhau. Trong cấu trúc khuếch đại đa tầng, thông thường khi thiết kế tất cả các tầng khuếch đại ở cùng một đỉnh tần số cho phép máy phát hoạt động đồng bộ và có thể đạt được hệ số khuếch đại rất cao tuy nhiên, dải tần hoạt động của nó lại rất hẹp. Còn đối với phương pháp đánh lệch đỉnh tần số của các tầng khuếch đại tuy bị thiệt về hệ số khuếch đại nhưng bù lại băng thông hoạt động của máy phát được mở rộng và yêu cầu về hệ số khuếch đại sẽ được giải quyết nhờ cấu trúc đa tầng khuếch đại. Phương pháp này phải đảm bảo việc thiết kế tính toán phối hợp đánh lệch đỉnh tần số giữa các tầng khuếch đại. Các tầng này được thiết kế cơ bản với ba đỉnh tần số, một tầng sẽ khuếch đại đúng tần số trung tâm của máy phát và hai tầng còn lại sẽ khuếch đại với tần số lệch về hai bên so với tần số trung tâm. Ngoài ra, các tầng thiết kế đánh lệch đỉnh tần số nhưng phải đảm bảo tần số trung tâm của máy phát vẫn nằm trong dải tần hoạt động hoặc băng thông của tầng đó. Máy phát tín hiệu được thiết kế ở tần số trung tâm là 2.15 GHz. Tầng tiền khuếch đại được thiết kế dải rộng lệch về bên phải so với tần số trung tâm là 2.2 GHz, có băng thông rộng và bao gồm cả ở tần số 2.15 GHz. Tầng kích công suất được thiết

kế đúng với tần số trung tâm của máy phát là 2.15 GHz, đảm bảo khuếch đại tín hiệu ở đỉnh tần số trung tâm của máy phát và bù vào công suất tín hiệu suy hao do ghép tầng. Đối với tầng khuếch đại chính, ở đoạn tần số cao thường sẽ khuếch đại kém hơn tần số thấp nên tầng này được thiết kế lệch về bên trái so với tần số trung tâm là 2.1 GHz và tần số 2.15 GHz cũng nằm trong dải hoạt động của tầng này. Trong phương pháp thiết kế này cho phép bù hệ số khuếch đại theo các dải tần số ở mỗi tầng, phần băng thông của tầng kích công suất có đỉnh tần số là 2.15 GHz và giảm dần về hai phía, lúc này tầng tiền khuếch đại và tầng khuếch đại chính sẽ đóng vai trò khuếch đại và bù vào tín hiệu đang giảm dần của tầng tiền khuếch đại. Do đó, khi tích hợp các tầng lại với nhau thì tín hiệu sẽ khuếch đại trải đều trên dải tần thiết kế (từ 2.1 GHz đến 2.2 GHz) với tần số trung tâm làm 2.15 GHz, băng thông lúc này được mở rộng với độ phẳng cao và được biểu diễn như trong hình 5.

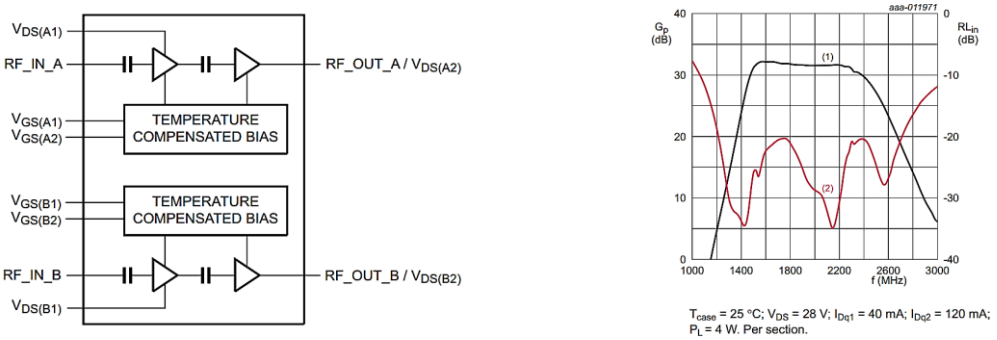


Hình 5. *Biểu diễn phương pháp thiết kế lệch đỉnh tần số.*

2.2. Phương pháp ổn định công suất phát theo biến nhiệt độ và nâng cao hiệu suất làm việc

Cơ chế tự động điều chỉnh hệ số khuếch đại được thực hiện bằng cách gắn thêm phần sensor biến đổi nhiệt độ ở lối ra tầng khuếch đại công suất sau đó phản hồi về điều chỉnh hệ số khuếch đại. Do đó, ở phần khuếch đại công suất, chúng tôi sử dụng linh kiện BLM7G182S-40PB [5] có khả năng tự động điều khiển hệ số khuếch đại nhờ cơ chế phản hồi bằng điện trở nhiệt. Việc tự động điều chỉnh hệ số khuếch đại cũng đóng vai trò quan trọng trong ổn định công suất phát. Khi hoạt động liên tục trong thời gian dài việc ổn định công suất phát sẽ được thực hiện dựa trên biến nhiệt độ do công suất tiêu tán gây nên. Khi công suất phát tăng, transistor hoạt động liên tục và nóng lên dẫn đến điện trở của cảm biến nhiệt thay đổi (khi nhiệt độ thay đổi dẫn đến điện trở thay đổi) tạo thành nhánh phản hồi âm làm giảm dòng phát.

BLM7G1822S-40PB(G) là một mạch tích hợp vi sóng nguyên khối MMIC khuếch đại công suất 2 tầng kép (hình 6a), sử dụng công nghệ GEN7 LDMOS hiện đại của Ampleon. Được thiết kế có hệ số khuếch đại cao (+31.5 dB ở tần số 2167 MHz), công suất lối ra lớn với dải tần hoạt động rộng (hình 6b) và được tích hợp khả năng phân cực cân bằng theo nhiệt độ. BLM7G182S-40PB có dòng tĩnh nhỏ (±1%) với nhiệt độ T = -40 ºC đến +85 ºC đồng thời nó hoạt động với công suất ra ổn định trong khoảng nhiệt độ T = -65 ºC đến +150 ºC, khi nhiệt độ thay đổi và vượt mức nhiệt độ ổn định làm cho điện trở của cảm biến nhiệt thay đổi tạo thành nhánh phản hồi âm làm giảm dòng phát.



Hình 6. *a) Sơ đồ cấu trúc của BLM7G182S-40PB với cơ chế phản hồi nhiệt; b) Biểu diễn hệ số khuếch đại công suất băng rộng và hệ số phản xạ lối vào theo tần số của BLM7G182S-40PB [5].*

	at 1dB gain compression point					at 3dB gain compression point				
f	Z_L	$G_{p(max)}$	P_L	η_{add}	AM-PM conversion	Z_L	$G_{p(max)}$	P_L	η_{add}	AM-PM conversion
(MHz)	(Ω)	(dB)	(dBm)	(%)	(deg)	(Ω)	(dB)	(dBm)	(%)	(deg)
BLM7G1822S-40PB										
1805	18.0 – j7.9	33.4	43.1	57.8	–0.6	16.7 – j4.2	33.5	43.9	58.8	–4.9
1842.5	16.6 – j4.0	33.5	43	58	–1.1	16.2 – j5.6	33.4	44	58.5	–3
1880	14.2 – j5.6	33.4	43.6	57.9	0.4	12.2 – j4.6	33.4	44.5	58.4	–2.8
1930	11.6 – j3.4	33.5	43.4	57.5	–1.6	11.6 – j3.4	33.5	44.1	57.7	–4.3
1960	9.9 – j4.4	33.6	43.9	57.5	0.3	9.9 – j4.4	33.6	44.6	57.6	–2.3
1990	10.8 – j3.1	33.7	43.4	57.4	0.2	8.6 – j4.3	33.6	44.6	57	–3.1
2110	7.3 – j4.8	33.8	43.9	57.5	–0.2	7.3 – j4.8	33.8	44.6	56.4	–4.4
2140	7.3 – j4.8	33.8	43.9	57.5	–0.5	7.3 – j4.8	33.8	44.5	56.2	–5.4
2170	7.0 – j6.3	33.6	44.3	57.2	–0.3	7.0 – j6.3	33.6	44.9	56.5	–7

Hình 7. *Trở kháng đặc trưng được điều chỉnh để tăng hiệu suất công suất tối đa sử dụng cho PHTK với T_{case} = 25 °C; V_{DS} = 28 V; I_{Dq1} = 40 mA; I_{Dq2} = 110 mA; t_p = 100 µs; δ = 10%; Z_S = 50 Ω.*

Giải pháp nâng cao hiệu suất đưa ra là làm cho bộ khuếch đại tiêu thụ năng lượng thấp, tối ưu công suất nuôi và giảm công suất tiêu tán. Việc làm giảm công suất tiêu tán sẽ được quyết định bởi việc lựa chọn chế độ khuếch đại cho các tầng khuếch đại và chính chế độ đó làm nâng cao hiệu suất làm việc. Do đó, chúng tôi đề xuất thiết kế với tầng tiền khuếch đại làm việc ở chế độ AB thực hiện khuếch đại hơn một nửa chu kỳ tín hiệu vào, khi tín hiệu bằng 0 vẫn có dòng IC0 nhưng rất nhỏ, do vậy, khi tín hiệu vào nhỏ bộ khuếch đại vẫn có thể hoạt động tuyến tính được; còn khi tín hiệu lớn nó hoạt động như ở chế độ B và cho hiệu suất cao hơn chế độ A (đến 70%). Tầng khuếch đại chính sẽ làm việc ở chế độ C cho phép dòng collector chỉ xuất hiện trong một phần của nửa chu kỳ tín hiệu và thường có hiệu quả rất cao, tuy nhiên, độ tuyến tính lại rất kém.

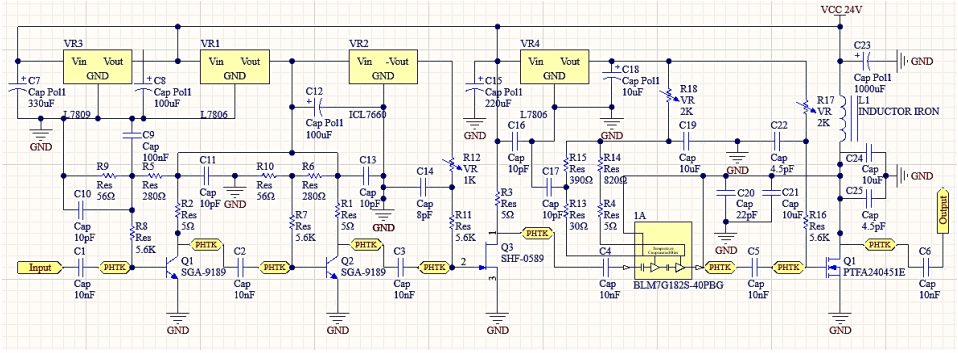
Thiết kế này cho phép thực hiện khuếch đại tín hiệu lớn ở lối vào, tức là transistor sẽ ở trạng thái không hoạt động trong hơn một nửa chu kỳ tín hiệu đầu vào và chỉ bắt đầu hoạt động khi tín hiệu đầu vào vượt quá một ngưỡng nhất định, làm giảm công suất tiêu tán và tăng hiệu suất làm việc. Lúc này, bộ khuếch đại sẽ phân cực hoàn toàn theo tín hiệu mà không phải phân cực theo điện áp. Do đó, khi máy phát hoạt động với tín hiệu vào rất nhỏ hoặc không có tín hiệu thì dòng phân cực tĩnh I_0 sẽ về 0 hoặc vô cùng bé, khi tăng tín hiệu thì dòng tăng và việc đóng mở transistor khuếch đại công suất được điều khiển dựa theo mức tín hiệu vào.

3. CHẾ TẠO, ĐO ĐẠC VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chế tạo

Việc tính toán phối hợp trở kháng dựa trên tham số của linh kiện thiết kế (tham số ma trận tán xạ S-parameter, dải tần, kích thước linh kiện), tham số mạch in (hằng số điện môi, độ mỏng chất nền, độ dẫn điện dẫn,...). Quá trình mô phỏng và thiết kế mạch được thực hiện trên phần mềm chuyên

dụng Advanced Design System và phần mềm thiết kế mạch in Altium với độ tin cậy và chính xác cao. Máy phát được chế tạo dựa trên giải pháp thiết kế với cấu trúc 3 tầng chính.

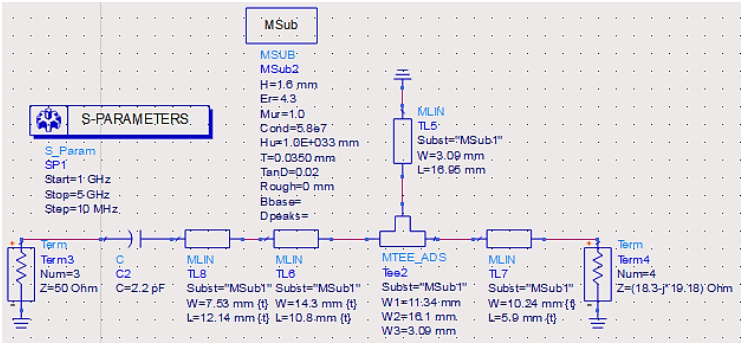


Hình 8. *Sơ đồ nguyên lí khuếch đại công suất.*

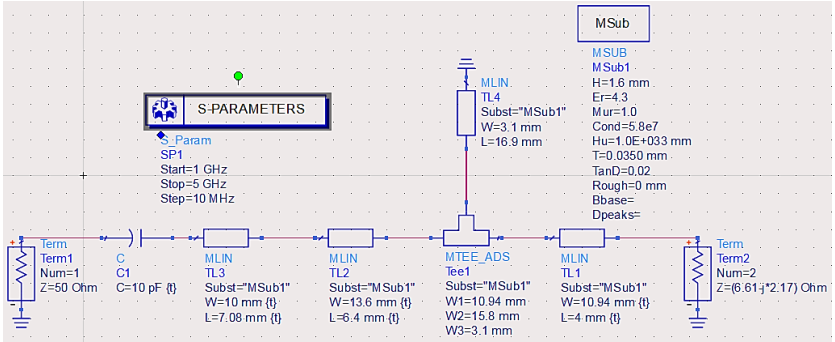
- Tầng tiền khuếch đại được thiết kế sử dụng ba transistor khuếch đại tín hiệu nhỏ (2 x SGA-9189, 1 x SHF-0589) băng rộng với tần số trung tâm 2.2 GHz, hệ số khuếch đại hơn 35 dB đáp ứng yêu cầu PHTK và bù lại tín hiệu mất mát sau điều chế từ bộ trộn và đảm bảo khuếch đại tín hiệu lớn cho lối vào của tầng khuếch đại công suất phía sau.

- Khối khuếch đại công suất bao gồm hai tầng, tầng kích công suất và tầng khuếch đại công suất. Ở tầng kích công suất chúng tôi thiết kế sử dụng linh kiện BLM7G182S-40PBG [5] có hệ số khuếch đại cao, công suất phát lên tới 10 W và đặc biệt là khả năng tự động điều khiển hệ số khuếch đại cũng như cân bằng nhiệt nhờ cơ chế phản hồi bằng điện trở nhiệt. Ở tầng khuếch đại công suất chính chúng tôi sử dụng PTFA24045E [6] với công suất tối đa có thể lên đến 45 W. Tầng này được thiết kế PHTK cho linh kiện hoạt động ở tần số 2.07 GHz và PHTK lối ra với anten (trở kháng chuẩn 50 Ω).

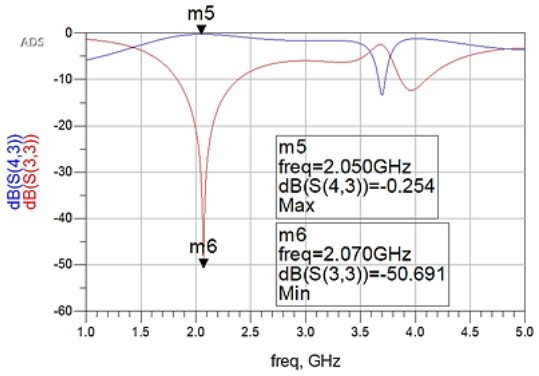
Thiết kế mô phỏng cho tầng khuếch đại chính sử dụng PTFA24045E.



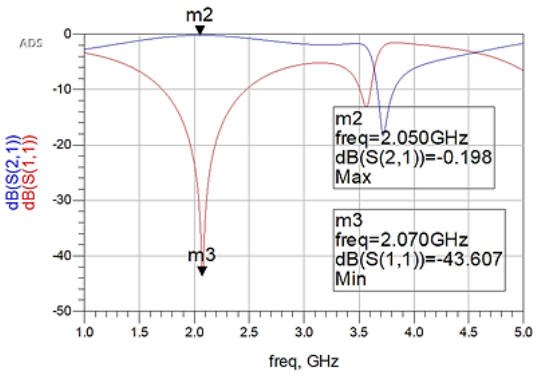
Hình 9. *Mạch PHTK lối vào PTFA24045E.*



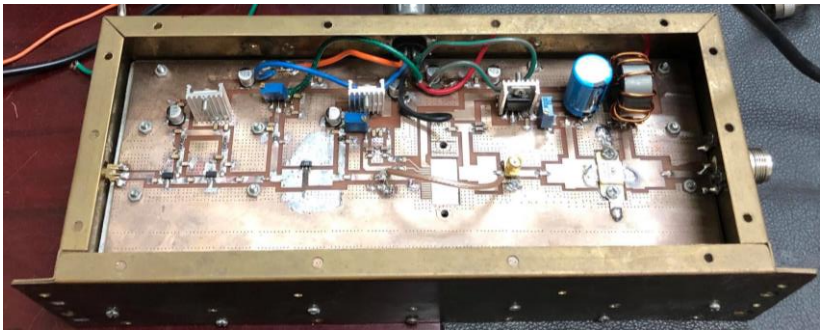
Hình 10. *Mạch PHTK lối ra PTFA24045E.*



Hình 11. *Kết quả mô phỏng lối vào PTFA24045E.*



Hình 12. *Kết quả mô phỏng lối ra PTFA24045E.*

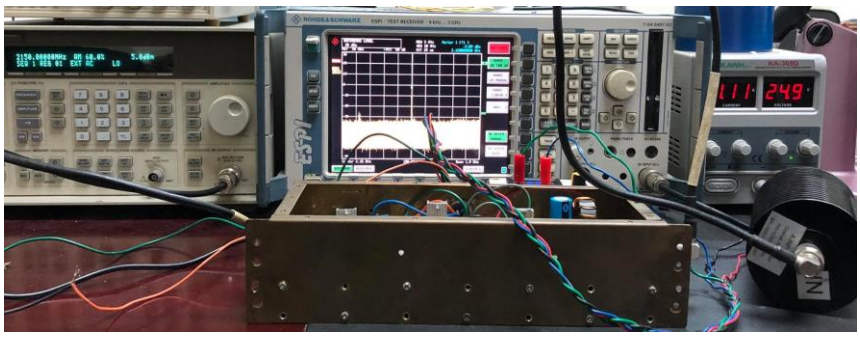


Hình 13. *Chế tạo module khuếch đại công suất.*

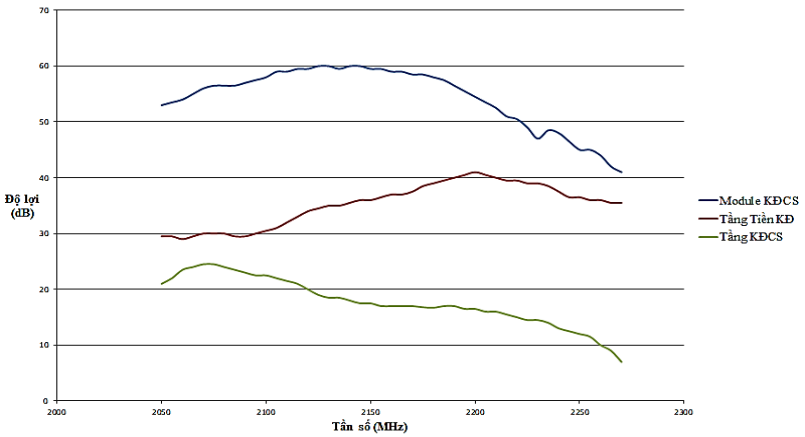
3.2. Đo đạc và thảo luận

Máy phát sau khi chế tạo thực tế được đo kiểm trong hệ thống đo bao gồm một bộ suy hao (25 dB), máy phát tín hiệu Algilent 8648C (signal generator 9 kHz - 3200 MHz), máy đo phân tích phổ Rohde & Schwarz ESPI (ESPI – test receiver 9 kHz - 3 GHz) và nguồn nuôi.

Thiết lập hệ thống đo: Hệ thống đo được thiết lập như trong hình 5, tín hiệu được đưa từ máy phát tín hiệu đến đầu vào của bộ khuếch đại với công suất lối vào là -20 dB (tín hiệu nhỏ), tần số trung tâm là 2.15 GHz. Lối ra bộ khuếch đại được nối với một bộ suy hao -25 dB giới hạn công suất phát và bảo vệ máy đo phân tích phổ. Nguồn cấp cho tầng tiền khuếch đại là 9 V, dòng khoảng 0.6 A, tầng khuếch đại chính từ 12 V-24 V, dòng khoảng 1 A. Tầng tiền khuếch đại công suất hoạt động ở chế độ AB và tầng khuếch đại công suất chính hoạt động ở chế độ C. Khi không có tín hiệu vào hoặc tín hiệu vào rất nhỏ, module khuếch đại không hoạt động (không có dòng) khi nâng mức tín hiệu lên đến ngưỡng thì nó bắt đầu ở chế độ khuếch đại công suất với dòng lên đến hơn 1 A.



Hình 14. *Thiết lập hệ thống đo.*



Hình 15. *Kết quả đo.*

Thảo luận đánh giá kết quả: Từ đặc trưng được biểu diễn trong hình 6, ta thấy tần số trung tâm tầng tiền khuếch đại là 2.2 GHz, hệ số khuếch đại đạt được 41 dB, băng thông như yêu cầu thiết kế. Tầng khuếch đại chính có tần số trung tâm 2.07 GHz có hệ số khuếch đại 23 dB và băng thông rộng. Kết quả đo tích hợp bộ khuếch đại công suất cho kết quả như thiết kế mô phỏng với tần số trung tâm là 2.14 GHz hệ số khuếch đại đạt 60 dB, băng thông tín hiệu đạt 150 MHz (2.07-2.23) GHz. Tín hiệu vào phía tần số thấp của tầng tiền khuếch đại được bù bởi tầng khuếch đại ở tần số thấp của tầng kích của khuếch đại, tương tự với dải tần số cao.

4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày giải pháp thiết kế và chế tạo máy phát tín hiệu công suất lớn, dải thông rộng hoạt động trên băng tần S, ứng dụng cho hệ thống thu phát viba hiện đại. Giải pháp thiết kế dựa trên cơ sở thiết kế bộ khuếch đại với cấu trúc đa tầng, phối hợp trở kháng dải rộng nhiều thang điện trở, kết hợp với việc sử dụng phương pháp thiết kế nhiều đỉnh tần số cộng hưởng nhằm giữ đồng đều hệ số khuếch đại và công suất lối ra trong dải tần số làm việc của máy phát. Máy phát tín hiệu được thiết kế tối ưu với giá thành thấp, làm việc ổn định với cơ chế tự động điều chỉnh hệ số khuếch đại, cho phép tối ưu điện năng tiêu thụ và đặc biệt có thể hoạt động trong thời gian dài nhờ phương pháp ổn định công suất phát theo biến nhiệt độ. Máy phát cho phép làm việc với tín lối vào có dải động lớn. Máy phát đã được thiết kế, chế tạo thành công, có công suất ra cực đại 45 W, băng thông rộng từ 2.07 GHz tới 2.23 GHz, tần số trung tâm 2.14 GHz, hệ số khuếch đại 60 dB. Máy phát đáp ứng yêu cầu sử dụng trong các trạm thu phát Viba quân sự và dân dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ha Thi Bui, Doan Chinh Tran, Duong Bach Gia, *"Design, Fabrication Transmitter Modulator at S band for MicroSatellite with the direct RF input",* the 13th International Conference on Advanced Technologies for Communication (ATC), ISBN 978-1-7281-8065-6, 2020, pp. 226-230.

[2]. Thi Ha Bui, Chinh Doan Tran, Xuan Huy Le, Gia Duong Bach, *"Design and manufacture power pre-amplifier module for transmitter of ground station at S band",* The 2020 IEEE Asia Pacific Conference on Circuit and System (APCCAS), ISBN 978-7281-9396-0, 2020, pp.151-154. https://ieeexplore.ieee.org/document/9301712

[3]. David M.Pozar, *"Microwave Engineering",* 4th ed. John Wiley & Sons.

[4]. Behzad Razavi, *"RF microelectronics",* Second Edition, Copyright © 2012 Pearson Education, Inc.

[5]. BLM7G1822S-40PBG datasheet, Ampleon Netherlands B.V.2018.

[6]. PTFA240451E Datasheet, Infineon Technologies AG.

[7]. Rahmani, Fatemeh and Razaghian, Farhad and Kashaninia, Alireza, *"High Power Two - Stage Class-AB/J Power Amplifier with High Gain and Efficiency",* Journal of Academic and Applied Studies (Special Issue on Applied Sciences), Vol. 4(6) June 2014, pp. 56-68.

[8]. Vohey C. Vincence, Carlos Galup-Montoro, Marcio C. Schneider, *"Low-voltage class AB operational amplifier",* Symposium on Integrated Circuits and Systems Design, doi:10.1109/sbcci.2001.953028.
[9]. Bạch Gia Dương, Trương Vũ Bằng Giang, *"Kỹ thuật siêu cao tần",* Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia, Hà Nội, 2013.
[10]. Trần Quang Vinh, *"Nguyên lý kỹ thuật điện tử",* NXB Đại học Quốc gia, Hà Nội, 2005.

ABSTRACT

RESEARCH, DESIGN, AND FABRICATION OF TRANSMITTER HIGH-POWER, WIDEBAND FOR VIBA TRANSCEIVER SYSTEM AT S BAND

Extending the connection distance and increasing system capacity are among the most concerning issues in modern Viba transceiver systems. Above all, the higher the security demand and more complex signal transmission of wideband lead to the requirement of increasing transmission capacity and expanding bandwidth. This paper presents design solutions and fabrication of high-power, wideband signal transmitters at S-band, applied to modern microwave transceiver systems. The proposed transmitter is designed in a series-multistage amplifier structure, the interstage impedance matching solution combined with the wideband impedance matching method (frequency peak offset method) and has achieved such criteria as high gain (60 dB), wide frequency range (2.1-2.23 GHz) with a maximum power of 45 W. Moreover, the transmitter not only shows its superiority by automatically adjusting the gain (and output power) flexibly depending on the input signal power level, the optimization of power consumption but also can continuously run effectively for a long time thanks to the method of thermal stability.

Keywords: Viba transceiver system; Transmitter; High power; Wideband; S band; Automatically adjusting; Thermal stability.

Nhận bài ngày 30 tháng 6 năm 2021
Hoàn thiện ngày 30 tháng 7 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 02 tháng 8 năm 2021

Địa chỉ: Trường Đại học Công Nghệ, Đại học Quốc Gia Hà Nội.
*Email: chinhdoan310@gmail.com.