

ÖZET
BİR NESNENİN RADAR TARAFINDAN TESPİT EDİLMESİ İÇİN SİSTEM VE
YÖNTEM

5 Bir veya daha fazla nesnenin tespit edilmesi için bir radar sistemi sağlanmıştır. Radar sistemi, aynı anda bir CW radar sinyali ve bir FM-CW veya MF radar sinyali iletmek için bir radar dalga vericisini ve radar sisteminin bir tespit aralığında mevcut bir veya daha fazla nesneden yansıtılmış CW ve FM-CW veya MF radar sinyallerini almak için bir birinci radar dalga alıcısını içerir. Sistem ayrıca, birinci alıcı tarafından alınan CW iletim

10 sinyallerini ve yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak için bir birinci CW karıştırıcısını ve FM-CW veya MF iletim sinyallerini ve karşılık gelen birinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW veya MF sinyallerini karıştırmak için bir birinci FM-CW veya MF karıştırıcısını içerebilir. Birinci CW karıştırıcısı, bir veya daha fazla birinci CW vuru sinyali üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan CW iletim sinyallerini ve yansıtılmış

15 CW sinyallerini karıştırmak için bir karıştırıcı olabilir, her bir birinci CW vuru sinyali, bir nesnenin hızıyla ilgili olabilir ve birinci FM-CW veya MF karıştırıcısı, FM-CW iletim sinyallerini ve bir nesnenin mesafesi ve hızı ile ilgili bir veya daha fazla birinci FM-CW vuru sinyalini üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerini karıştırmak için bir birinci FM-CW karıştırıcısı olabilir. Radar dalga vericisi,

20 bir CW radar sinyalini ve bir FM-CW radar sinyalini eşzamanlı olarak iletmek için uyarlanabilir; burada FM-CW radar sinyali, bir rampa modülasyonlu sinyaldir. Radar sistemi ayrıca yansıtılmış CW ve FM-CW veya MF radar sinyallerini almak için birkaç radar dalga alıcısı içerebilir, alıcılar birinci ve/veya ikinci alıcı yönleri boyunca düzenlenebilir. Radar sistemi, farklı radar dalga alıcıları tarafından alınan karşılık gelen

25 yansıtılmış radar sinyalleri arasındaki faz farklarını tespit etmek için araçlara sahip olabilir. Ayrıca bir veya daha fazla nesnenin radar tespit yöntemi sağlanmıştır; burada yöntem eşzamanlı olarak bir CW radar sinyali ve bir FM-CW veya MF radar sinyalinin iletilmesini ve bir birinci radar alıcısı vasıtasıyla yansıtılmış CW ve FM-CW veya radar sisteminin tespit aralığından bulunan bir veya daha fazla nesneden yansıtılmış MF

30 radar sinyallerinin alınmasını içerir.

İSTEMLER

1. Bir veya daha fazla nesnenin tespit edilmesi için bir radar sistemi olup, özelliği söz konusu sistemin aşağıdaki unsurları içermesidir:

5

bir CW radar sinyalini ve bir FM-CW radar sinyalini eş zamanlı olarak iletmek için bir radar dalga vericisi (110),

10

radar sisteminin tespit aralığında bulunan bir veya daha fazla nesneden yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerini almak için birinci, ikinci ve üçüncü radar dalga alıcıları (120),

15

sırasıyla, bir veya daha fazla karşılık gelen birinci, ikinci ve üçüncü CW vuru sinyallerini üretmek üzere CW iletim sinyallerini birinci, ikinci ve üçüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak için birinci, ikinci ve üçüncü CW karıştırıcıları, her bir birinci, ikinci ve üçüncü CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir, ve

20

sırasıyla, bir veya daha fazla karşılık gelen birinci, ikinci ve üçüncü FM-CW vuru sinyallerini üretmek üzere FM-CW iletim sinyallerini birinci, ikinci ve üçüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerini karıştırmak için birinci, ikinci ve üçüncü FM-CW karıştırıcıları, her bir birinci, ikinci ve üçüncü FM-CW vuru sinyali bir nesnenin mesafesi ve hızıyla ilgilidir,

25

burada birinci alıcı yönü boyunca en az iki alıcı düzenlenir ve ikinci alıcı yönü boyunca en az iki alıcı düzenlenir, söz konusu birinci alıcı yönü ikinci alıcı yönünden farklıdır,

30

söz konusu radar sistemi ayrıca karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki faz farklarını tespit etmek için faz tespit aracı içerir; faz tespit aracı, birinci alıcı yönü boyunca düzenlenen söz konusu en az iki radar dalga alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki bir birinci faz farkını belirlemek üzere uyarlanır, söz konusu birinci faz farkı bir birinci nesne açışal yönüyle ilgilidir, ve

faz tespit aracı, ikinci alıcı yönü boyunca düzenlenen söz konusu en az iki radar dalga alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki bir ikinci faz farkını belirlemek üzere uyarlanır, söz konusu ikinci faz farkı bir ikinci nesne açışal yönüyle ilgilidir,

söz konusu radar sistemi ayrıca bir veya daha fazla nesneye karşılık gelen bir veya daha fazla CW iz kaydı oluşturmak ve sürdürmek için uyarlanmış araçlar içerir, her bir iz kaydı zamanın bir fonksiyonu olarak tespit edilen bir dizi CW tepe frekansını ve ayrıca karşılık gelen birinci ve ikinci faz farklarının ölçümlerinden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısall yönlerin bilgisini tutma bilgisini içerir, ve/veya

söz konusu radar sistemi ayrıca bir veya daha fazla nesneye karşılık gelen bir veya daha fazla FM-CW iz kaydı oluşturmak ve sürdürmek için uyarlanmış araçlar içerir, her bir iz kaydı zamanın bir fonksiyonu olarak tespit edilen bir dizi FM-CW tepe frekansını ve ayrıca karşılık gelen birinci ve ikinci faz farklarının ölçümlerinden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısall yönlerin bilgisini tutma bilgisini içerir.

2. İstem 1'e göre bir radar sistemi olup, özelliği ayrıca aşağıdaki unsurları içermesidir:

yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerini almak için bir dördüncü radar dalga alıcısı,

CW iletim sinyallerini ve bir veya daha fazla CW vuru sinyallerini üretmek üzere dördüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak için bir dördüncü CW karıştırıcı, her bir dördüncü CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir; ve

FM-CW iletim sinyallerini ve bir veya daha fazla dördüncü FM-CW vuru sinyallerini üretmek üzere dördüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerini karıştırmak için bir dördüncü FM-CW karıştırıcısı, her bir dördüncü FM-CW vuru sinyali nesnenin mesafe ve hızıyla ilgilidir.

3. İstem 1 veya 2'ye göre bir radar sistemi olup, burada her CW karıştırıcısı için, vuru sinyal(leri)nin Fourier dönüşümünü söz konusu CW karıştırıcısından almak için karşılık gelen dönüştürme araçları bulunur ve her FM-CW karıştırıcısı için vuru sinyal(leri)nin Fourier dönüşümünü söz konusu FM-CW karıştırıcısından almak için karşılık gelen dönüştürme araçları bulunur.

4. İstem 3'e göre bir radar sistemi olup, ayrıca söz konusu CW karıştırıcısının her birine karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılarının toplanması ve toplanan Fourier dönüştürülmüş CW sinyallerinden bir miktar CW tepe frekansının belirlenmesi için araçlar içerir.
- 5
5. İstem 3 veya 4'e göre bir radar sistemi olup, ayrıca söz konusu FM-CW karıştırıcısının her birine karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılarının toplanması ve toplanan Fourier dönüştürülmüş FM-CW sinyallerinden bir miktar FM-CW tepe frekansının belirlenmesi için araçlar içerir.
- 10
6. İstemler 1-5'ten herhangi birine göre bir radar sistemi olup, burada faz tespit aracı, birinci alıcı yönü boyunca düzenlenmiş en az iki alıcıya karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktıdan birinci faz farkını belirlemek üzere uyarlanır ve burada faz tespit aracı, ikinci alıcı yönü boyunca düzenlenmiş en az iki alıcıya karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktıdan ikinci faz farkını belirlemek üzere uyarlanır.
- 15
7. İstemler 1-6'dan herhangi birine göre bir radar sistemi olup, burada birinci ve ikinci alıcı yönleri büyük ölçüde birbirine diktir.
- 20
8. İstemler 1-7'den herhangi birine göre bir radar sistemi olup, burada en az iki alıcı birbirinin yanı sıra yatay olarak düzenlenir, böylece yatay olarak düzenlenen iki alıcı tarafından alınan karşılık gelen radar sinyalleri arasında tespit edilen bir zaman veya faz farkı bir azimut fazı ile ilgilidir.
- 25
9. İstemler 1-8'den herhangi birine göre bir radar sistemi olup, burada en az iki alıcı birbirinin üzerinde dikey olarak düzenlenir, burada dikey olarak düzenlenen iki alıcı tarafından alınan karşılık gelen radar sinyalleri arasında tespit edilen bir zaman veya faz farkı, bir yükseklik faz farkı ile ilgilidir.
- 30
10. İstemler 2 ve 9'a göre bir radar sistemi olup, burada birinci ve ikinci alıcılar birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenir, üçüncü ve dördüncü alıcılar birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenir, üçüncü ve dördüncü alıcılar, sırasıyla birinci ve ikinci alıcıların altın dikey olarak düzenlenir.
- 35

11. İstemler 6 ve 10'a göre bir radar sistemi olup, burada faz tespit aracı, birinci ve üçüncü alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktının toplamı ile ikinci ve dördüncü alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktının toplamı arasındaki azimut faz farkını belirlemek üzere uyarlanır.
- 5
12. İstem 6 ve istem 10 veya 11'e göre bir radar sistemi olup, burada faz tespit aracı, birinci ve ikinci alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktının toplamı ile üçüncü ve dördüncü alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktıları toplamı arasında bir yükseklik faz farkını belirlemek üzere uyarlanır.
- 10
13. İstemler 1-12'den herhangi birine göre bir radar sistemi olup, burada faz tespit aracı, seçilmiş bir CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılar için ve seçilmiş bir FM-CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılar için birinci ve ikinci faz farklarını belirlemek üzere uyarlanır.
- 15
14. İstemler 1-13'ten herhangi birine göre bir radar sistemi olup, burada FM-CW radar sinyali bir rampa modülasyonlu sinyaldir.
- 20
15. İstem 14'e göre bir radar sistemi olup, burada rampa modülasyonuna sahip sinyal, yukarı rampa döneminde frekansta bir artışa sahip olan bir yukarı rampa dalga formuna veya aşağı rampa döneminde frekansta bir düşüşe sahip olan bir aşağı rampa dalga formuna sahiptir.
- 25
16. İstemler 1-15'ten herhangi birine göre bir radar sistemi olup, burada FM-CW radar sinyali, frekansta bir artışa sahip olan yukarı rampa döneminde ve frekansta bir düşüşe sahip olan aşağı rampa döneminde bir üçgen şekline sahiptir.
- 30
17. İstemler 1-16'dan herhangi birine göre bir radar sistemi olup, ayrıca üretilen CW vuru sinyallerinin en azından bir kısmına dayanarak bir nesne hızını veya bir veya daha fazla nesnenin nispi nesne hızını belirlemek için araçlar içerir.
- 35
18. İstemler 1-17'den herhangi birine göre bir radar sistemi olup, ayrıca, seçilmiş bir CW tepe frekansına dayalı bir CW nesne hızının belirlenmesi için araçlar içerir,

söz konusu CW nesne hızı, seçilen CW tepe frekansına karşılık gelen bir Doppler frekansı sağlayan bir nesnenin hızına veya nispi hızına karşılık gelir.

5 19. İstemler 1-18'den herhangi birine göre bir radar sistemi olup, burada radar dalga vericisi, frekansı verilen bir birinci oranda arttırılmış ve söz konusu birinci oranda azaltılmış olan bir üçgen dalga formuna sahip bir FM-CW radar sinyalini iletmek için uyarlanır, burada radar sistemi aşağıdakileri içerir:

10 belirlenmiş FM-CW tepe frekanslarından, iletilen FM-CW sinyalinin ardışık yukarı ve aşağı rampalarına karşılık gelen bir çift FM-CW tepe frekansını seçmek için araç,

seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftine dayanan bir FM-CW nesne hızını belirlemek için araç,

15 belirlenmiş FM-CW nesne hızının bir veya daha fazla belirlenmiş CW nesne hızı ile karşılaştırılması için bir araç; böylece seçilmiş FM-CW tepe frekanslarının bir çiftine karşılık gelen bir CW tepe frekansı elde edilir ve

seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftinden veya karşılık gelen CW tepe frekansından ve seçilmiş FM-CW tepe frekans çiftinden en az birinden bir nesne mesafesi belirlemek için bir araç.

20

20. İstemler 1-19'dan herhangi birine göre bir radar sistemi olup, ayrıca söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısal bilgisinin tahmin edilmesi için, CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısal yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan tahmin aracı içerir.

25

21. İstemler 1-20'den herhangi birine göre bir radar sistemi olup, ayrıca, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısal bilgisinin tahmin edilmesi için, FM-CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısal yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan tahmin aracı içerir.

35

22. İstemler 1-21'den herhangi birine göre bir radar sistemi olup, ayrıca CW iz kayıtlarından, FM-CW iz kayıtlarından, karşılık gelen birinci ve ikinci açısall yönlere veya karşılık gelen azimut ve yükseklik açılarına sahip bir veya daha fazla çift CW ve FM-CW tepe frekansı seçimi yapmak üzere ve elde edilen bir CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinden bir nesne hızı ve karşılık gelen bir nesne mesafesi belirlemek için araçlar içerir.
23. İstem 19 veya 22'ye göre bir radar sistemi olup, ayrıca karşılık gelen hızlara sahip önceden ölçülen CW ve/veya FM-CW tepe frekanslarının bir çiftinden belirlenen bir hız ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için zamanın bir fonksiyonu olarak kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydının oluşturulması ve sürdürülmesi için araçlar içerir.
24. İstem 23'e göre bir radar sistemi olup, ayrıca bir nesne için seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen beklenen CW ve FM-CW tepe frekanslarını tahmin etmek için CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini bir zaman fonksiyonu olarak kombine eden seçilmiş bir iz kaydına dayanan tahmin aracı içerir.
25. İstem 22'ye göre bir radar sistemi olup, ayrıca kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve karşılık gelen birinci ve ikinci açısall yönlere sahip önceden ölçülmüş bir CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinden belirlenen bir hız ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısall yönlerin bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydının oluşturulması ve sürdürülmesi için araçlar içerir.
26. İstem 25'e göre bir radar sistemi olup, ayrıca, bir nesnenin, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısall yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen beklenen bir CW ve FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş tepe frekans bilgisinin en son kaydedilen zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısall yönlerin bilgisini tahmin etmek için araçlar içerebilir.

27. Bir veya daha fazla nesnenin radar tespit yöntemi olup, özelliği söz konusu yöntemin aşağıdaki adımları içermesidir:

5 eşzamanlı olarak bir CW radar sinyali ve bir FM-CW radar sinyali iletmek,
 bir birinci, bir ikinci ve bir üçüncü radar alıcısı (120) vasıtasıyla, bir radar tespit
 aralığında bulunan bir nesneden yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerini
 almak, sırasıyla bir veya daha fazla karşılık gelen birinci, ikinci ve üçüncü CW
 vuru sinyalini üretmek üzere birinci, ikinci ve üçüncü bir CW karıştırıcı
 vasıtasıyla, CW iletim sinyalleri ve birinci, ikinci ve üçüncü alıcı tarafından
 10 alınan yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak, her bir birinci, ikinci ve üçüncü
 CW vuru sinyali bir nesnenin hızı ile ilgilidir, ve
 sırasıyla bir veya daha fazla karşılık gelen birinci, ikinci ve üçüncü FM-CW vuru
 sinyalini üretmek üzere bir birinci, bir ikinci ve bir üçüncü bir FM-CW karıştırıcı
 vasıtasıyla, FM-CW iletim sinyalleri ve birinci, ikinci ve üçüncü alıcı tarafından
 15 alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerini karıştırmak, her bir birinci, ikinci ve
 üçüncü FM-CW vuru sinyali bir nesnenin mesafesi ve hızı ile ilgilidir,

burada birinci alıcı yönü boyunca en az iki alıcı düzenlenir ve ikinci alıcı
 yönü boyunca en az iki alıcı düzenlenir, söz konusu birinci alıcı yönü
 20 ikinci alıcı yönünden farklıdır,
 söz konusu yöntem ayrıca, en az iki farklı radar dalga alıcısı tarafından
 alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri
 arasındaki faz farklılıklarının tespit edilmesini içerir,
 burada söz konusu faz farklarının tespit edilmesi, birinci alıcı yönü
 25 boyunca düzenlenen söz konusu en az iki radar dalgası alıcısı
 tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar
 sinyalleri arasında bir birinci faz farkının belirlenmesini içerir, ve
 burada söz konusu faz farklarının tespit edilmesi, ikinci alıcı yönü
 boyunca düzenlenen söz konusu en az iki radar dalga alıcısı tarafından
 30 alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri
 arasında bir ikinci faz farkının belirlenmesini içerir;
 söz konusu yöntem ayrıca aşağıdakileri içerir
 bir veya daha fazla nesneye karşılık gelen bir veya daha fazla CW iz
 kaydı oluşturma ve sürdürmek, her bir iz kaydı, zamanın bir fonksiyonu
 35 olarak tespit edilen bir dizi CW tepe frekansını ve karşılık gelen birinci ve

ikinci faz farkları ölçümlerden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisini tutmak; ve/veya bir veya daha fazla nesneye karşılık gelen bir veya daha fazla FM-CW iz kaydı oluşturma ve sürdürmek, her bir iz kaydı, zamanın bir fonksiyonu olarak tespit edilen bir dizi FM-CW tepe frekansını ve karşılık gelen birinci ve ikinci faz farkları ölçümlerden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisini tutmak.

28. İstem 27'ye göre bir yöntem olup, özelliği ayrıca aşağıdaki adımları içermesidir:

10

bir dördüncü radar dalgası alıcısı vasıtasıyla, söz konusu yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerinin alınması,

15

bir dördüncü CW karıştıracısı vasıtasıyla, bir CW iletim sinyalleri ve dördüncü alıcı tarafından alınan bir veya daha fazla dördüncü CW vuru sinyali üretmek üzere alınan dördüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW sinyallerinin karıştırılması, her bir CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir, ve

20

bir dördüncü FM-CW karıştıracısı vasıtasıyla, bir FM-CW iletim sinyalleri ve dördüncü alıcı tarafından alınan bir veya daha fazla dördüncü FM-CW vuru sinyali üretmek üzere alınan dördüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerinin karıştırılması, her bir FM-CW vuru sinyali bir nesnenin mesafesi ve hızıyla ilgilidir.

25

29. İstem 27 veya 26'ya göre bir yöntem olup, ayrıca aşağıdakileri içerir: üretilen CW vuru sinyallerinin en azından bir kısmına dayanarak bir nesne hızının veya bir ya da daha fazla nesnenin nispi nesne hızının belirlenmesi.

30

30. İstemler 27-29'dan herhangi birine göre bir yöntem olup, özelliği ayrıca aşağıdaki adımları içermesidir:

her bir CW karıştıracısından vuru sinyallerinin Fourier dönüşümünü almak ve her bir FM-CW karıştıracısından vuru sinyallerinin Fourier dönüşümünü almak.

31. İstem 30'a göre bir yöntem olup, özelliği ayrıca aşağıdaki adımları içermesidir:

söz konusu CW karıştırıcısının her birine karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılarının toplanması ve toplanan Fourier dönüştürülmüş CW sinyallerinden bir dizi CW tepe frekansının belirlenmesi, ve

5 söz konusu FM-CW karıştırıcısının her birine karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılarının toplanması ve toplanan Fourier dönüştürülmüş FM-CW sinyallerinden bir dizi FM-CW tepe frekansının belirlenmesi.

32. İstem 31'e göre bir yöntem olup, özelliği ayrıca aşağıdaki adımı içermesidir:

10 seçilmiş bir CW tepe frekansına dayalı bir CW nesne hızının belirlenmesi, söz konusu CW nesne hızı, seçilmiş CW tepe frekansına karşılık gelen bir Doppler frekansı sağlayan bir nesnenin hızına veya nispi hızına karşılık gelir.

15 33. İstem 32'ye göre bir yöntem olup, burada iletilen FM-CW radar sinyalinin frekansı belirli bir birinci oranda arttırılmış ve söz konusu birinci oranda azaltılmış bir üçgen dalga formuna sahiptir, özelliği yöntemin ayrıca aşağıdaki adımları içermesidir:

20 belirlenen FM-CW tepe frekanslarından, iletilen FM-CW sinyalinin ardışık yukarı ve aşağı rampalarına karşılık gelen bir çift FM-CW tepe frekansının seçilmesi, seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftine bağlı olarak bir FM-CW nesne hızının belirlenmesi,

25 belirlenmiş FM-CW nesne hızının bir veya daha fazla belirlenmiş CW nesne hızı ile karşılaştırılması, böylece seçilmiş FM-CW tepe frekanslarının çiftine karşılık gelen bir CW tepe frekansının elde edilmesi, ve

seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftinden veya karşılık gelen CW tepe frekansından ve seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftinden en az bir nesne mesafesinin belirlenmesi.

30 34. İstemler 27-33'ten herhangi birine göre bir yöntem olup, burada söz konusu faz farklılıklarının tespit edilmesi, birinci alıcı yönü boyunca düzenlenen alıcıların en az ikisine karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktıdan birinci faz farkının belirlenmesini içerir, ve ayrıca ikinci yön boyunca alıcıların en az ikisine karşılık gelen CW veya FM-CW

sinyallerini temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktıdan ikinci faz farkının belirlenmesini içerir.

5 35. İstemler 27-34'ten herhangi birine göre bir yöntem olup, burada söz konusu faz farklılıklarının tespit edilmesi, seçilmiş bir CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılar ve seçilmiş bir FM-CW tepe frekansı karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılar için birinci ve ikinci faz farklarının belirlenmesini içerir.

10 36. İstemler 27-35'ten herhangi birine göre bir yöntem olup, ayrıca söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısız yönlerin bilgisinin, CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve 15 ikinci açısız yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanarak tahmin edilmesini içerir.

20 37. İstemler 27-36'dan herhangi birine göre bir yöntem olup, ayrıca söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısız yönlerin bilgisinin, FM-CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısız yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanarak tahmin edilmesini içerir.

25 38. İstemler 27-37'den herhangi birine göre bir yöntem olup, özelliği ayrıca aşağıdaki adımları içermesidir:

30 CW iz kayıtlarından ve FM-CW iz kayıtlarından, karşılık gelen birinci ve ikinci açısız yönlere sahip bir veya daha fazla CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinin seçilmesi ve elde edilen bir CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinden bir nesne hızının ve karşılık gelen bir nesne mesafesinin belirlenmesi.

39. İstem 33 veya 38'e göre bir yöntem olup, ayrıca aşağıdakileri içerir:

karşılık gelen hızlara sahip önceden ölçülen CW ve/veya FM-CW tepe frekanslarının bir çiftinden belirlenen bir hız ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için zamanın bir fonksiyonu olarak kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydının oluşturulması ve sürdürülmesi için araçlar içerir.

40. İstem 39'a göre bir yöntem olup, ayrıca, bir nesne için seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen beklenen CW ve FM-CW tepe frekanslarını, CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini bir zaman fonksiyonu olarak kombine eden seçilmiş bir iz kaydına dayanarak tahmin edilmesini içerir.

41. İstem 38'e göre bir yöntem olup, özelliği ayrıca aşağıdaki adımları içermesidir:

kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve karşılık gelen birinci ve ikinci açısal yönlere sahip önceden ölçülmüş bir CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinden belirlenen bir hız ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısal yönlerin bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydının oluşturulması ve sürdürülmesi.

42. İstem 41'e göre bir yöntem olup, ayrıca, bir nesnenin, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisinin ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısal yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen beklenen bir CW ve FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş tepe frekans bilgisinin en son kaydedilen zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısal yönlerin bilgisinin tahmin edilmesini içerir.

30

TARİFNAME
BİR NESNENİN RADAR TARAFINDAN TESPİT EDİLMESİ İÇİN SİSTEM VE
YÖNTEM

5 BULUŞUN ALANI

Mevcut buluş, bir sistem ve bir nesnenin radar tarafından tespit edilmesi için bir yöntem ile ilgilidir. Daha özel olarak, buluş, bir sürekli dalga, CW, radar sinyali ve bir frekans modülasyonlu sürekli dalga, FM-CW, sinyal veya bir çoklu-frekans, MF, radar sinyalini eşzamanlı olarak ileterek bir nesnenin radar tarafından tespit edilmesine ilişkindir.

ÖNCEKİ TEKNİĞİN AÇIKLAMASI

Özellikle karayolları trafik kontrolü için radarlara sahip otomobillerin temin edilmesi alanında bir dizi radar tespit sistemi bilinmektedir.

U.S. Pat. 5,731,778, otomotiv çarpışma önleyici sistemler için uygun olan bir FM-CW radarını tarif etmektedir. Bu radar, frekansı belirli bir oranda artan ve belirli bir oranda azalan bir üçgen dalga şeklinde bir radar sinyali üretir. Bir alıcı, bir vuru sinyali üretmek üzere bir hedeften yansıtılmış bir dalgayı alır ve bir frekans spektrumunda tepe noktaları gösteren tepe frekans bileşenlerini belirlemek için vuru sinyalinin Fourier dönüşümünü alır. Alıcı ayrıca tepe frekans bileşenlerinin fazlarını belirler ve bir frekans yükselme aralığındaki tepe frekans bileşenlerinden en az birini, burada radar sinyalinin frekansı artırılır ve frekans düşme aralığındaki tepe frekans bileşenlerinden en az birini seçer, burada radar sinyalinin frekansı azalır, bu da eşleştirilmiş tepe frekans bileşenlerinin frekansına dayalı olarak hedefin uzaklığını ve nispi hızını belirlemek için bunları eşleştirmek üzere büyük ölçüde aynı fazı gösterir. Bununla birlikte, U.S. Pat. 5,731,778'de bir CW radar sinyalinin iletimi yoktur, burada sistem, hedef mesafe ve hızı belirlerken belirsizliğe yol açan frekans yükselme aralığı ve frekans düşme aralığından tepe frekans bileşenlerinin eşleşmesine dayanır.

U.S. Pat. 5,325,097'de önceden belirlenmiş bir bölgedeki tehlike ile tehlike olmayan hedefler arasında ayırım yapmak için bir karayolu araç radar sistemi tarif edilmiştir. Açıklanan sistem, hedef aralık ve görünür hedef hızını ölçmek için radar miktarlarının üretilmesinde bir çift frekans modülasyonlu sürekli dalga radar döngüsü, FM-CW ve bir

tekli sürekli dalga döngüsü, CW kullanır. Bir birinci döngü sırasında frekansta bir artış ve bir ikinci döngüde frekansta bir düşüş ile bir üçgen FM-CW radar dalgası kullanılması tercih edilir. Alınan FM-CW radar sinyallerinden bir FM-CW Doppler miktarı belirlenebilir ve alınan CW radar sinyalinden bir CW Doppler miktarı belirlenebilir. Doppler miktarları hedef hızlara karşılık gelir ve elde edilen FM-CW ve CW Doppler miktarlarından, hedefin bir tehlike mi yoksa tehlike olmayan bir hedef mi olduğu belirlenir. U.S. Patent No. 5,325,097'de, yalnızca hedef hız ve mesafeyle ilgili bilgi veren bir CW sinyali ve hedef hız ve mesafeyle ilgili bilgileri içeren bir FM-CW kullanılır, böylece hedef hız ve mesafe belirlenirken belirsizliği azaltır. Bununla birlikte, FM-CW ve CW sinyalleri farklı zaman döngülerinde iletilir, böylece hedef gözlem üç zaman döngüsüne bölünerek radar sisteminin hassasiyetini azaltır. Aynı anda birden fazla nesnenin menzilini ve hızını belirleme konusu da ele alınmamıştır, çünkü sistem yalnızca görünürdeki en belirgin nesnenin tespit edilmesini sağlamak için tasarlanmıştır.

15

Doküman U.S. 3,120,659, bir FM-CW radar sinyali ve bir CW radar sinyalinin aynı anda iletildiği hareketli bir hedef radar sistemini tarif etmektedir.

Doküman GB 2 380 682 A, üç alıcıya sahip bir CW radar sistemini tarif eder; burada bir hedefin hızını ve açısal sapmasını belirlemek için, en az iki alıcı bir birinci alıcı yönü boyunca düzenlenmiştir ve en az iki alıcı, birinci alıcı yönünden farklı bir ikinci alıcı yönü boyunca düzenlenmiştir.

Doküman US 6,104,336, her bir anten ışını için frekans alanındaki çeşitli hedefleri izleyen bir FM-CW sıralı loblu radar sistemi açıklanmaktadır.

Dolayısıyla, bir veya daha fazla nesnenin, özellikle süpersonik hızlarda hareket edenlerin, sistemin hassasiyetini arttırmak için aynı anda minimum zaman döngülerini kullanırken, belli aralık ve hız ölçümlerini sağlayabilen bir radar tespit sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut buluşun sistemi tarafından bu türlü bir radar tespit sistemine bir çözüm sağlanmaktadır.

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

35

Mevcut buluşa göre, istem 1'e göre bir veya daha fazla nesnenin tespit edilmesi için bir radar sistemi sağlanmaktadır.

Burada, buluşun bir birinci yönünde, şunlar tercih edilir: radar dalga vericisi eş zamanlı olarak bir CW radar sinyali ve bir FM-CW radar sinyalini iletmek için uyarlanmıştır; birinci radar dalgası alıcısı, radar sisteminin bir tespit aralığında bulunan bir veya daha fazla nesneden yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerini almak için uyarlanmıştır; birinci CW karıştırıcısı, CW iletim sinyallerini ve bir veya daha fazla birinci CW vuru sinyali üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak için bir karıştırıcıdır; her bir birinci CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir; ve birinci FM-CW veya MF karıştırıcısı, FM-CW iletim sinyallerini ve bir nesnenin mesafesi ve hızı ile ilgili bir veya daha fazla birinci FM-CW sinyalini üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerini karıştırmak için bir birinci FM-CW karıştırıcısıdır.

15

Dolayısıyla, buluşun birinci yönüne göre, bir veya daha fazla nesnenin tespiti için bir radar sistemi sağlanmıştır, söz konusu sistem aşağıdakileri içerir: eşzamanlı olarak bir CW radar sinyali ve bir FM-CW radar sinyali iletmek için bir radar dalga vericisi; radar sisteminin bir tespit aralığında bulunan bir veya daha fazla nesneden yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerini almak için bir birinci radar dalga alıcısı; bir veya daha fazla birinci CW vuru sinyali üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan CW iletim sinyallerini ve yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak için bir birinci CW karıştırıcısı; her bir birinci CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir; ve FM-CW iletim sinyallerini ve bir veya daha fazla birinci FM-CW vuru sinyali üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerini karıştırmak için bir birinci FM-CW karıştırıcısı, her bir birinci FM-CW vuru sinyali nesnenin mesafe ve hızıyla ilgilidir.

20

25

Radar dalga vericisinin aynı anda bir CW radar sinyali ve bir FM-CW radar sinyalini iletmek için uyarlandığı buluşa ait sistemler için, FM-CW radar sinyali bir testere dalgası veya rampa modülasyonuna sahip bir sinyal olabilir. Burada, rampa modülasyonuna sahip sinyal, yukarı rampa döneminde frekansta bir artış olan bir yukarı rampa dalga formuna veya aşağı rampa döneminde frekansta bir düşüş olan bir aşağı rampa dalga formuna sahip olabilir. Alternatif olarak, FM-CW radar sinyali, frekansta bir artışa sahip olan yukarı rampa dönemlerinde ve frekansta bir düşüşe sahip olan aşağı rampa dönemlerinde üçgen şeklinde bir dalga formuna sahip olabilir.

30

35

İkinci bir örneğe göre, aşağıdakileri tercih edilir: radar dalga vericisi, bir CW radar sinyalinin ve bir MF radar sinyalinin aynı anda iletmek için uyarlanır; birinci radar dalgası alıcısı, radar sisteminin bir tespit aralığında bulunan bir nesnenin yansıtılmış CW ve MF radar sinyallerini almak için uyarlanmıştır; birinci CW karıştırıcısı, bir CW iletim sinyallerini ve birinci alıcı tarafından alınan bir veya daha fazla birinci CW vuru sinyali üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak için bir karıştırıcıdır; her bir birinci CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir; ve birinci FM-CW veya MF karıştırıcısı, MF iletim sinyallerini karıştırmak için ve birinci alıcı tarafından alınan bir veya daha fazla birinci MF vuru sinyalinin üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış MF sinyallerini bir birinci MF karıştırıcısıdır, her bir birinci MF vuru sinyali nesnenin mesafe ve hızıyla ilgilidir.

Dolayısıyla, ikinci örneğe göre, bir veya daha fazla nesnenin tespiti için bir radar sistemi sağlanmıştır, söz konusu sistem aşağıdakileri içerir: eşzamanlı olarak bir CW radar sinyali ve bir MF radar sinyali iletmek için bir radar dalga vericisi; radar sisteminin bir tespit aralığında bulunan bir veya daha fazla nesnenin yansıtılmış CW ve MF radar sinyallerini almak için bir birinci radar dalga alıcısı; bir veya daha fazla birinci CW vuru sinyali üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan CW iletim sinyallerini ve yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak için bir birinci CW karıştırıcısı, her bir birinci CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir; ve bir veya daha fazla birinci MF vuru sinyalinin üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan MF iletim sinyallerini ve yansıtılmış MF sinyallerini karıştırmak için bir birinci MF karıştırıcısı; her bir birinci MF, her bir birinci MF vuru sinyali nesnenin mesafe ve hızıyla ilgilidir.

Buluşa ait radar sisteminin ayrıca yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerini almak için bir ikinci radar dalga alıcısı içermesi tercih edilir. Burada, birinci ve ikinci alıcılar aynı düzlemde düzenlenebilir. Ayrıca, tercih edilen bir uygulamada, en azından birinci ve ikinci radar dalga alıcılarının bir birinci alıcı yönü boyunca düzenlenmesidir. Buluşun radar sisteminin ayrıca, birinci, ikinci ve üçüncü alıcıların aynı düzlemde düzenlenebileceği, yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerini almak için bir üçüncü radar dalga alıcısı içermesi tercih edilir. Radar sistemi ayrıca yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerini almak için bir dördüncü radar dalga alıcısı içerebilir; burada birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü alıcılar aynı düzlemde düzenlenebilir.

Birden fazla alıcıya sahip olan buluşun bir radar sistemi için, birinci alıcı yönü boyunca en az iki alıcı düzenlenmesi ve bir ikinci alıcı yönü boyunca en az iki alıcı düzenlenmesi tercih edilen bir uygulamadır, söz konusu birinci alıcının yönü ikinci alıcı yönünden farklıdır. Burada, birinci ve ikinci alıcı yönleri büyük ölçüde birbirine dik olabilir.

5

Aynı zamanda, radar sistemi iki veya daha fazla radar dalga alıcısı içerdiğinde, sistemin ayrıca karşılık gelen CW karıştırıcılarını ve FM-CW karıştırıcılarını içerebileceği de anlaşılmalıdır.

- 10 Bu nedenle, sistem bir birinci CW karıştırıcısına, bir birinci FM-CW karıştırıcısına ve bir ikinci alıcıya sahip olduğunda, sistem ayrıca, CW iletim sinyallerini ve bir veya daha fazla ikinci CW vuru sinyali üretmek üzere ikinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak için bir ikinci CW karıştırıcısını, her bir ikinci CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir; ve FM-CW iletim sinyallerini ve ve bir veya daha fazla ikinci
- 15 FM-CW vuru sinyali üretmek üzere ikinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerini karıştırmak için bir ikinci FM-CW karıştırıcısı içerir, her bir ikinci FM-CW vuru sinyali nesnenin mesafe ve hızıyla ilgilidir. Sistem ayrıca bir üçüncü alıcıya sahip olduğunda, üçüncü alıcı tarafından alınan CW iletim sinyallerini ve bir veya daha fazla üçüncü CW vuru sinyali üretmek üzere üçüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW
- 20 sinyallerini karıştırmak için bir üçüncü CW karıştırıcı içerebilir, her bir üçüncü CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir; ve FM-CW iletim sinyallerini ve bir veya daha fazla üçüncü FM-CW sinyalini üretmek üzere üçüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerini karıştırmak için üçüncü bir FM-CW karıştırıcı içerebilir, her bir üçüncü FM-CW vuru sinyali nesnenin mesafe ve hızıyla ilgilidir. Sistem ayrıca bir dördüncü
- 25 alıcıya sahip olduğunda, CW iletim sinyallerini ve bir CW vuru sinyalini üretmek üzere dördüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW sinyallerini karıştırmak için bir dördüncü CW karıştırıcı içerebilir, her bir dördüncü CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir; ve FM-CW iletim sinyallerini ve bir veya daha fazla dördüncü FM-CW vuru sinyali üretmek üzere dördüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerini
- 30 karıştırmak için bir dördüncü FM-CW karıştırıcısı içerebilir, her bir dördüncü FM-CW vuru sinyali nesnenin mesafe ve hızıyla ilgilidir.

- Buluşun bir CW vuru sinyali üretmek üzere bir CW karıştırıcısı içeren sistemlerinde, sistem ayrıca üretilen CW vuru sinyallerinin en azından bir kısmına dayanarak bir veya
- 35 daha fazla nesnenin bir nesne hızını veya bir nispi nesne hızını belirlemek için araçlar

içerebilir. Sistemin tercih edilen bir uygulamasında, her bir CW karıştırıcısı için, vuru sinyal(ler)inin Fourier dönüşümünü söz konusu CW karıştırıcısından almak için karşılık gelen dönüştürme araçları bulunur. Burada, sistem ayrıca söz konusu CW karıştırıcısının her birine karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılarını toplamak ve toplanan Fourier dönüştürülmüş CW sinyallerinden bir dizi CW tepe frekansını belirlemek için araçlar içerebilir. Sistem ayrıca, seçilmiş bir CW tepe frekansına dayanan bir CW nesne hızını, söz konusu CW nesne hızını, seçilmiş CW tepe frekansına karşılık gelen bir Doppler frekansı sağlayan bir nesnenin hızına veya nispi hızına göre belirlemek için araçlar içerebilir.

10

Buluşa uygun FM-CW vuru sinyallerinin üretilmesi için bir veya daha fazla FM-CW karıştırıcısı içeren sistemler için, her bir FM-CW karıştırıcısının için söz konusu FM-CW karıştırıcısından vuru sinyal(ler)inin Fourier dönüşümünü almak için karşılık gelen dönüştürme araçlarının bulunması tercih edilir. Aynı zamanda burada, sistem ayrıca söz konusu FM-CW karıştırıcılarının her birine karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılarının toplanması ve toplanan Fourier dönüştürülmüş FM-CW sinyallerinden bir miktar FM-CW tepe frekansının belirlenmesi için araç içerebilir.

15

Buluşun sisteminin bir uygulamasına göre, radar dalga vericisi, frekansı verilen bir birinci hızda arttırılmış ve söz konusu birinci hızda düşürülmüş olan bir üçgen dalga biçimine sahip bir FM-CW radar sinyalini iletmek üzere uyarlanmıştır, ve burada radar sistemi aşağıdakileri içerir: belirlenmiş FM-CW tepe frekanslarından, iletilen FM-CW sinyalinin ardışık yukarı ve aşağı rampalarına karşılık gelen bir çift FM-CW tepe frekansını seçmek için araç; seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftine dayanan bir FM-CW nesne hızını belirlemek için araç; belirlenmiş FM-CW nesne hızının bir veya daha fazla belirlenmiş CW nesne hızı ile karşılaştırılması için araç; böylece seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftine karşılık gelen bir CW tepe frekansı elde edilir; ve seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftinden veya karşılık gelen CW tepe frekansından ve seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftinden en az birinin bir nesne mesafesini belirlemek için araç.

20

25

30

Buluşun en az iki radar dalga alıcısına sahip olduğu sistemler için, sistem ayrıca, en az iki farklı radar dalga alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki faz farklarını tespit etmek için araç içerebilir.

35

Buluşun birinci alıcı yönü boyunca düzenlenmiş alıcılara sahip olduğu sistemler için, sistem ayrıca, alıcılar tarafından birinci alıcı yönü boyunca bir veya daha fazla alıcı tarafından alınan ilgili radar sinyallerine dayanarak, bir birinci nesne açışal yönüyle ilgili daha fazla zaman veya faz farkını tespit etmek için bir veya daha fazla faz detektörü içerebilir. Buluşun birinci ve ikinci alıcı yönleri boyunca düzenlenmiş alıcılara sahip sistemleri için, sistem ayrıca, en az kısmen, alıcılar tarafından ikinci alıcı yönü boyunca alınan bir veya daha fazla alıcı radar sinyallerine dayanarak, bir ikinci nesne açışal yönüyle ilgili zaman veya faz farklarını tespit etmek için bir veya daha fazla faz detektörü içerebilir. Buluşun bir veya daha fazla faz detektörüne sahip sistemleri için, söz konusu bir veya daha fazla faz detektörünün, aynı alıcı yönü boyunca düzenlenen en az iki alıcıya karşılık gelen alınan radar sinyallerini temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktısına dayanan bir faz farkının belirlenmesi için uyarlanması mümkündür, söz konusu alınan radar sinyalleri aynı iletilen radar sinyaline karşılık gelir.

Buluşun radar sisteminin bir uygulamasına göre, en az iki alıcı yan yana yatay olarak düzenlenmiştir. Bu nedenle, yatay olarak düzenlenmiş iki alıcı tarafından alınan karşılık gelen radar sinyalleri arasında tespit edilen bir zaman veya faz farkı, bir azimut faz farkı ile ilgili olabilir. Aynı zamanda, buluşun bir uygulamasında en az iki alıcı birbirlerinin üzerinde dikey olarak düzenlenmiştir. Bu nedenle, dikey olarak düzenlenmiş iki alıcı tarafından alınan karşılık gelen radar sinyalleri arasında tespit edilen bir zaman veya faz farkı, bir yükseklik faz farkı ile ilgili olabilir. Bu nedenle, radar sisteminin birbirinin yanı sıra yatay olarak düzenlenmiş bir birinci ve bir ikinci alıcı ile birinci veya ikinci alıcının altında dikey olarak düzenlenen bir üçüncü alıcı ile en az üç radar alıcısına sahip olması tercih edilir. Ayrıca, radar sisteminin en az dört alıcıya sahip olması tercih edilir, birinci ve ikinci alıcılar birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenirken, üçüncü ve dördüncü alıcılar birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenir üçüncü ve dördüncü alıcılar ve sırasıyla birinci ve ikinci alıcıların altında dikey olarak düzenlenir.

Buluşun birinci alıcı yönü boyunca düzenlenmiş alıcılara sahip olduğu sistemler için, daha sonra birinci alıcı yönü boyunca en az iki alıcı düzenlenebilir ve faz tespit aracı, karşılık gelen birinci alıcı yönü boyunca düzenlenen söz konusu en az iki radar dalgası alıcısı tarafından alınan yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki birinci faz farkını belirlemek üzere uyarlanabilir, söz konusu birinci faz farkı, bir birinci nesne açışal yönüyle ilgilidir. Burada, faz tespit aracı, birinci faz yönü boyunca düzenlenen en

az iki alıcıya karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktısından birinci faz farkını belirlemek üzere uyarlanabilir.

5 Sistem birbirinin yanı sıra yatay olarak düzenlenmiş iki alıcıya sahip olduğunda, faz tespit aracı, söz konusu yatay olarak düzenlenmiş iki radar dalga alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki azimut faz farkını belirlemek üzere uyarlanabilir. Burada, faz tespit aracı, yatay olarak hizalanmış iki alıcıya karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden iki Fourier ile dönüştürülmüş çıktı arasındaki azimut faz farkını belirlemek üzere uyarlanabilir.

10

Buluşun birinci ve ikinci alıcı yönleri boyunca düzenlenmiş alıcılara sahip olduğu sistemler için, daha sonra ikinci alıcı yönü boyunca en az iki alıcı düzenlenebilir ve faz tespit aracı, ikinci alıcı yönü boyunca düzenlenen söz konusu en az iki radar dalga alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki ikinci bir faz farkını belirlemek üzere uyarlanabilir, söz konusu ikinci faz farkı, bir ikinci nesne açısal yönü ile ilgilidir. Burada, faz tespit aracı, ikinci alıcı yönü boyunca düzenlenen en az iki alıcıya karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktısından ikinci faz farkını belirlemek üzere uyarlanabilir.

20

Sistem birbirinin üzerinde dikey olarak düzenlenmiş iki alıcıya sahip olduğunda, faz tespit aracı, söz konusu dikey olarak düzenlenmiş iki radar dalga alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki bir yükseklik faz farkını belirlemek üzere uyarlanabilir. Burada, faz tespit aracı, dikey olarak hizalanmış iki alıcıya karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden iki Fourier ile dönüştürülmüş çıktı arasındaki bir yükseklik faz farkını belirlemek üzere uyarlanabilir.

30 En az iki radar dalga alıcısına sahip olan ve iki farklı radar dalga alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki faz farklarını tespit etmeye yönelik araçlar içeren buluşa ait sistemler için, faz tespit aracının seçilmiş bir CW tepe frekansına karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktı arasındaki bir faz farkını belirlemek ve seçilmiş bir FM-CW tepe frekansına karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktı arasındaki bir faz farkını belirlemek için uyarlanması tercih edilir.

35

Buluşun birinci ve ikinci alıcılarının birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenmiş olduğu dört radar dalga alıcısına sahip olan sistemler için, üçüncü ve dördüncü alıcılar birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenir ve üçüncü ve dördüncü alıcılar sırasıyla
5 birinci ve ikinci alıcıların dikey olarak altına yerleştirilir, faz tespit araçlarının, birinci ve üçüncü alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktısının toplamı ile ikinci ve dördüncü alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktısının toplamı arasında bir azimut faz farkı belirlemek üzere uyarlanması tercih edilir. Ayrıca, faz tespit araçlarının, birinci ve ikinci alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktısının
10 toplamı ile üçüncü ve dördüncü alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktısının toplamı arasındaki bir yükseklik faz farkını belirlemek üzere uyarlanması tercih edilir.

Buluşun faz tespit etme araçlarına ve birinci ve ikinci alıcı yönleri boyunca düzenlenen
15 alıcılara sahip sistemleri için, faz tespit aracının, seçilmiş bir CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier tarafından dönüştürülmüş çıktıları ve seçilmiş bir FM-CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktıları için birinci ve ikinci faz farklarını belirlemek üzere uyarlanması tercih edilir.

20 Buluşun faz tespit araçlarına sahip sistemleri için, faz tespit araçlarının, seçilmiş bir CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktıları ve/veya seçilmiş bir FM-CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktıları için azimut ve yükseklik faz farklarını belirlemek üzere uyarlanması tercih edilir.

25 Buluşun faz tespit araçlarına sahip sistemleri için, sistem ayrıca bir veya daha fazla nesneye karşılık gelen bir veya daha fazla CW iz kaydının oluşturulması ve sürdürülmesi için araçlar içerebilir, her bir iz kaydı, zamanın bir fonksiyonu olarak bir dizi tespit edilmiş CW tepe frekansını ve ayrıca karşılık gelen birinci ve ikinci faz farklarının ölçümlerinden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci
30 açılal yönlerin bilgisinin tutulmasını veya ayrıca karşılık gelen azimut ve yükseklik fazı ölçümlerinden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açılarının bilgisinin tutulmasını içerir.

Buluşun bir uygulamasında, sistem ayrıca, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık
35 gelen bir nesnenin beklenen CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının

en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisinin tahmin edilmesi için, CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan tahmin aracı içerir.

5

Buluşun bir uygulamasında, sistem, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda azimut ve yükseklik açılarının bilgisinin tahmin edilmesi için CW tepe frekans bilgisini tutan ve zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açılarının bilgisini tutan bir seçilmiş iz kaydına dayanan tahmin aracı içerir.

10

Sistemin ayrıca bir veya daha fazla nesneye karşılık gelen bir veya daha fazla FM-CW iz kaydı oluşturmak ve sürdürmek için araçlar içermesi tercih edilir, her bir iz kaydı zamanın bir fonksiyonu olarak tespit edilen bir dizi FM-CW tepe frekansını, ve ayrıca karşılık birinci ve ikinci faz farklarının ölçümlerinden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisinin tutulması veya karşılık gelen azimut ve yükseklik faz ölçümlerinden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açılarının bilgisinin tutulmasını içerir.

20

Buluşun bir uygulamasında, sistem ayrıca, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisinin tahmin edilmesi için, FM-CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan tahmin aracı içerir.

25

Buluşun bir uygulamasında, sistem, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda azimut ve yükseklik açılarının bilgisinin tahmin edilmesi için FM-CW tepe frekans bilgisini tutan ve zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açı bilgisini tutan bir seçilmiş iz kaydına dayanan tahmin aracı içerir.

30

Sistem ayrıca CW iz kayıtlarından, FM-CW iz kayıtlarından, karşılık gelen birinci ve ikinci açısız yönlere veya karşılık gelen azimut ve yükseklik açılarına sahip bir veya daha fazla çift CW ve FM-CW tepe frekansı seçimi yapmak üzere ve elde edilen bir CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinden bir nesne hızı ve karşılık gelen bir nesne mesafesi belirlemek için araçlar içerebilir.

Nesne hızlarını ve karşılık gelen nesne mesafelerini belirlemek için araçlara sahip sistemler için, sistem ayrıca sahip önceden ölçülen bir çift CW ve/veya karşılık gelen hızlara FM-CW tepe frekansından belirlenmiş hıza ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için bir zaman fonksiyonu olarak kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydı oluşturmak ve sürdürmek için araçlar içerebilir. Burada, sistem ayrıca, bir nesne için seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen beklenen CW ve FM-CW tepe frekanslarını tahmin etmek için CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini bir zaman fonksiyonu olarak kombine eden seçilmiş bir iz kaydına dayanan tahmin aracı içerebilir.

Sistem ayrıca veya alternatif olarak, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve karşılık gelen birinci ve ikinci açısız yönlere sahip önceden ölçülmüş bir CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinden belirlenen bir hız ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısız yönlerin bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydının oluşturulması ve sürdürülmesi için araçlar içerebilir. Burada sistem ayrıca, bir nesneye, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısız yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen beklenen bir CW ve FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş tepe frekans bilgisinin en son kaydedilen zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısız yönlerin bilgisini tahmin etmek için araçlar içerebilir.

Sistem ayrıca veya alternatif olarak, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve karşılık gelen azimut ve yükseklik açılarına sahip önceden ölçülmüş bir CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinden belirlenen bir hız ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açısı bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydının oluşturulması ve sürdürülmesi için araçlar içerebilir. Burada sistem ayrıca, bir nesneye, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve

zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açısı bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen beklenen bir CW ve FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş tepe frekans bilgisinin en son kaydedilen zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda azimut ve yükseklik açısı
5 bilgisini tahmin etmek için araçlar içerebilir.

Mevcut buluşa göre, istem 27'ye göre bir veya daha fazla nesnenin radar tespit yöntemi de sağlanmıştır.

10 Burada, buluşun birinci yönüne göre, CW radar sinyalinin bir FM-CW radar sinyali ile aynı anda iletilmesi tercih edilir; alıcı adım, bir radar algılama aralığında bulunan bir veya daha fazla nesneden yansıyan CW ve FM-CW radar sinyallerinin alınmasını içerir, birinci alıcı tarafından alınan CW iletim sinyalleri ve yansıyan CW sinyalleri, bir veya daha fazla birinci CW vuru sinyali üretmek üzere birinci CW karıştırıcısı
15 vasıtasıyla karıştırılır, her bir birinci CW vuru sinyali, bir nesnenin hızıyla ilgilidir, ve birinci alıcı tarafından alınan FM-CW iletim sinyalleri ve yansıyan FM-CW sinyalleri, bir veya daha fazla birinci FM-CW vuru sinyali üretmek üzere bir birinci FM-CW karıştırıcısı vasıtasıyla karıştırılır, her bir birinci FM-CW vuru sinyali, bir nesnenin uzaklığı ve hızı ile ilgilidir.

20

Dolayısıyla, buluşun birinci yönüne göre, bir veya daha fazla nesnenin bir radar tespit yöntemi sağlanmıştır, söz konusu yöntem aşağıdakileri içerir: bir CW radar sinyali ve bir FM-CW radar sinyalinin bir eşzamanlı olarak iletilmesi; bir birinci radar alıcısı vasıtasıyla, bir radar tespit aralığında bulunan bir nesneden yansıtılmış CW ve FM-CW
25 radar sinyallerinin alınması; bir veya daha fazla birinci CW vuru sinyalinin üretilmesi için CW iletim sinyalleri ve yansıtılmış CW sinyallerinin bir birinci CW karıştırıcısı vasıtasıyla karıştırılması, her bir birinci CW vuru sinyali bir nesnenin hızı ile ilgilidir; ve bir veya daha fazla birinci FM-CW vuru sinyalinin üretilmesi için bir birinci FM-CW karıştırıcısı vasıtasıyla bir FMF-CW iletim sinyalinin ve yansıtılmış FM-CW sinyallerinin
30 karıştırılması, her bir birinci-FM-CW vuru sinyali nesnenin mesafe ve hızı ile ilgilidir.

Eş zamanlı olarak bir CW radar sinyali ve bir FM-CW radar sinyali iletimine sahip buluşa ait yöntemler için, iletilen FM-CW radar sinyali bir testere dalgası veya rampa modülasyonuna sahip bir sinyal olabilir. Burada, rampa modülasyonuna sahip sinyal,
35 yukarı rampa döneminde frekansta bir artış olan bir yukarı rampa dalga formuna veya

aşağı rampa döneminde frekansta bir düşüş olan bir aşağı rampa dalga formuna sahip olabilir. Alternatif olarak, FM-CW radar sinyali, frekansta bir artışa sahip olan yukarı rampa dönemlerinde ve frekansta bir düşüşe sahip olan aşağı rampa dönemlerinde üçgen şeklinde bir dalga formuna sahip olabilir.

5

İkinci örneğe göre, CW radar sinyalinin bir MF radar sinyaliyle eş zamanlı iletilmesi tercih edilir; alıcı adım, radar sisteminin bir tespit aralığında mevcut olan bir veya daha fazla nesneden yansıtılmış CW ve MF radar sinyallerinin alınmasını içerir; birinci alıcı tarafından alınan CW iletim sinyalleri ve yansıtılmış CW sinyalleri, birinci CW karıştırıcısı vasıtasıyla, bir veya daha fazla birinci CW vuru sinyalini üretmek üzere karıştırılır, her bir CW vuru sinyali nesnenin hızı ile ilgilidir; ve MF iletim sinyalleri ve birinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış MF sinyalleri bir birinci MF karıştırıcısı vasıtasıyla bir veya daha fazla birinci MF vuru sinyali üretmek üzere karıştırılır, her bir birinci MF vuru sinyali bir nesnenin uzaklığına ve hızı ile ilgilidir.

15

Dolayısıyla, ikinci örneğe göre, bir veya daha fazla nesnenin radar tespit yöntemi sağlanmıştır, söz konusu yöntem aşağıdakileri içerir: bir eşzamanlı olarak bir CW radar sinyali ve bir MF radar sinyali iletmek; bir birinci radar dalgası alıcısı vasıtasıyla, bir radar tespit aralığında mevcut olan bir veya daha fazla nesneden yansıtılmış CW ve MF radar sinyallerini almak; bir birinci CW karıştırıcısı vasıtasıyla bir veya daha fazla birinci CW vuru sinyali üretmek üzere birinci alıcı tarafından alınan CW iletim sinyallerinin ve yansıtılmış CW sinyallerinin karıştırılması, her biri birinci CW vuru sinyali bir nesnenin hızıyla ilgilidir; ve bir birinci MF karıştırıcısı vasıtasıyla bir birinci veya daha fazla birinci MF vuru sinyalinin üretilmesi için birinci alıcı tarafından alınan MF iletim sinyallerinin ve yansıtılmış MF sinyallerinin karıştırılması, her bir birinci MF vuru sinyali bir nesnenin uzaklığı ve hızı ile ilgilidir.

Buluşun yönteminin ayrıca, bir ikinci radar alıcısı vasıtasıyla, söz konusu yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerinin alınmasını içermesi tercih edilir. Ayrıca burada, birinci ve ikinci alıcılar aynı düzlemde düzenlenebilir. En az birinci ve ikinci alıcıların, birinci alıcı yönü boyunca düzenlenmesi tercih edilir. Buluşun yönteminin ayrıca, bir üçüncü radar dalgası alıcısı vasıtasıyla, söz konusu yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerinin alınmasını içermesi tercih edilir, burada birinci, ikinci ve üçüncü alıcılar aynı düzlemde düzenlenebilir. Yöntem ayrıca, bir dördüncü radar dalgası alıcısı vasıtasıyla, söz konusu yansıtılmış CW ve FM-CW radar sinyallerinin alınmasını

35

içerebilir, burada birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü alıcılar aynı düzlemde düzenlenebilir.

5 Buluşun bir uygulamasına göre, yöntem birinci alıcı yönü boyunca düzenlenmiş en az iki alıcı kullanabilir ve en az iki alıcı ikinci alıcı yönü boyunca düzenlenir, söz konusu birinci alıcı yönü ikinci alıcı yönünden farklı olabilir. Ayrıca burada, birinci ve ikinci alıcı yönleri büyük ölçüde birbirine dik olabilir.

10 Bir birinci CW karıştırıcısı, bir birinci FM-CW karıştırıcısı ve bir ikinci alıcı kullanan buluşun birinci yönüne göre bir yöntem için, söz konusu yöntem ayrıca şunları içerebilir: bir ikinci CW karıştırıcısı, CW iletim sinyalleri ve bir veya daha fazla ikinci CW vuru sinyali üretmek üzere ikinci alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW sinyallerinin karıştırılması, her bir ikinci CW vuru sinyali bir nesnenin hızı ile ilgilidir; ve bir ikinci FM-CW karıştırıcısı vasıtasıyla, FM-CW iletim sinyallerinin ve ikinci alıcı tarafından alınan
15 bir veya daha fazla ikinci FM-CW vuru sinyalinin üretilmesi için alınan yansıtılmış FM-CW sinyallerinin karıştırılması, her bir ikinci FM-CW vuru sinyali bir nesnenin mesafesi ve hızı ile ilgilidir. Üçüncü bir alıcının kullanıldığı bir yöntem için, söz konusu yöntem ayrıca şunları içerebilir: üçüncü bir CW karıştırıcısı vasıtasıyla, CW iletim sinyallerinin ve bir veya daha fazla üçüncü CW vuru sinyali üretmek üzere üçüncü alıcı tarafından
20 alınan yansıtılmış CW sinyallerinin karıştırılması, her bir üçüncü CW vuru sinyali bir nesnenin hızı ile ilgilidir; ve bir üçüncü FM-CW karıştırıcısı vasıtasıyla, FW-CW iletim sinyallerinin ve bir veya daha fazla üçüncü FW-CW vuru sinyali üretmek üzere üçüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış FW-CW sinyallerinin karıştırılması, her bir üçüncü FM-CW vuru sinyali bir nesnenin mesafesi ve hızı ile ilgilidir. Bir dördüncü alıcı kullanan
25 bir yöntem için, yöntem ayrıca şunları içerebilir: bir dördüncü CW karıştırıcısı ile CW iletim sinyallerinin ve dördüncü alıcı tarafından alınan bir veya daha fazla dördüncü CW vuru sinyali üretmek üzere dördüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış CW sinyallerinin karıştırılması, her bir dördüncü CW vuru sinyali bir nesnenin hızı ile ilgilidir; ve bir dördüncü FM-CW karıştırıcısı vasıtasıyla, FW-CW iletim sinyallerinin ve bir veya daha
30 fazla dördüncü FW-CW vuru sinyali üretmek üzere dördüncü alıcı tarafından alınan yansıtılmış FW-CW sinyallerinin karıştırılması, her bir dördüncü FM-CW vuru sinyali bir nesnenin mesafesi ve hızı ile ilgilidir.

35 Buluşa uygun CW vuru sinyallerini üretmek üzere bir veya daha fazla CW karıştırıcısı kullanan bir yöntem için, yöntem ayrıca üretilen CW vuru sinyallerinin en azından bir

kısmına dayanan bir veya daha fazla nesnenin nispi bir nesne hızının belirlenmesini içerebilir. Aynı zamanda, karşılık gelen CW vuru sinyallerini üretmek üzere bir veya daha fazla CW karıştırıcısı kullanan buluşa ait bir yöntem için, yöntemin, her bir CW karıştırıcısından vuru sinyallerinin Fourier dönüşümünü almasını içermesi tercih edilir.

5 Burada, yöntem ayrıca söz konusu CW karıştırıcısının her birine karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktıların toplanmasını ve toplanan Fourier dönüştürülmüş CW sinyallerinden birkaç CW tepe frekansının belirlenmesini içerebilir. Sistem ayrıca, seçilmiş bir CW tepe frekansına dayanan bir CW nesne hızını, söz konusu CW nesne hızını, seçilmiş CW tepe frekansına karşılık gelen bir Doppler frekansı sağlayan bir nesnenin hızına veya nispi hızına göre belirlemek için araçlar içerebilir.

10

Karşılık gelen FM-CW vuru sinyallerini üretmek üzere bir veya daha fazla FM-CW karıştırıcısı kullanan buluşun bir yöntemi için, yöntem ayrıca her FM-CW karıştırıcısından vuru sinyallerinin Fourier dönüşümünü almayı da içerebilir. Yine burada, yöntem ayrıca söz konusu FM-CW karıştırıcısının her birine karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktıların toplanmasını ve toplam Fourier dönüştürülmüş FM-CW sinyallerinden bir miktar FM-CW tepe frekansının belirlenmesini içerebilir.

15

Buluşun birinci yönüne ait bir yöntemin bir uygulamasına göre, iletilen FM-CW radar sinyali, belirli bir birinci hızda arttırılmış ve söz konusu birinci hızda düşürülmüş frekansı içeren bir üçgen dalga formuna sahiptir ve yöntem ayrıca aşağıdakileri içerir: tespit edilen FM-CW tepe frekanslarından, iletilen FM-CW sinyalinin ardışık yukarı ve aşağı rampalarına karşılık gelen bir çift FM-CW tepe frekansının seçilmesi; seçilmiş FM-CW tepe frekanslarının çiftine dayanan bir FM-CW nesne hızının belirlenmesi;

20 belirlenmiş FM-CW nesne hızının bir veya daha fazla belirlenmiş CW nesne hızı ile karşılaştırılması, böylece seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftine karşılık gelen bir CW tepe frekansının elde edilmesi; ve seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftinden veya karşılık gelen CW tepe frekansından ve seçilmiş FM-CW tepe frekansları çiftinden en az birinin bir nesne mesafesinin belirlenmesi.

25

30

En az iki radar alıcısı kullanan bir buluşun bir yöntemi için, buluşun uygulaması ayrıca iki farklı radar dalga alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki faz farklarının tespit edilmesini içeren bir yöntemi kapsar.

35

Birinci alıcı yönü boyunca düzenlenen en az iki alıcı kullanan bir buluşa ait yöntem için, söz konusu yöntem ayrıca, birinci alıcı yönü boyunca düzenlenen alıcılardan en az ikisi tarafından alınan karşılık gelen radar sinyalleri arasında bir zaman veya faz farkının tespit edilmesini içerebilir, söz konusu zaman veya faz farkı birinci açısız yön ile ilgilidir.

5 İkinci alıcı yönü boyunca düzenlenen en az iki alıcı kullanan bir buluşa ait yöntem için, söz konusu yöntem ayrıca, ikinci alıcı yönü boyunca düzenlenen alıcılardan en az ikisi tarafından alınan karşılık gelen radar sinyalleri arasında bir zaman veya faz farkının tespit edilmesini içerebilir; söz konusu zaman ve faz farkı bir ikinci açısız yön ile ilgilidir. Bir zaman veya faz farkının tespitinin, aynı alıcı doğrultusu boyunca düzenlenen en az

10 iki alıcıya karşılık gelen alınan radar sinyallerini temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktısına dayanması tercih edilir, söz konusu radar sinyalleri iletilen aynı radar sinyaline karşılık gelir.

Tercih edilen bir uygulamaya göre, yöntem birbirlerinin yanı sıra yatay olarak

15 düzenlenmiş en az iki alıcı kullanabilir ve yöntem ayrıca şunları içerebilir: yatay olarak düzenlenmiş iki alıcı tarafından alınan karşılık gelen radar sinyalleri arasında bir zaman veya faz farkının tespit edilmesi; burada yatay olarak düzenlenmiş alıcıların tespit edilen zaman veya faz farkı, bir azimut faz farkı ile ilgili olabilir. Aynı zamanda, buluşun yönteminin bir uygulamasında, en az iki alıcı birbirinin üzerinde dikey olarak düzenlenir

20 ve bu yöntem ayrıca şunları içerir: dikey olarak düzenlenmiş iki alıcı tarafından alınan karşılık gelen radar sinyalleri arasında bir zaman veya faz farkının tespit edilmesi; dikey olarak düzenlenmiş alıcıların tespit edilen zaman veya faz farkı, bir yükseklik faz farkı ile ilgili olabilir. Bu nedenle, buluşa ait yöntem için kullanılan radar sisteminin, birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenmiş bir birinci ve bir ikinci alıcı ve birinci

25 veya ikinci alıcının altında dikey olarak düzenlenmiş bir üçüncü alıcıya sahip en az üç radar alıcısına sahip olması tercih edilir. Ayrıca, radar sisteminin en az dört alıcıya sahip olması tercih edilir, birinci ve ikinci alıcılar birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenirken, üçüncü ve dördüncü alıcılar birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenir üçüncü ve dördüncü alıcılar ve sırasıyla birinci ve ikinci alıcıların altında

30 dikey olarak düzenlenir.

En az iki radar alıcısı kullanan buluşa ait bir yöntem için, birinci alıcı yönü boyunca en az iki alıcı düzenlenebilir ve faz farklılıkları tespiti, birinci alıcı yönü boyunca düzenlenen söz konusu en az iki radar dalgası alıcısı tarafından alınan karşılık gelen

35 yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki bir birinci faz farkını belirlemeyi

içerebilir, söz konusu birinci faz farkı, bir birinci nesne açısız yönüyle ilgilidir. Burada, faz farklarının tespiti, birinci faz yönü boyunca düzenleneni en az iki alıcıya karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktısından birinci faz farkını belirlemeyi içerebilir.

5

Buluşun yöntemi ayrıca iki alıcının birbirinin yanı sıra yatay olarak düzenlenebileceği ve faz farklılıklarının tespitinin, söz konusu iki yatay düzenlenmiş radar dalga alıcıları tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasında bir azimut faz farkının belirlenmesini içerebilir. Faz farklılıklarının tespitinin, yatay olarak

10 hizalanmış iki alıcıya karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden iki Fourier dönüştürülmüş çıktısı arasındaki bir azimut faz farkının belirlenmesini içermesi tercih edilir.

İkinci alıcı yönü boyunca düzenleneni en az iki alıcı kullanan buluşa ait bir yöntem için, faz farklılıklarının tespiti, söz konusu ikinci alıcı yönü boyunca düzenlenmiş en az iki radar dalga alıcıları tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasında ikinci bir faz farkının belirlenmesini içerebilir, söz konusu ikinci faz farkı, bir ikinci nesne açısız yönüne ilişkindir. Burada, faz farklarının tespiti, ikinci faz farkının, ikinci yön boyunca alıcıların en az ikisine karşılık CW veya FM-CW sinyallerini

20 temsil eden en az iki Fourier dönüştürülmüş çıktısından belirlenmesini içerebilir.

Mevcut buluşta ayrıca iki alıcı birbirinin üzerinde dikey olarak düzenlenir ve faz farklılıklarının tespiti, söz konusu dikey olarak düzenlenmiş iki radar dalga alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasında

25 bir yükselme fazı farkının belirlenmesini içerir. Burada, faz farklarının tespiti, dikey olarak hizalanmış iki alıcıya karşılık gelen CW veya FM-CW sinyallerini temsil eden iki Fourier ile dönüştürülmüş çıktı arasında bir yükseklik faz farkının belirlenmesini içerebilir.

En az iki radar alıcısı kullanan ve iki farklı radar dalgası alıcısı tarafından alınan karşılık gelen yansıtılmış CW veya FM-CW radar sinyalleri arasındaki faz farklarının tespit edilmesini içeren buluşun bir yöntemi için, faz farklarının tespit edilmesinin, seçilmiş bir CW tepe frekansına karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktısı arasındaki bir faz farkı ve seçilmiş bir FM-CW tepe frekansına karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş

35 çıktısı arasındaki bir faz farkının belirlenmesini içermesi tercih edilir.

Birinci ve ikinci alıcılar birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenmiş dört radar dalga alıcısı kullanan buluşun yöntemleri için, üçüncü ve dördüncü alıcılar birbirlerinin yanı sıra yatay olarak düzenlenir ve üçüncü ve dördüncü alıcılar sırasıyla birinci ve ikinci alıcıların altına dikey olarak düzenlenir, faz farklılıklarının tespitinin, birinci ve üçüncü alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktının toplamı ile ikinci ve dördüncü alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktının toplamı arasında bir azimut faz farkının belirlenmesini içermesi tercih edilir. Faz farklılıklarının tespitinin, birinci ve ikinci alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktının toplamı ile üçüncü ve dördüncü alıcılara karşılık gelen iki Fourier dönüştürülmüş çıktının toplamı arasında bir yükseklik fazı farkının belirlenmesini içermesi tercih edilir.

Faz farklarının tespitini içeren buluşa ait yöntemler için, faz farklarının tespitinin, seçilmiş bir CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılar için ve FM-CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılar için birinci ve ikinci faz farklarının belirlenmesi buluşun bir uygulaması dahilindedir.

Faz farklarının tespitini içeren buluşa ait yöntemler için, ayrıca, faz farklarının tespitinin, seçilmiş bir CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılar için ve seçilmiş bir FM-CW tepe frekansına karşılık gelen Fourier dönüştürülmüş çıktılar için azimut ve yükseklik faz farklarının belirlenmesi buluşun bir uygulaması dahilindedir.

Burada yöntem ayrıca bir veya daha fazla nesneye karşılık gelen bir veya daha fazla CW iz kaydının oluşturulmasını ve sürdürülmesini içerebilir; her bir iz kaydı, zamanın bir fonksiyonu olarak bir dizi tespit edilen CW tepe frekansını ve ayrıca birinci ve ikinci açısal yönlerin bilgisinin, karşılık gelen birinci ve ikinci faz farklarının ölçümlerinden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak tutulmasını veya karşılık gelen azimut ve yükseklik fazı ölçümlerinden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açıları bilgisinin tutulmasını içerir.

Buluşun bir uygulamasında yöntem ayrıca, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısal bilgisinin tahmin edilmesi için, CW tepe frekans bilgisini ve

zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan tahmin aracı içerir.

5 Buluşun bir uygulamasında yöntem ayrıca, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda azimut ve yükseklik bilgisinin tahmin edilmesi için, CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan tahmin aracı içerir.

10

Yöntemin, bir veya daha fazla nesneye karşılık gelen bir veya daha fazla FM-CW iz kaydı oluşturmayı ve sürdürmeyi içermesi tercih edilir, her bir iz kaydı, zamanın bir fonksiyonu olarak bir dizi tespit edilen FM-CW tepe frekansını ve ayrıca birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisinin, karşılık gelen birinci ve ikinci faz farklarının ölçümlerinden 15 belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak tutulmasını veya karşılık gelen azimut ve yükseklik fazı ölçümlerinden belirlenen zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açıları bilgisinin tutulmasını içerir.

Yöntem ayrıca, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen bir nesnenin beklenen 20 FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisinin, FM-CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısai yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanarak tahmin edilmesini içerebilir.

25

Buluşun bir uygulamasında, yöntem ayrıca, FM-CW tepe frekans bilgisini tutan bir seçilmiş iz kaydına ve zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açısı bilgisine dayanarak, bir nesne için beklenen FM-CW tepe frekanslarına ve söz konusu seçilen kayıt kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen 30 gerekli bir zamanda frekanslar ve azimut ve yükseklik açısı bilgisinin tahmin edilmesini içerir, nesne seçilen söz konusu iz kaydına karşılık gelir.

Yöntem ayrıca CW iz kayıtlarından ve FM-CW iz kayıtlarından, karşılık gelen birinci ve ikinci açısai yönlere veya karşılık gelen azimut ve yükseklik açılarına sahip bir veya 35 daha fazla çift CW ve FM-CW tepe frekansı seçilmesi ve elde edilen bir CW ve FM-CW

tepe frekansı çiftinden bir nesne hızı ve karşılık gelen bir nesne mesafesi belirlenmesini içerebilir.

Nesne hızlarının ve karşılık gelen nesne mesafelerinin belirlenmesini içeren bir yöntem için, yöntem ayrıca, karşılık gelen hızlara sahip önceden ölçülmüş bir çift CW ve/veya FM-CW tepe frekansından belirlenen bir hız ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için zamanın bir fonksiyonu olarak kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydının oluşturulmasını ve muhafaza edilmesini içerebilir. Burada yöntem ayrıca, CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini bir zaman fonksiyonu olarak kombine eden seçilmiş bir iz kaydına dayanarak, bir nesne için söz konusu seçilmiş iz kaydının en son kaydedilen tepe frekans bilgisinin zamanından sonra gelen gereken bir zamanda beklenen CW ve FM-CW tepe frekanslarının tahmin edilmesini içerir, bu nesne, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelir.

Yöntem ayrıca veya alternatif, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve karşılık gelen birinci ve ikinci açısız yönler sahip önceden ölçülmüş bir CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinden belirlenen bir hız ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısız yönlerin bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydının oluşturulması ve sürdürülmesini içerebilir. Burada sistem ayrıca, bir nesneye, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak birinci ve ikinci açısız yönlerin bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen beklenen bir CW ve FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş tepe frekans bilgisinin en son kaydedilen zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda birinci ve ikinci açısız yönlerin bilgisinin tahmin edilmesini içerebilir.

25

Sistem ayrıca veya alternatif olarak, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve karşılık gelen azimut ve yükseklik açılarına sahip önceden ölçülmüş bir CW ve FM-CW tepe frekansı çiftinden belirlenen bir hız ve mesafeye sahip bir veya daha fazla nesne için zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açısı bilgisini tutan bir veya daha fazla iz kaydının oluşturulması ve sürdürülmesini içerebilir. Burada sistem ayrıca, bir nesneye, kombine edilmiş CW ve FM-CW tepe frekans bilgisini ve zamanın bir fonksiyonu olarak azimut ve yükseklik açısı bilgisini tutan seçilmiş bir iz kaydına dayanan, söz konusu seçilmiş iz kaydına karşılık gelen beklenen bir CW ve FM-CW tepe frekanslarını ve söz konusu seçilmiş tepe frekans bilgisinin en son kaydedilen

30

zamanından sonra gelen gerekli bir zamanda azimut ve yükseklik açısı bilgisini tahmin edilmesini içerebilir.

Mevcut buluşun diğer amaçları, özellikleri ve avantajları, ekteki çizimlerle birlikte ele alındığında, aşağıda belirtilen tercih edilen uygulamaların ayrıntılı açıklaması ile daha kolay anlaşılacaktır.

ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

Şekiller 1a, 1b ve 1c, mevcut buluşun bir uygulamasına göre bir kombine CW ve FM-CW radar sisteminin bir vericisini ve bir alıcısını gösteren blok şemalarıdır,

Şekil 2, 4 alıcı anten kanalına sahip olan, buluşun bir uygulamasına göre bir radar dalga alıcısını göstermektedir,

Şekiller 3a ve 3b, buluşun bir uygulamasına göre iletilen ve alınan radar dalgasının nispi frekans spektrumunu gösteren grafiklerdir,

Şekiller 4a ve 4b, bir radar sistemi tarafından iletilen ve alınan dalgalar arasındaki ilişkiyi gösteren ve iletilen sinyal bir rampa modülasyonlu FW-CW radar sinyali olduğunda statik bir hedef ve hareketli bir hedef için vuru sinyallerini gösteren grafiklerdir,

Şekiller 5a ve 5b, bir radar sistemi tarafından iletilen ve alınan dalgalar arasındaki ilişkileri gösteren ve iletilen sinyal bir üçgen modüle edilmiş FW-CW radar sinyali olduğunda, statik bir hedef ve hareketli bir hedef için vuru sinyallerini gösteren grafiklerdir,

Şekiller 6a ve 6b, mevcut buluşun bir uygulamasına göre 4 alıcı antene sahip bir radar sistemi kullanılarak alınan radar sinyallerinin işlenmesini gösteren blok şemalardır,

Şekiller 7a ve 7b, Şekil 6'da gösterilen prosesle elde edilen alınan CW sinyalleri ve FM-CW sinyalleri için tepe frekanslarını göstermektedir,

Şekil 8, mevcut buluşun bir uygulamasına göre alınan radar sinyallerinden yükseklik ve azimut faz farklarını belirlemek için bir faz karşılaştırıcısını göstermektedir,

Şekil 9, mevcut buluşun bir uygulamasına göre üçgen şekilli bir FM-CW dalga formu için alınan FM-CW radar dalgaları prosesinin bir bölümü olan bir nesne hızı tablosunu göstermektedir,

- 5 Şekil 10, mevcut buluşun bir uygulamasına göre üçgen biçimli bir FM-CW dalga formu için radar tarafından algılanan nesnelerin mesafelerini ve hızını belirlemek için bir programın akış şemasıdır, ve

- 10 Şekil 11, tespit edilen CW ve FM-CW tepe frekansları ve tespit edilen azimut ve yükseklik faz farklarını içeren radarla tespit edilen nesneler için bir iz kaydı elde etmek için bir rutini gösteren bir akış şemasıdır.

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLAMASI

- 15 Şekil 1, mevcut buluşun bir uygulamasına göre bir kombine CW ve FM-CW radar sisteminin bir vericisini (110, Şekil 1a) ve bir alıcısı (120, Şekil 1b) gösteren bir blok şemadır. Verici (110), iki voltaj kontrollü osilatörün (VCO1 ve VCO2) çıktı frekansını kontrol eden iki modülatöre (MOD₁ ve MOD₂) sahiptir. Birinci modülatörden (MOD₁) çıktı sabittir ve bu nedenle (VCO₁) çıktı frekansı da 10 GHz'e yakın bir frekansta
- 20 sabitlenir. İkinci modülatörden (MOD₂) çıktı ya bir yukarı rampa, aşağı rampa veya üçgen bir sinyaldir. İkinci voltaj kontrollü osilatör (VCO₂), 10 GHz'e yakın bir karşılık gelen frekans modülasyonlu sinyal çıkarır, burada çıktı sinyalinin frekansları 1-150 MHz aralığında yer alır. VCO₁ ve VCO₂'den çıktı frekansları en az 1 MHz ile ayrılmıştır. VCO₂ sinyalinin 10-100 mS aralığında bir tarama süresi veya rampa tekrarlama süresi
- 25 T_r vardır. VCO₂'nin frekans modülasyonlu çıktı sinyali, bir rampa modülasyonuna sahip sinyal, eşit yukarı ve aşağı rampa süresi sürelerine sahip üçgen şeklinde bir sinyal olabilir veya VCO₂ sinyali, farklı yukarı ve aşağı rampa sürelerine sahip olabilir. Tercih edilen bir birinci uygulamaya göre, VCO₂ sinyali 20 mS'lik bir rampa tekrarlama periyodu T_r, 20 MHz'lik bir bant genişliği BW ve 50 MHz'lik bir merkez frekansına sahip
- 30 olan bir rampa modülasyonuna sahip bir sinyaldir. Tercih edilen ikinci bir uygulamaya göre, VCO₂ çıktı sinyali, 20 mS'lik bir yukarı rampa ve 20 mS'lik bir aşağı rampa periyoduna, 50 MHz'lik bir bant genişliğine BW sahip ve 50 MHz'lik bir merkez genişliğine sahip üçgen şeklinde modüle edilmiş bir sinyaldir.

Birinci voltaj kontrollü osilatörden (VCO_1) çıkan çıktı, arzu edilmeyen frekans bileşenlerini çıkarmak için bir bant geçiş filtresine (BPF_1) beslenir. BPF_1 , LO_1 çıktı sinyali, bir toplayıcıdan (101) beslenen ve bir yükseltici (102) tarafından yükseltile ve bir anten (103) vasıtasıyla bir CW radar sinyali olarak yayılan sürekli bir dalga, CW, radyo frekansı sinyalidir.

İkinci voltaj kontrollü osilatörden (VCO_2) çıkan çıktı, arzu edilmeyen frekans bileşenlerini çıkarmak için bir bant geçiş filtresine (BPF_2) beslenir. BPF_2 , LO_2 çıktı sinyali, bir toplayıcıdan (101) beslenen ve bir yükseltici (102) tarafından yükseltile ve bir anten (103) vasıtasıyla bir FM-CW radar sinyali olarak yayılan sürekli bir dalga, CW, radyo frekansı sinyalidir.

Alıcı kanalı (120), antenin çıkışı bir bant geçiş filtresine (122) beslenen antenin çıkışı ile yansıtılmış radar sinyallerini almak için bir anten (121) içerir; burada filtrenin (122) çıkışı bir amplifikatör (123) ile yükseltile. Amplifikatörün (123) çıktı sinyali, iki IQ karıştırıcısına, $IQ\ MIX_1$ ve $IQ\ MIX_2$ 'ye beslenen yaklaşık 10 GHz'lik bir radyo frekans sinyalidir. Burada, $IQ\ MIX_1$, iletilen CW sinyalini, LO_1 'i alınan RF sinyali ile karıştıran bir CW karıştırıcısıdır. Çıktının düşük frekanslı bileşenleri, CW sinyalini yansıtan nesnelere hızlarına ilişkin ritim sinyallerini içerir. Diğer frekans bileşenleri, takip eden bant geçiş filtreleri (124, 125) ile çıkarılır. $IQ\ MIX_2$, iletilen FM-CW sinyalini, LO_2 'yi alınan RF sinyali ile karıştıran bir FM-CW karıştırıcısıdır. Çıktının düşük frekanslı bileşenleri, FM-CW sinyalini yansıtan nesnelere uzaklığı ve hızı ile ilgili vuru sinyallerini içerir. Diğer frekans bileşenleri, aşağıdaki bant geçiş filtreleri (126, 127) ile çıkarılır.

Bir IQ karıştırıcısının bir örneği, Şekil 1c'de daha ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Burada, IQ karıştırıcısı (130), her biri alınan RF sinyali ve iletilen CW veya FM-CW sinyali girdisi olan iki karıştırıcıya (131, 132) sahiptir. Ayrıca, IQ karıştırıcısı (130), LO_1 sinyali veya LO_2 sinyali olan bir LO girdisine sahiptir ve bir faz değiştiricisi (133) vasıtasıyla LO girdisi, karıştırıcıya (131) faz LO girdisine kıyasla, karıştırıcıya (132) girmeden önce yaklaşık 90 derece faz kaydırılır. Sonuçta elde edilen çıktılar, karıştırıcıdan (131) gelen faz içi çıktı I ve karıştırıcıdan (132) dörtlü çıktı Q'dur. Karıştırıcılar (131 ve 132) girdi sinyallerini radyo frekansı aralığından düşük frekanslara kaydırır, böylece çıktı sinyalleri I ve Q, 0 ila 1 MHz aralığındadır.

Alıcının (120) CW karıştırıcısı, IQ MIX₁ ve FM-CW karıştırıcısı, IQ MIX₂ için, I ve Q çıktılarının hepsi karşılık gelen bant geçiş filtreleri (124, 125 ve 126, 127) ile filtrelenir. I₁, Q₁ ve I₂, Q₂ çıktılarını elde eder.

- 5 I₁ ve Q₁ çıktılarındaki sinyallerin frekans bileşenlerinin her biri, iletilen CW sinyali ile antene göre radyal hıza (v) sahip bir nesne tarafından yansıtılmış sinyal arasındaki frekans farkından kaynaklanan bir ritim sinyaline karşılık gelir.

- 10 Bu frekans farkı, nesnenin hızı tarafından indüklenen Doppler etkisinden kaynaklanır, bu aşağıdaki şekilde verilen hız ile vuru sinyalinin frekansı arasındaki ilişkidir:

$$f_{cw} = 2 \cdot \frac{v}{\lambda_{CW}} \quad (1)$$

Burada f_{cw} , vuru sinyalinin (Doppler kayması) frekansıdır ve λ_{CW} iletilen CW sinyalinin dalga boyudur.

- 15 I₁ ve Q₁ çıktılarındaki sinyallerin spektral bir analizi, içlerinde bulunan ritim sinyallerinin miktarını ve frekans değerlerini belirlemeye yarar. Bu, buluşun tercih edilen uygulamasında, I₁ ve Q₁ çıktılarındaki sinyalleri sayısallaştırarak, eşit miktarda numune üst üste binen bloklara gruplayarak ve her numune bloğuna bir FFT (Hızlı Fourier Dönüşümü) yaparak başarılır. Elde edilen ayrık spektrumda gözlemlenen frekans tepeleri, mevcut vuru sinyallerinin her birine karşılık gelir.
- 20

I₂ ve Q₂ çıktılarındaki sinyallerin frekans bileşenlerinin her biri, iletilen FM-CW sinyali ile antene göre radyal hız v ve R mesafesi olan bir nesne tarafından yansıtılmış sinyal arasındaki frekans farkından kaynaklanan bir ritim sinyaline karşılık gelir.

25

Bu frekans farkı, iletilen sinyalin lineer frekans modülasyonu ve nesnenin hızı ile indüklenen Doppler etkisinden kaynaklanır, cismin hızı ve aralığı ile verilen vuru sinyalinin frekansı arasındaki ilişki aşağıdadır:

30

$$f_{fm-up} = \frac{2 \cdot R}{c} \cdot \frac{BW}{T_r} + 2 \cdot \frac{v}{\lambda_{FM}} \quad (2)$$

bir yukarı rampa frekans modülasyonu için ve:

$$f_{fm-dw} = -\frac{2 \cdot R}{c} \cdot \frac{BW}{T_r} + 2 \cdot \frac{v}{\lambda_{FM}} \quad (3)$$

bir yukarı rampa frekans modülasyonu için, burada f_{fm-up} ve f_{fm-dw} sırasıyla vuru sinyallerinin frekanslarıdır ve yukarı rampa ve aşağı rampa frekans modülasyonuna sahiptir, BW/T_r rampanın tarama hızıdır, λ_{FM} oluşturulan taramanın merkez frekansına karşılık gelen dalga boyu ve c ışık hızıdır.

5

I_2 ve Q_2 çıktılarındaki sinyallerin bir spektral analizi, içlerinde bulunan vuru sinyallerinin miktar ve frekans değerlerini belirlemeye yarar. Bu, buluşun tercih edilen uygulamasında, I_2 ve Q_2 çıktılarındaki sinyalleri sayısallaştırarak, eşit miktarda numune üst üste binen bloklara gruplayarak ve her bir numune bloğuna bir FFT (Hızlı Fourier Dönüşümü) yaparak başarılır. Elde edilen ayrık spektrumda gözlemlenen frekans tepeleri, mevcut vuruş sinyallerinin her birine karşılık gelir.

Üçgen bir dalga biçimi kullanıldığında, eğer bir FM-CW'nin frekansları bu nesneden kaynaklanan sinyalleri iletilen bir yukarı rampa ve aşağı rampa bölümünde ortaya çıkarsa ve dalga şekli eş zamanlı olarak biliniyorsa, bir nesnenin mesafesini ve radyal hızını hesaplamak mümkündür. Bu durumda, nesnenin radyal hızı ve aralığı aşağıdaki gibi değerlendirilebilir:

20

$$v = \frac{\lambda_{FM}}{2} \cdot (f_{fm-up} + f_{fm-dw}) \quad (4)$$

$$R = \frac{T_r}{BW} \cdot \frac{c}{2} \cdot (f_{fm-up} - f_{fm-dw}) \quad (5)$$

İfadeler 4 ve 5, nesnenin radyal hızının ve aralığının, her iki rampa için sabit kaldığını, nesnenin radyal hızı boş değilse, zaten aralık için doğru olmadığını varsaymaktadır. Bu nedenle, radyal hızları çok yüksek olan nesnelerle uğraşırken, aşağıdaki ifadeden yararlanarak aralıklarını değerlendirmek tercih edilir:

30

$$R = \frac{T_r}{BW} \cdot \frac{c}{2} \cdot \left(f_{fm-up} - \frac{\lambda_{CW}}{\lambda_{FM}} \cdot f_{cw} \right) \quad (6)$$

vuru sinyallerinin frekansları CW ve FM-CW kanallarındaki nesneden kaynaklandığında ve yukarı rampa sırasında eş zamanlı olarak biliniyorsa, veya bir rampa durumunda aşağıdaki gibidir:

$$R = \frac{T_r}{BW} \cdot \frac{c}{2} \cdot \left(-f_{fm-cw} + \frac{\lambda_{CW}}{\lambda_{FM}} \cdot f_{cw} \right) \quad (7)$$

Radyal hız daha sonra şöyle hesaplanır:

$$5 \quad v = \frac{\lambda_{CW}}{2} \cdot f_{cw} \quad (8)$$

her iki tipte rampa içindir.

Yukarıdaki ifadeler, özellikle bir CW ve bir FM-CW sinyalinin eşzamanlı olarak iletildiği, alındığı ve işlendiği ve gözlem altındaki nesnelere sisteme göre yüksek radyal hızlarda mevcut olduğunda önemli ölçüde daha doğru sonuçlar veren, bu buluşunki gibi bir sistem için özellikle uygundur.

Vericinin (110) ve alıcının (120) ayrı antenlere (103, 121) sahip olabileceği, ancak aynı zamanda tek bir ortak anteni de paylaşabilecekleri belirtilmelidir. Şekil 1'de, bir alıcı antene (121) sahip bir alıcı anten kanalı (120) gösterilmektedir, ancak birkaç alıcı anten kanalına sahip olarak, aynı düzlemde düzenlenmiş karşılık gelen alıcı antenler ile, farklı antenler alınan karşılık gelen yansıtılmış radar sinyalleri arasındaki faz farklarını tespit etmek mümkündür. Mevcut buluşa göre tercih edilen bir radar sistemi için, birbirlerinin yanında yatay olarak düzenlenmiş iki alıcı anten ve birbirlerinin üzerinde dikey olarak düzenlenmiş iki alıcı anten vardır. Bu 3 alıcı anten kanalı gerektirir. Bununla birlikte, tercih edilen başka bir uygulamada, Şekil 2'de gösterildiği gibi alıcı antene (1, 2, 3, 4) sahip 4 alıcı anten kanalı vardır. Şekil 2'de, azimut faz farklılıkları yatay olarak düzenlenmiş antenler 1 ve 2 tarafından alınan sinyallerden ve benzer şekilde antenler 3 ve 4 tarafından alınan sinyallerden tespit edilebilir. Buna göre dikey fazlı antenler (1 ve 3) tarafından alınan sinyallerden ve benzer şekilde antenler (2 ve 4) tarafından alınan sinyallerden yükseklik faz farklılıkları tespit edilebilir. Şekil 2'deki 4 alıcı anten (1, 2, 3, 4) verici (110) için tek bir verici anten (103) olarak kullanılır.

Mevcut buluşa uygun bir nesnenin bir radar tespiti gerçekleştirilirken, bir verici antene sahip bir radar sistemi ve aynı düzlemde düzenlenmiş ve birbirlerine nispeten yakın bir şekilde yerleştirilmiş bir veya daha fazla alıcı anten kullanıldığı anlaşılmalıdır; böyle bir radar sisteminin kullanılması ile belirlenen bir nesne hızı, nesnenin radyal bir hızı ile ilgilidir. Ayrıca, eğer radar sistemi hareket ediyorsa, nesne hızı nesnenin nispi, radyal

hızı ile ilgilidir. Radyal nesne hızı, esasen nesnenin merkezinden anten sisteminin merkezine giden bir hat yönünde hız olarak verilebilir.

Yansıtılmış bir sinyalin ulaşma açısı ile bilinen bir mesafeyle ayrılmış iki anten tarafından alınan sinyaller arasındaki faz farkı arasındaki ilişki şu ifadeyle verilmiştir:

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot d \cdot \sin(\theta) \quad (9)$$

ϕ her anten tarafından alınan sinyaller arasındaki faz farkı, d antenlerin arasındaki mesafedir ve θ gelen sinyalin antenlerin hizalandığı eksene göre geliş açısıdır. Yatay olarak yerleştirilmiş iki anten takımı tarafından alınan sinyaller arasındaki faz farkı, bu tür bir sinyali alan nesnenin sistemine göre azimut konumunu verecektir. Dikey olarak yerleştirilmiş iki anten seti arasındaki faz farkı, belirtilen nesnenin sistemine göre yükseklik konumunu sağlayacaktır.

15

Şekiller 3a ve 3b, verici (110) tarafından iletilen ve alıcı (120) tarafından statik bir hedef veya nesne, bakınız Şekil 3a, ve hareketli bir hedef veya nesne için, bakınız Şekil 3b, alınan radar sinyalinin nispi frekans spektrumunu gösteren grafiklerdir. İletilen spektrum iki sinyalden oluşur, bir CW ve bir FM-CW sinyali, bunların merkez frekansları şekilde f_1 ve f_2 ile gösterilir. CW sinyali, sabit genlik ve frekanslı sinüzoiddir. Bu sinyal hareketli bir hedefe çarptığında, alıcı tarafından toplanan yansıtılmış sinyal, sisteme göre hedefin radyal hızıyla ilgili bir miktar tarafından iletilen sinyale göre frekans olarak değiştirilecektir. Bu, Şekil 3b'de kesikli tarama ile gösterilir. FM-CW sinyali, Şekiller 4 ve 5'te gösterildiği gibi, frekansı testere dişi veya üçgen şekilli bir sinyal ile modüle edilen sabit genlikli sinüzoiddir, eğer taranmış frekans aralığının ve tarama süresinin ürünü yeterince yüksekse, iletilen sinyalin frekans spektrumu, genişliği taranmış frekans aralığı olan bir kaideye yaklaşır. Sinyal hareketli bir hedefe çarptığında, alınan sinyalin spektrumu, CW sinyali tarafından deneyimlenene benzer bir miktarda frekansta da kaydırmaya tabi tutulacaktır. Şekil 3b'de, iletilen FM-CW spektrumu, bir düz çizgi ile gösterilirken, alınan sinyal bir kesikli çizgi ile belirtilmiştir.

30

Şekiller 4a ve 4b, iletilen sinyal bir rampa modülasyonlu FM-CW radar sinyali ise, radar sistemi (110, 120) tarafından iletilen ve alınan dalgalar ve statik bir hedef, bakınız Şekil 4a, ve hareketli bir hedef, bakınız Şekil 4b, için vuru sinyalleri arasındaki ilişkileri

gösteren grafiklerdir. Şekil 4b'deki hareketli hedef veya nesne için, f_d ile gösterilen bir Doppler frekansı vardır ve f_{fm-up} ile gösterilen yukarı rampa vuru sinyalinin frekansı, f_d Doppler frekansına göre değişir. Şekiller 4a ve 4b'de, FM-CW sinyalinin bant genişliği BW ile gösterilir ve tekrarlama süresi T_r ile gösterilir.

5

Şekiller 5a ve 5b, iletilen sinyal bir rampa modülasyonlu FW-CW radar sinyali ise radar sistemi (110, 120) tarafından iletilen ve alınan dalgalar ve statik bir hedef, bakınız Şekil 5a ve hareketli bir hedef, bakınız. Şekil 5b, için vuru sinyalleri arasındaki ilişkileri gösteren grafiklerdir. Şekil 5b'deki hareketli hedef veya nesne için, f_d ile gösterilen bir

10 Doppler frekansı vardır ve f_{fm-up} ile gösterilen yukarı rampa vuru sinyalinin frekansı, f_d Doppler frekansı ile azalır ve f_{fm-dw} ile gösterilen aşağı rampa vuru sinyalinin frekansı, f_d Doppler frekansı ile artar. Şekillerde Şekil 5a ve 5b, FM-CW sinyalinin bant genişliğini BW ile gösterir ve aşağı-rampa süresine eşit olan yukarı-rampa süresi T_r ile gösterilir.

15 Tek bir hedef veya nesne tespit edildiğinde, CW sinyali için vuru sinyalinin tek bir frekans bileşeni görünür ve FM-CW sinyalinin her bir frekans yükselmesi ve frekans düşme aralığı için vuru sinyalinin tek bir frekans bileşeni belirir. Bununla birlikte, çok sayıda nesne tespit edildiğinde, CW sinyali için ve FM-CW sinyalinin hem frekans yükselmesi hem de frekans düşme aralıkları için görünen nesne sayısına eşit sayıda

20 bir sayıdaki vuru sinyal frekans bileşenleri görünür.

Şekiller 6a ve 6b, 4 alıcı anteni ve 4 karşılık gelen alıcı kanalı olan bir radar sistemi kullanarak alınan radar sinyallerinin prosesini gösteren blok diyagramlardır; 4 anten, Şekil 2'de gösterildiği gibi düzenlenir. Şekil 6a'da, Ch1 I_1 ve Ch1 Q_1 sinyalleri, birinci alıcı kanaldan çıkan I_1 ve Q_1 çıktıları olup, iletilen CW sinyali ve birinci radar sinyal alıcısı tarafından alınan yansıtılan CW sinyalleri arasındaki frekans farkından kaynaklanan sinyal sinyallerine karşılık gelen frekans bileşenlerine sahiptir. Aynı şekilde, Ch2 I_1 ve Ch2 Q_1 sinyalleri, ikinci alıcı kanaldan çıkan I_1 ve Q_1 çıktılarıdır, Ch3 I_1 ve Ch3 Q_1 sinyalleri üçüncü alıcı kanaldan gelen I_1 ve Q_1 çıktıları ve Ch4 I_1 ve Ch4 Q_1 sinyalleri dördüncü alıcı kanaldan I_1 ve Q_1 çıktılarıdır. 4 çift I_1 ve Q_1 sinyalinin her bir sinyali, karşılık gelen A/D dönüştürücüler tarafından sayısallaştırılmıştır ve sayısallaştırılmış Q_1 sinyali, ilgili "x j" çarpım birimi tarafından jQ_1 hayali formuna getirilmektedir. İlgili dijital I_1 ve jQ_1 sinyallerinin her çifti bir toplama birimi vasıtasıyla toplanır ve toplanan $4, I_1 + jQ_1$ sinyalinin her birinde bir FFT (Hızlı Fourier Dönüşümü)

35 gerçekleştirilir, böylece 4 karşılık gelen FFT sinyal çıktısı elde edilir. Bu 4 FFT çıktısı

toplanır ve toplanan CW Doppler frekans kayması bilgilerini içeren toplanan FFT sinyali bir tepe dedektörüne beslenir. CW vuru sinyallerinin frekans tepe noktalarına karşılık gelen tepe dedektörünün çıktısı bir depolama biriminde depolanır.

- 5 Yukarıda verilen denklemi (8) kullanarak, her bir CW tepe frekansı için bir CW tepe nesne hızı belirlenebilir ve depolanabilir.

10 Tespit edilen ve depolanan CW frekans tepe noktalarına karşılık gelen 4 alıcı antenin aldıkları radar sinyallerinden azimut ve yükseklik faz farklarını belirlemek için CW radar sinyalleri için 4 FFT çıktısı ayrıca bir faz karşılaştırıcısına beslenir, bkz. Şekil 8.

Şekil 6a'da gösterilen CW sinyal prosesine benzer şekilde, alınan FM-CW radar sinyallerinin prosesi, Şekil 6b'de gösterilmektedir. Şekil 6b'de, Ch1 I_2 ve Ch1 Q_2 sinyalleri, birinci alıcı kanaldan gelen I_2 ve Q_2 çıktıları olup, iletilen FM-CW sinyali ve 15 tarafından alınan ve ilk radar sinyali alıcısı tarafından yansıtılmış FM-CW sinyalleri arasındaki frekans farkından kaynaklanan sinyallere karşılık gelen frekans bileşenlerine sahiptir. Aynı şekilde, Ch2 I_2 ve Ch2 Q_2 sinyalleri, ikinci alıcı kanaldan gelen I_2 ve Q_2 çıktılarıdır, Ch3 I_2 ve Ch3 Q_2 sinyalleri, üçüncü alıcı kanaldan gelen I_2 ve Q_2 çıktılarıdır ve Ch4 I_2 ve Ch4 Q_2 sinyalleri dördüncü alıcı kanalından gelen I_2 ve Q_2 çıktılarıdır. 4 20 çift I_2 ve Q_2 sinyalinin her bir sinyali, karşılık gelen A/D dönüştürücüler tarafından sayısallaştırılır ve sayısallaştırılmış Q_2 sinyali, ilgili "x j" çarpım birimi tarafından jQ_2 hayali formuna getirilir. İlgili dijital I_2 ve jQ_2 sinyallerinin her çifti bir toplama birimi vasıtasıyla toplanır ve toplam $I_2 + jQ_2$ sinyalinin her birinde bir FFT (Hızlı Fourier Dönüşümü) gerçekleştirilir, böylece 4 karşılık gelen FFT sinyal çıktısı elde edilir. Bu 4 25 FFT çıktısı toplanır ve toplanan FM-CW Doppler frekans kayması bilgilerini içeren toplanan FFT sinyali bir tepe detektörüne beslenir. Ayrıca burada, FM-CW vuru sinyallerinin frekans tepe noktalarına karşılık gelen tepe detektörünün çıktısı bir depolama biriminde depolanır.

- 30 Yine, tespit edilen ve depolanan FM-CW frekans tepe noktalarına karşılık gelen 4 alıcı antenin aldıkları radar sinyallerinden azimut ve yükseklik faz farklarını belirlemek için FM-CW radar sinyalleri için 4 FFT çıktısı ayrıca bir faz karşılaştırıcısına beslenir.

35 Şekil 7a'da, alınan CW sinyallerine karşılık gelen tepe frekansları gösterilirken, Şekil 7b'de, alınan FM-CW sinyallerine karşılık gelen tepe frekansları gösterilmektedir.

Şekiller 6a ve 6b'de yer alan faz karşılaştırıcısının çalışması Şekil 8'de gösterilmektedir. Burada, 4 FFT kanalının çıktıları sırasıyla Ch1 FFT, Ch2 FFT, Ch3 FFT ve Ch4 FFT olarak gösterilmektedir. Ch1 FFT ve Ch2 FFT sinyalleri 81 olarak toplanmıştır, toplanan sinyal bir yükseklik fazı karşılaştırıcısına (83) birinci girdi sağlar ve Ch3 FFT ve Ch4 FFT sinyalleri 82 olarak toplanmıştır ve böylece yükseltici faz karşılaştırıcısına (83) ikinci girdi sağlar. Karşılaştırıcı, aynı frekans bölmesine karşılık gelen her girdinin eklenen FFT sonuçlarının argümanlarını çıkarır ve her bir frekans için, denklem (9)'a göre alınan her sinyalin yükseltilmesinde ölçülen geliş açısına ilişkin bir faz farkı elde eder (iki anten arasındaki mesafe, çıktıları toplanan dikey eksen boyunca ayarlanır). Yükseklik fazı karşılaştırıcısının çıktısı, ayrıca girdi olarak karşılık gelen CW tepe noktalarının veya FM-CW tepe noktalarının frekans konumunu da içeren bir tepe seçim ünitesine (84) beslenir. Üniteden (84), bir tepe noktası tespit edilen frekanslara karşılık gelen yükselme fazı farklılıkları çıkarılır, ardından yükselme fazı farkları daha sonra bir depolama biriminde depolanır. Aynı şekilde, Ch1 FFT ve Ch3 FFT sinyalleri 85 olarak toplanmıştır, toplanan sinyal bir azimut faz karşılaştırıcısına (87) birinci girdiyi sağlar ve Ch2 FFT ve Ch4 FFT sinyalleri 86 olarak toplanmıştır ve bir azimut faz karşılaştırıcısına (87) ikinci girdiyi sağlar. Karşılaştırıcı, aynı frekans bölmesine karşılık gelen her girdinin eklenen FFT sonuçlarının argümanlarını çıkarır ve her bir frekans için, denkleme (9)'a göre alınan her sinyalin azimutunda ölçülen geliş açısına ilişkin bir faz farkı elde eder (iki anten arasındaki mesafe, çıktıları toplanan yatay eksen boyunca ayarlanır). Azimut faz karşılaştırıcısının çıktısı, ayrıca girdi olarak karşılık gelen CW tepe noktalarının veya FM-CW tepe noktalarının frekans konumunu da içeren bir tepe seçim ünitesine (84) beslenir. Üniteden (84), bir tepe noktası tespit edilen frekanslara karşılık gelen azimut fazı farklılıkları çıkarılır ve bir depolama biriminde depolanır.

Şekiller 6a, 6b ve 8'de gösterilen sinyal prosesinden, CW tepe sinyalleri ve karşılık gelen CW nesne hızları ve CW yüksekliği ve azimut fazı farklılıkları için depolanan değerler elde edilir. FM-CW tepe sinyalleri ve bunlara karşılık gelen yükseklik ve azimut faz farklılıkları için depolanan değerler de elde edilir. Bununla birlikte, tespit edilen nesnelere uzaklık veya mesafe belirlenmelidir.

Üçgen şekilli bir FM-CW dalga formunu iletirken R nesne aralığını belirlemeye yönelik bir yöntem, Şekil 9'da gösterilmektedir. Şekil 9'da, yatay ölçekte FM-CW yukarı-rampa

frekanslarına karşılık gelen f_{fm-up} tepe frekanslarına ve dikey ölçekte FM-CW aşağı rampa frekanslarına karşılık gelen f_{fm-dw} tepe frekanslarına sahip olan bir hız tablosu gösterilmiştir. Her bir f_{fm-upi} ve f_{fm-dwj} frekans çiftleri için, denklem (4) kullanılarak bir karşılık gelen nesne hızı v_{ij} belirlenir ve depolanır. Depolanan hızlar v_{ij} şimdi daha önce

5 depolanan CW nesne hızları ile karşılaştırılmıştır. Bu hızlar, aynı nesneden veya hedeften her rampa sırasında ortaya çıkan CW tepe frekanslarına bağlı hızların ortalaması olarak hesaplanır. Bir FM-CW hız v_{ij} ve bir CW hızı arasında bir eşleşme olduğu zaman, eşleşen hız v_{ij} 'e karşılık gelen yukarı ve aşağı rampa tepe frekanslarının f_{fm-upi} ve f_{fm-dwi} , aynı hedef tarafından kaynaklandığı kabul edilir. Eşleşen

10 CW hızına yol açan hedef ve R ve hız v aralığı, denklemler (5) veya (6)/(7) ve (8) kullanılarak belirlenebilir. Belirlenen R aralığı ve hız v daha sonra eşleşen bir tepe olarak depolanır ve bu, CW ve FM-CW kanallarından gelen bilgileri o hedefe göre özetler.

15 Yukarıda tarif edilen, üçgen biçimli bir FM-CW dalga formu için nesne aralıklarını belirleme yöntemi, Şekil 10'daki akış şemasında ayrıca gösterilmektedir. Bir izleme rutinine (13) gönderilmeden önce üçgen bir FM-CW dalga formu kullanıldığında ortaya çıkan zirveler için ön-proses adımı olarak tasarlanan bir rutini tarif eder. Amacı, (4) ile (8) arasındaki denklemlerde açıklanan dalga formu türünün özelliklerini kullanarak,

20 aralık-hız belirsizliğine bir çözüm sağlamaktır. CW ve FM-CW tepe frekanslarının daha önce tespit edilmiş ve depolanmış olduğu varsayılmaktadır. Bir rampa veya testere dışı şeklinde bir FM-CW dalga formu kullanılıyorsa, tüm tepeler doğrudan izleme rutinine (13) gönderilir. 1. adımda, FM-CW tepe noktası hemen önceki rampadan (frekansı yukarı veya aşağı rampa) geri kazanılmıştır. Daha sonra, 2. adımda, mevcut ve hemen

25 önceki rampanın FM-CW tepe noktalarının frekanslarına dayanan bir hız tablosu oluşturulur. Tablonun bir anlam ifade etmesi için, iki rampanın işareti zıt olmalıdır. Adım 3 ve 4'te, hemen önceki rampa sırasında tespit edilen CW tepe frekansları ile ilişkili hızlar geri kazanılır ve mevcut rampa sırasında tespit edilen CW tepe frekansları ile ilişkili hızlarla karşılaştırılır. 5. adımda, hız çiftleri, yeterince farklı olan farklı

30 rampalardan CW tepe noktalarına bağlı hızlarla oluşturulur; benzerlik kriterleri, rampa süresi ve hedeflerin beklenen maksimum ivmesi ile tanımlanır. Her bir çiftteki CW hızlarının ortalaması, adım 6, bir aday hızı tanımlar; bu sabit bir hedefe karşılık geldiği varsayılan bir hızdır. 7. adımda, aday CW hızları, hız tablosundaki FM-CW hızları ile karşılaştırılır ve adım 8'de, eşleştirilmiş FM-CW ve CW hızlarına karşılık gelen FM-CW

35 ve CW tepe frekansları çiftleri seçilir. 99. adımda, mevcut rampa için karşılık gelen FM-

CW ve CW frekans tepe çiftleri, mevcut rampanın işaretine bağlı olarak (6) / (7) denklemleri ve denklem (8) kullanılarak hesaplanan net bir hız ve aralık ile tek bir tepe halinde eşleştirilir. Son olarak, adım 10, mevcut CW ve FM-CW tepe frekansları, bir sonraki iterasyon için depolanır ve (orijinal CW ve FM-CW tepe çiftlerinin yerine geçen ve izleme rutini tarafından kullanılmayacak olan) eşleştirilmiş tepe noktaları ile birlikte izleme rutinine (13) gönderilir.

Şekil 11, Şekil 10'daki izleme rutinine (13) karşılık gelen bir izleme rutini gösteren bir akış şemasıdır. Şekil 11'deki rutin, radar tarafından tespit edilen nesnelere için iz kayıtlarının elde edilmesinden sorumludur; bunlar rutin olarak belirlenen her bir ize atanan CW ve FM-CW tepe noktalarının sağladığı hız, azimut ve yükseklik ölçümleridir. Rutin, girdi verisi olarak proses sisteminin önceki adımları tarafından çıkarılan en son tepe kümesini alır. 1. adımda, rutin tarafından tutulan iz kayıtlarının olup olmadığını, radar tarafından takip edilen nesnelere karşılık gelip gelmediğini kontrol ederek başlar. Bu durumda, adım 2, her iz kaydı için, iz en son bir ölçüm güncellemesini alındıktan sonra ne kadar zaman geçtiğine karar verilir. Bu süre önceden tanımlanmış bir silme süresinden daha uzunsa, tipik olarak birkaç saniye ise, iz kaydı artık sistem tarafından izlenen gerçek bir nesneyi temsil etmez ve rutin tarafından tutulan aktif iz kayıtları listesinden çıkarılır.

Kalan izlerin her biri için, adım 4'te, iz kaydına atanacak bir sonraki CW ve FM-CW tepelerinin görünmesi beklenen frekansların değerleri hesaplanır. Bu hesaplama, daha önce bir Kalman filtresi veya başka bir tahmin prosedürü yoluyla iz tarafından alınan ölçümlerin geçmişine dayanarak yapılır. Tahmin prosedürünün bir sonucu olarak, beklenen frekansların her biri için beklenen bir doğruluk ile birlikte bir merkez değeri elde edilir. Tahmini merkez frekansları ve bunlarla ilişkili doğruluklar, her aktif yolun tepe birleşme geçitlerini oluşturmak için kullanılır. Her geçit, bir ize atanacak bir sonraki tepe noktalarının görünmesi beklenen CW veya FM-CW tepe frekanslarının aralığını tanımlar. Tahmin prosedürünün bir sonucu olarak, her iz iki birleşme geçidini verecektir, biri beklenen CW tepe frekansı, diğeri ise beklenen FM-CW tepe frekansı içindir

Buluşun tercih edilen uygulamasında Kalman filtreleri, hız ve aralık tahmininin doğruluğunu arttırmak ve hız ve aralık birleşme geçitlerinin hesaplanmasına izin

vermek için araçlar olarak kullanılır. Bir Kalman filtresi aşağıdaki öğeler tarafından tanımlanır:

- Anlık t 'de tahmin edilecek büyüklüklerin değerlerini (aralık, hız ve türevleri) içeren bir durum vektörü $x(t)$.
- 5 • Durum vektöründe bulunan tahminlerin tahmini kovaryansını bir anlık t 'de tanımlayan bir kovaryans matrisi $P(t)$.
- Belirli bir zamandaki ΔT 'den sonra durum vektörünün değerlerini tahmin etmeye yarayan bir yayılma matrisi $\Phi(\Delta T)$.
- 10 • Kalman filtresinin tahminlerinin çıkarıldığı girdi ölçülen büyüklükleri temsil eden bir ölçüm vektörü z (ölçülen CW ve FM-CW frekansları).
- Beklenen ölçülen büyüklükleri, durum vektörünün belirli bir değeri ile ilişkilendiren bir ölçüm matrisi (H).
- Ölçülen frekansların beklenen ortalama kare hatalarını temsil eden bir ölçüm hatası kovaryansı R .
- 15 • z cinsinden tahmini ölçülen frekansların son kovaryansını temsil eden bir ölçüm kovaryansı S .

Belirlenen bir anlık iz kaydına karşılık gelen durum vektörü göz önüne alındığında, durum vektörünün ΔT zamanından sonraki beklenen değerleri şöyle hesaplanır:

$$20 \quad x(t + \Delta T^-) = \Phi(\Delta T) \cdot x(t) \quad (10)$$

üst simge⁻, $t + \Delta T$ zamanında iz kaydına eklenen olası yeni ölçümlerin eklenmesinden önce durum vektörünün tahmini değerlerinin hesaplandığını gösterir. Dağıtılan durum vektörünün tahmini kovaryansı şu şekilde hesaplanır:

$$P(t + \Delta T^-) = \Phi(\Delta T) \cdot P(t) \cdot \Phi^T(\Delta T) \quad (11)$$

25 üst simge^T matris transpozisyonunu belirtir. Dağıtılan durum vektöründen, beklenen ölçülen büyüklüklerin değerleri ve bunların kovaryansı şu şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned} z(t + \Delta T^-) &= H \cdot x(t + \Delta T^-) \\ S(t + \Delta T^-) &= H \cdot P(t + \Delta T^-) \cdot H^T + R \end{aligned} \quad (12)$$

Kovaryans matrisinin S köşegeni, tahmin edilen frekansların beklenen varyansını içerir ve karşılık gelen birleşme geçidinin kapsayacağı frekans değerleri aralığını tanımlamak için kullanılır. z ölçüm vektörünün birinci öğesi z_1 ve S köşegeninin birinci öğesi S_{11} (z_1 ölçümünün beklenen varyansı) olduğu için, birleşme geçidi tarafından kapsanması gereken frekans aralığı şu şekilde olacaktır:

$$\left(z_1 - k \cdot \sqrt{S_{11}}, z_1 + k \cdot \sqrt{S_{11}} \right) \quad (13)$$

burada, tahmin edilen değişken için bir Gauss dağılımının varsayılması durumunda geçidin içinde % 99 olasılıkla ölçüm bulunacaksa k değeri 2.6'yı alacaktır. Birleşme geçidi içerisinde yeni bir ölçüm bulunursa, aşağıdakiler kullanılarak filtrenin mevcut durumuna dahil edilir:

$$\begin{aligned} x(t+\Delta T) &= x(t+\Delta T^-) + P(t+\Delta T^-) \cdot H^T \cdot S^{-1} \cdot (m - H \cdot x(t+\Delta T^-)) \\ P(t+\Delta T) &= P(t+\Delta T^-) - P(t+\Delta T^-) \cdot H^T \cdot S^{-1} \cdot H \cdot P(t+\Delta T^-) \end{aligned} \quad (14)$$

m, iz kaydına dahil edilen ve durum vektörünün içerdęi tahminleri güncellemeye yarayan yeni bulunan tepe frekanslarını içeren vektörü temsil eder.

10 Yalnızca CW tepe frekansları mevcut olduğunda, durum vektörü yalnızca nesnenin radyal hızından ve radyal ivmesinden oluşabilir, ölçüm vektörü yalnızca beklenen CW tepe frekansını içerecektir. Bu durumda, gerekli dağıtım ve ölçüm matrisinin şekli şöyle olacaktır:

$$\begin{aligned} \Phi(\Delta T) &= \begin{bmatrix} 1 & \Delta T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ H &= \begin{bmatrix} 2 \\ \lambda_{CW} & 0 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (15)$$

15 Yalnızca FM-CW tepe frekansları mevcut olduğunda, durum vektörü yalnızca nesneye olan eğik aralığını ve radyal hızını içerebilir. Bu durumda, ölçüm vektörü beklenen FM-CW tepe frekansından oluşacak ve dağıtım ve ölçüm matrisleri aşağıdaki şekilde olacaktır:

$$\begin{aligned} \Phi(\Delta T) &= \begin{bmatrix} 1 & \Delta T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ H &= \begin{bmatrix} \pm \frac{2}{c} \cdot \frac{BW}{T_r} & \frac{2}{\lambda_{FM}} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (16)$$

20 H'nin birinci öğesinin işareti, denklemler (2) ve (3)'e göre bir sonraki iletilen frekans rampasının işaretine karşılık gelen olacaktır.

25 Hem CW hem de FM-CW tepe frekansları mevcut olduğunda, durum vektörü eğimli aralığı, radyal hızı ve nesnenin radyal ivmesini temsil edebilir. Ölçüm vektörü hem beklenen CW hem de FM-CW tepe frekanslarını içerecek ve yayılma ve ölçüm matrisleri şöyle olacaktır:

$$\Phi(\Delta T) = \begin{bmatrix} 1 & \Delta T & \Delta T^2 / 2 \\ 0 & 1 & \Delta T \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{bmatrix} \pm \frac{2}{c} \cdot \frac{BW}{T_r} & \frac{2}{\lambda_{FM}} & 0 \\ 0 & \frac{2}{\lambda_{CW}} & 0 \end{bmatrix} \quad (17)$$

5 FM-CW tepe frekansı için birleşme geçidinin merkezi ve açıklığı sırasıyla ölçüm vektörünün birinci ögesi ve ortaya çıkan ölçüm birleşme kovaryansı matrisinin köşegeninin birinci ögesi tarafından verilecektir. CW tepe frekansı için birleşme geçidinin merkezi ve açıklığı sırasıyla ölçüm vektörünün ikinci ögesi ve ortaya çıkan ölçüm bağlantı kovaryansı matrisinin köşegeninin ikinci ögesi tarafından verilecektir.

10 Genel olarak, izleme rutini tarafından tutulan üç çeşit iz kaydı olacaktır: yalnızca CW tepesine atanmış kayıtlar, yalnızca FM-CW tepesine atanmış kayıtlar ve hem CW hem de FM-CW tepesine atanmış kayıtlar. Bunun bir sonucu olarak, yalnızca CW veya FM-CW tepesine sahip olan kayıtlara, bir sonraki beklenen CW veya FM-CW tepe frekansına karşılık gelen yalnızca bir birleşme geçidi verilebilir. Genel olarak, bu iz kayıtlarının hiçbirisi doğru aralık ve hız ölçümlerini içermeyecektir, çünkü tepelerin hiçbirisi

15 aralık-hız belirsizliğini gidermeye yarayan tamamlayıcı CW veya FM-CW tepeleri ile ilişkilendirilemez. Bu özellikle sistemde testere dişi veya rampa şeklinde bir FM-CW dalga formu kullanıldığında geçerlidir, çünkü Şekil 10'daki akış şemasında açıklanan birleşme prosedürü kullanılamaz. Bununla birlikte, radar tarafından gözlemlenen gerçek bir nesnenin genel olarak CW tepelerinin ve bir başka FM-CW tepesinin iz

20 kaydına yol açacağı dikkate alındığında, sorun aşağıda açıklandığı gibi çözülebilir.

Rutin 5. adımda, CW ve FM-CW tepeleri, birleşme geçitlerinin bulunduğu yere göre karşılık gelen izlere atanır. Bir izin birleşme geçidi içinde yalnızca bir tepe görünürse, tepe ve bununla ilişkili ölçümler bu ize atanır ve iz kaydı güncellenir. Bir veya daha

25 fazla tepe bir veya daha fazla iz geçidine girerse, tepelerin izlere nihai birleşimi, her bir ize birleşme geçidinin veya benzerinin merkezine yakın bir yerde bulunan tepeyi atamak gibi ek bir kriter vasıtasıyla belirlenmelidir. Herhangi bir izin birleşme geçidine girmeyen tepeler daha sonra yeni iz kayıtları başlatmak için kullanılır, adım 9 ila 11, tepesi, FM-CW tepesi veya CW ve FM-CW tepesinin birleştirilmesinden kaynaklanan

30 tepe olup olmadıkları Şekil 10'daki akış şemasında açıklanan algoritma ile belirlenir.

Sabit izler olarak beyan edilebilmesi için bu yeni izlerden asgari miktarda güncelleme alınması gerekecektir.

Daha önce belirtildiği gibi, yalnızca bir tepe noktası, örn., CW veya FM-CW tepe noktası içeren iz kayıtlarına, yalnızca bir birleşme geçidi verilebilir ve bu nedenle yalnızca karşılık gelen tepe türünden bir güncelleme alabilir. Hem CW hem de FM-CW'den oluşan iz kayıtlarına iki birleşme geçidi verilir ve bu nedenle hem bir CW hem de bir FM-CW tarafından güncellenebilir. Her iki tepe sınıfı da ize atandığında, belirsiz aralık ve hız ölçümleri (6)/(7) ve (8) denklemlerine göre elde edilebilir. İz tarafından yalnızca bir tür tepe noktası elde edilirse, ize atanmış CW ve FM-CW tepe frekanslarının geçmişini özetleyen birleşme geçidini oluşturmak için kullanılan tepe frekansını eksik bir tepe frekansı için bir tahmin olarak kullanarak, verilen iterasyon için kesin olmayan bir aralık ve hız ölçümü elde etmek yine de mümkün olacaktır. Böylece, iletilen gücün daha sağlam ve verimli bir şekilde kullanılması sağlanabilir. Bu noktada, 6. adımda, hem CW hem de FM-CW tepelerini içeren iz kayıtlarının güncellenmesi tamamlanmış olacaktır.

Yalnızca bir tür tepe noktasından oluşan iz kayıtları ile ilgili olarak, rutin, aynı nesneden hangi CW ve FM-CW iz kayıt çiftinin kaynaklandığını bulmaya çalışacaktır. Bunu başarmak için, 7. adımda yalnızca CW tepelerinden oluşan iz kayıtlarının ölçüm geçmişleri, yalnızca FM-CW tepelerinden oluşan iz kayıtları ile karşılaştırılacaktır. Prensipte olarak, yalnızca azimut ve yükseklik ölçümlerinin geçmişi, iki iz aynı nesne tarafından üretilirse aynı olacaktır ve bu durumda karşılaştırılabilir, ancak sistemde bulunan menzil-hız eşleşmesinin derecesine bağlı olarak (FM-CW dalga formunun parametrelerinin bir fonksiyonudur, diğer bir deyişle rampa süresi ve frekans taraması), Aynı zamanda, CW izinin hız ölçümlerinin geçmişini, tepe frekanslarının geçmişinin birinci türevinden türetilen FM-CW izininki ile doğrudan karşılaştırmak da mümkün olabilir.

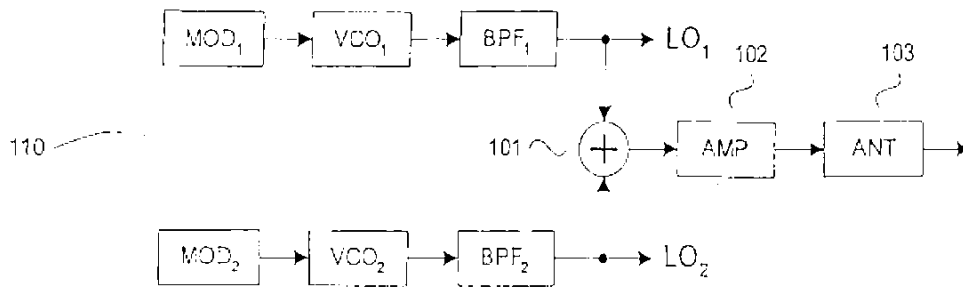
Yukarıdaki kritere göre, sırasıyla yalnızca CW ve FM-CW tepelerinden oluşan bir çift iz kaydının aynı nesneye karşılık geldiği tespit edilirse, iz ölçümleri, adım 8'de öncekiyle aynı şekilde birleştirilir ve belirsiz aralık ve hız ölçümleriyle yeni bir iz kaydı oluşturulur ve önceki ikisinin yerini alır. Algoritmanın bir sonraki iterasyonunda, bu yeni iz kaydı hem CW hem de FM-CW birleşme geçitlerini üretebilecek ve bu nedenle hem CW hem de FM-CW tepelerini kabul edebilecektir.

Tüm izler güncellendiğinde rutin, her sabit izin güncellenmiş ölçümlerini bir kullanıcı için başka proses veya sunum için başka bir cihaza ya da algoritmaya gönderebilir, adım 12. Prensipte olarak, sadece hem CW hem de FM-CW tepelerini içeren sabit izlerden gelen bilgiler geçerli sayılacaktır, çünkü bunlar kesin kesin ve açık hız ölçümlerine sahip olanlar olacaktır.

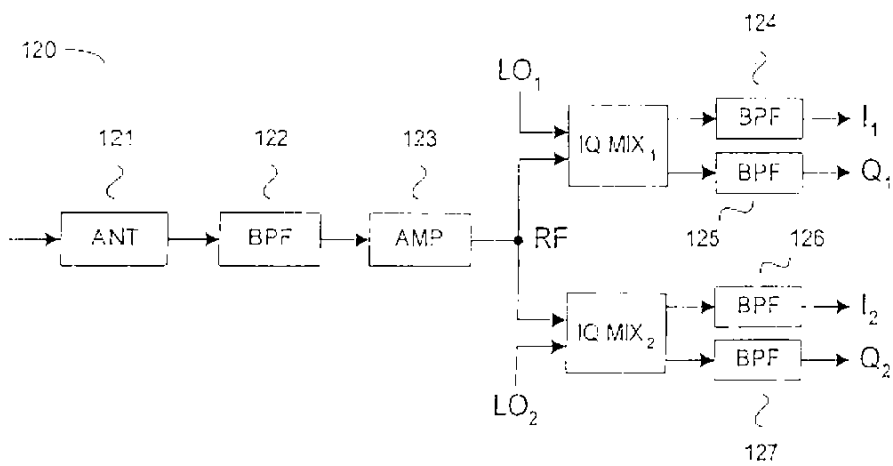
Buluş, özellikle belirli uygulamalara referans vererek gösterilmiş ve tarif edilmiş olmasına rağmen, teknikte uzman kişiler tarafından, buluşun kapsamından ayrılmadan form ve detaylarda çeşitli değişikliklerin yapılabileceği anlaşılacaktır. Bu değişikliklerin aşağıdaki istemlerin kapsamına girmesi amaçlanmaktadır.

15

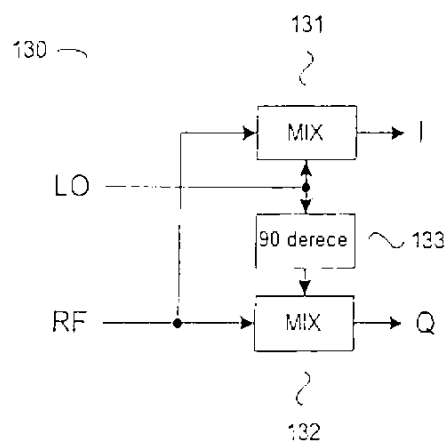
EP 1 735 637 B1



Sekil 1a Verici

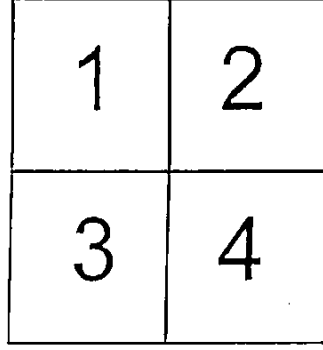


Sekil 1b Alıcı (tek kanal)

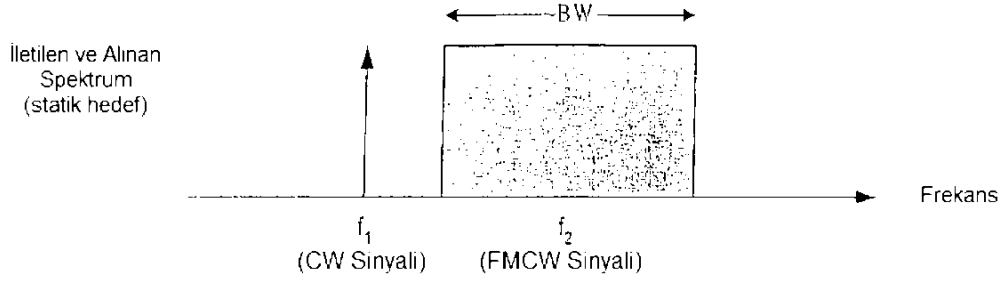


Sekil 1c IQ Karıştırıcı

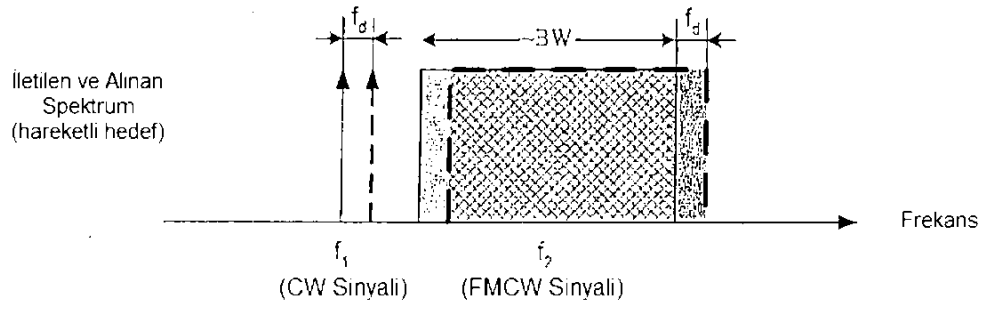
Alıcı Anten Kanallarının
Nisbi Konumu
(antenin arkasından görüldüğü gibi)



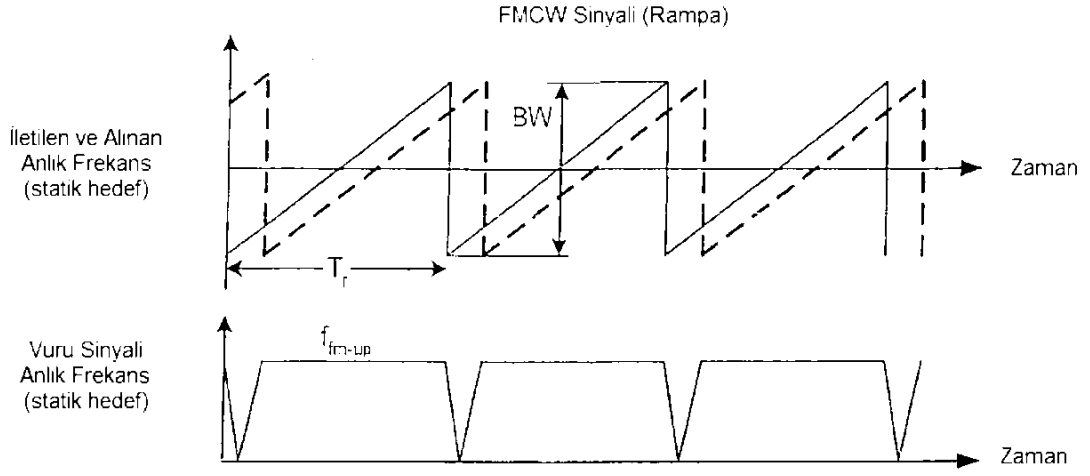
Şekil 2



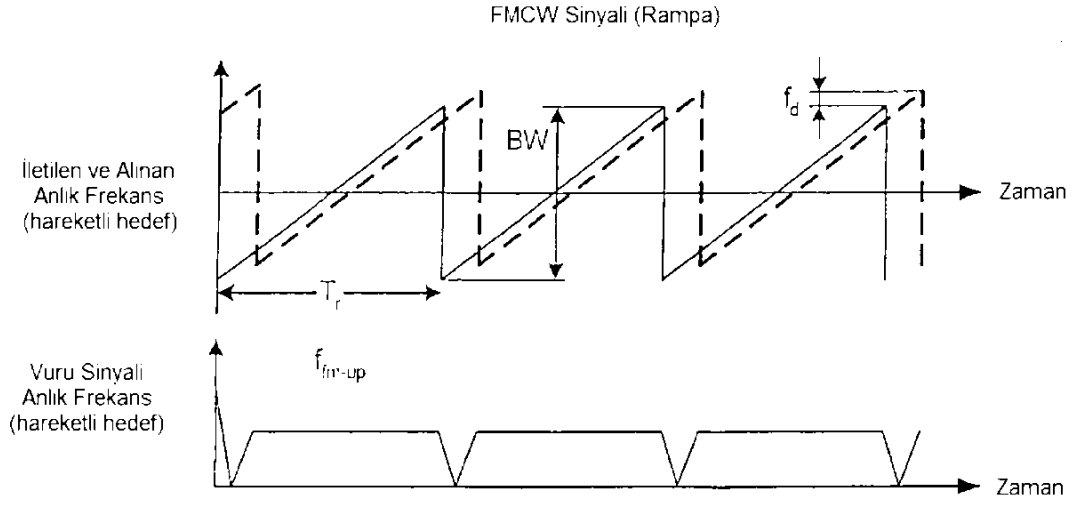
Şekil 3a



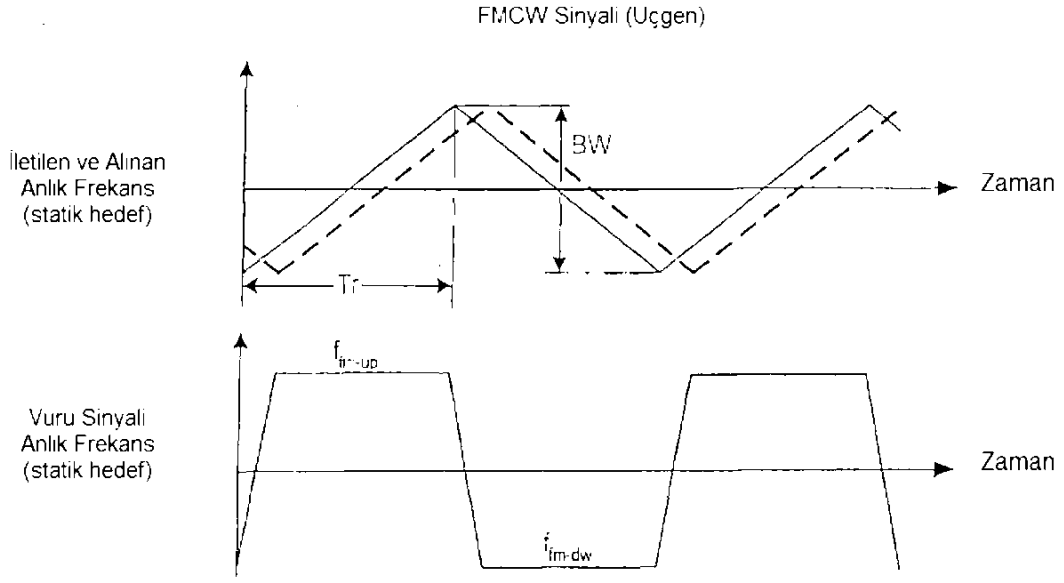
Şekil 3b



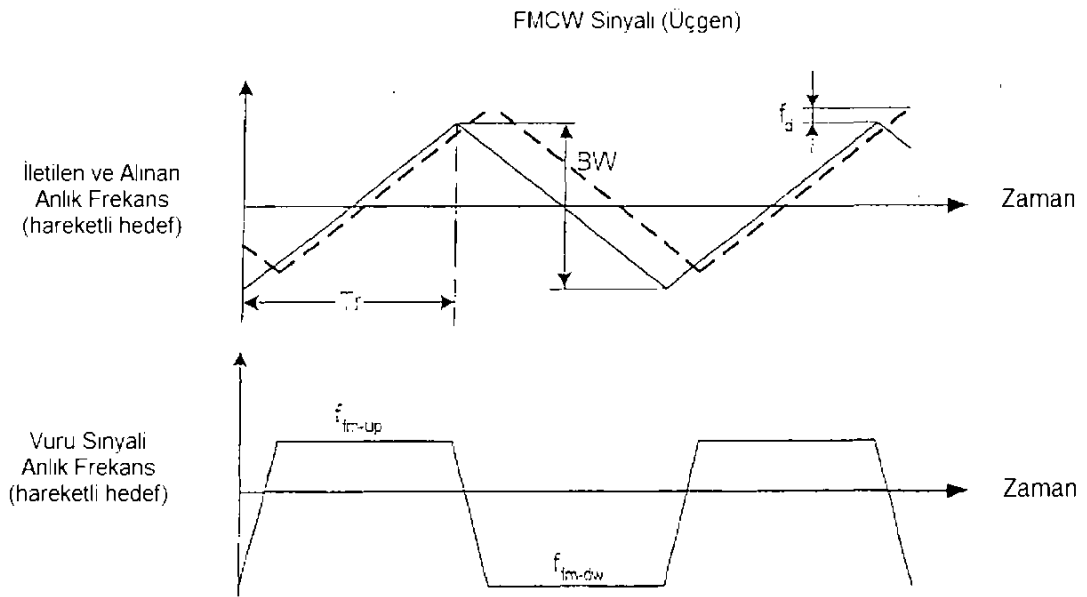
Şekil 4a



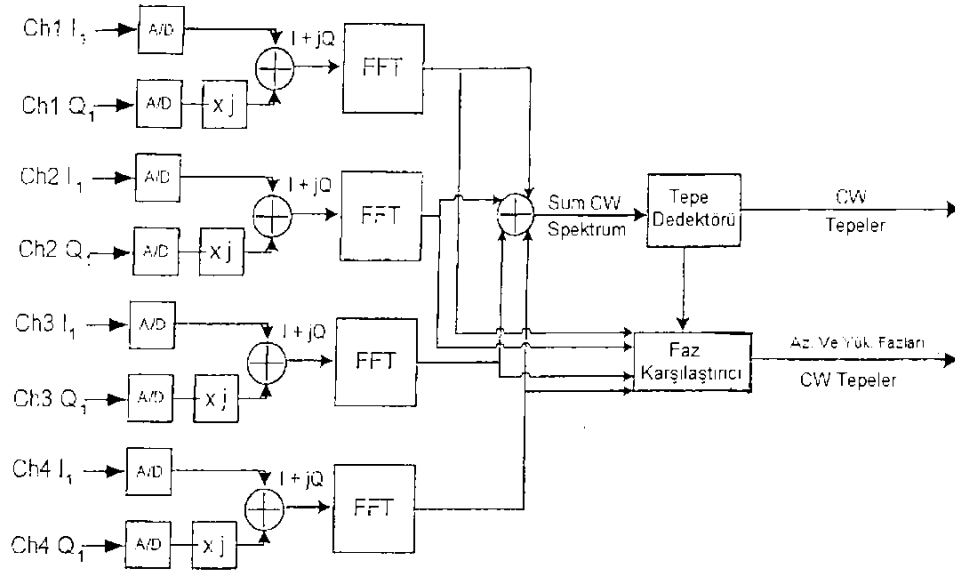
Şekil 4b



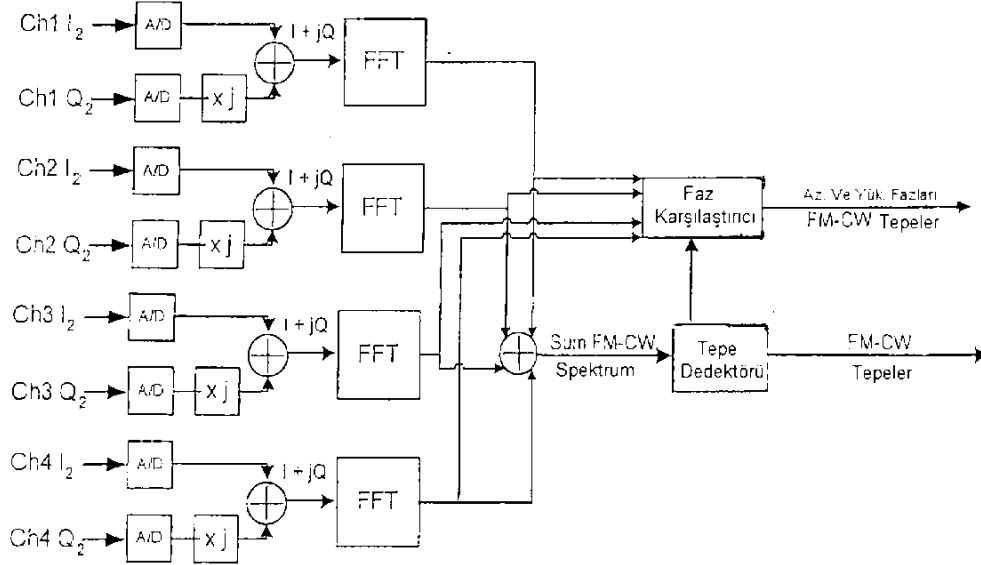
Şekil 5a



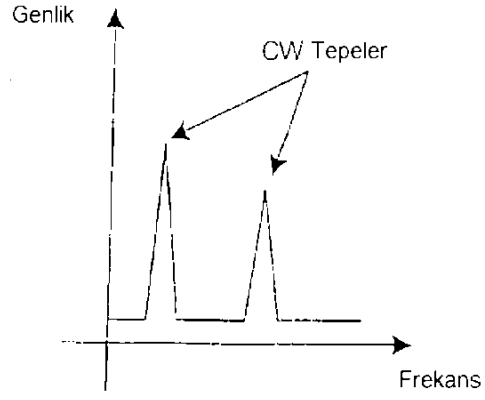
Şekil 5b



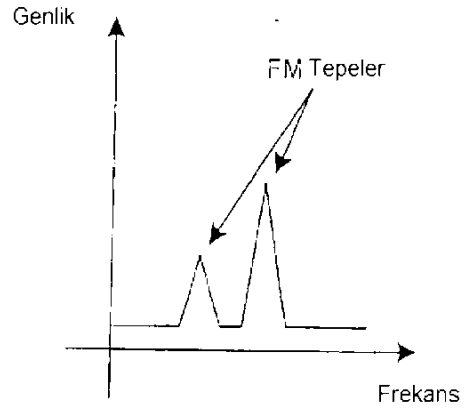
Şekil 6a



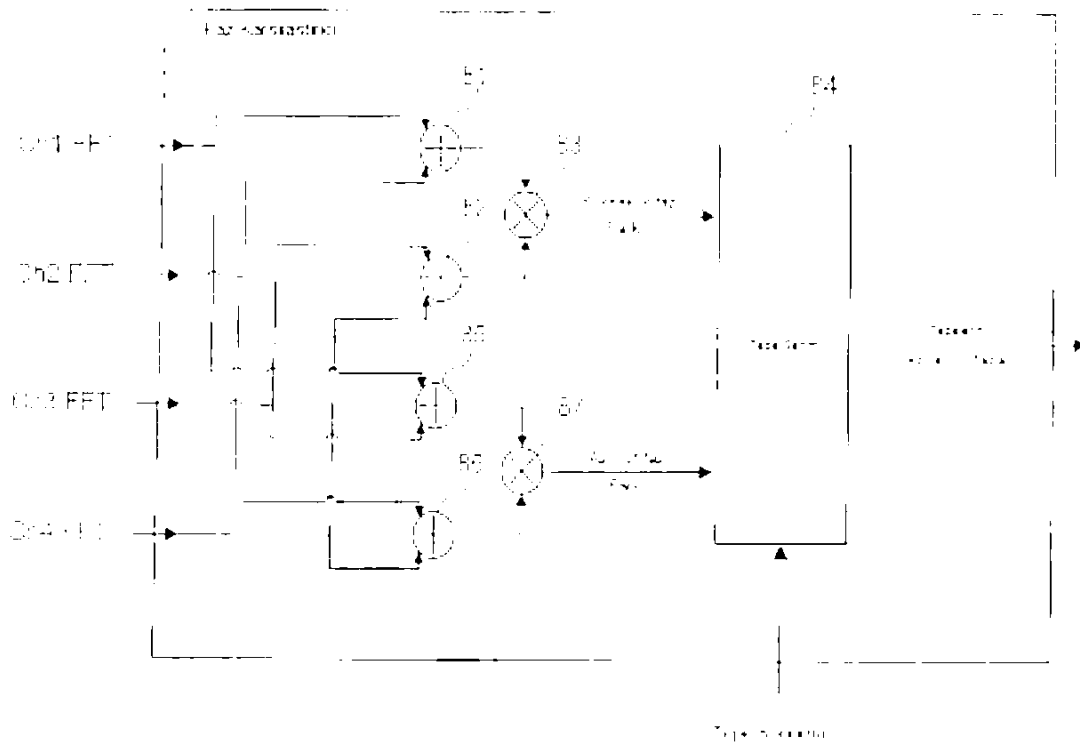
Şekil 6b



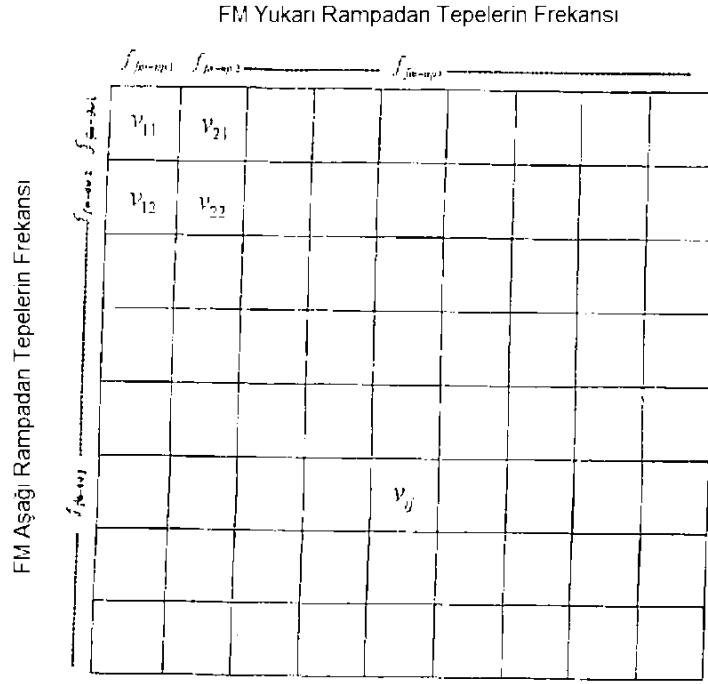
Şekil 7a



Şekil 7b

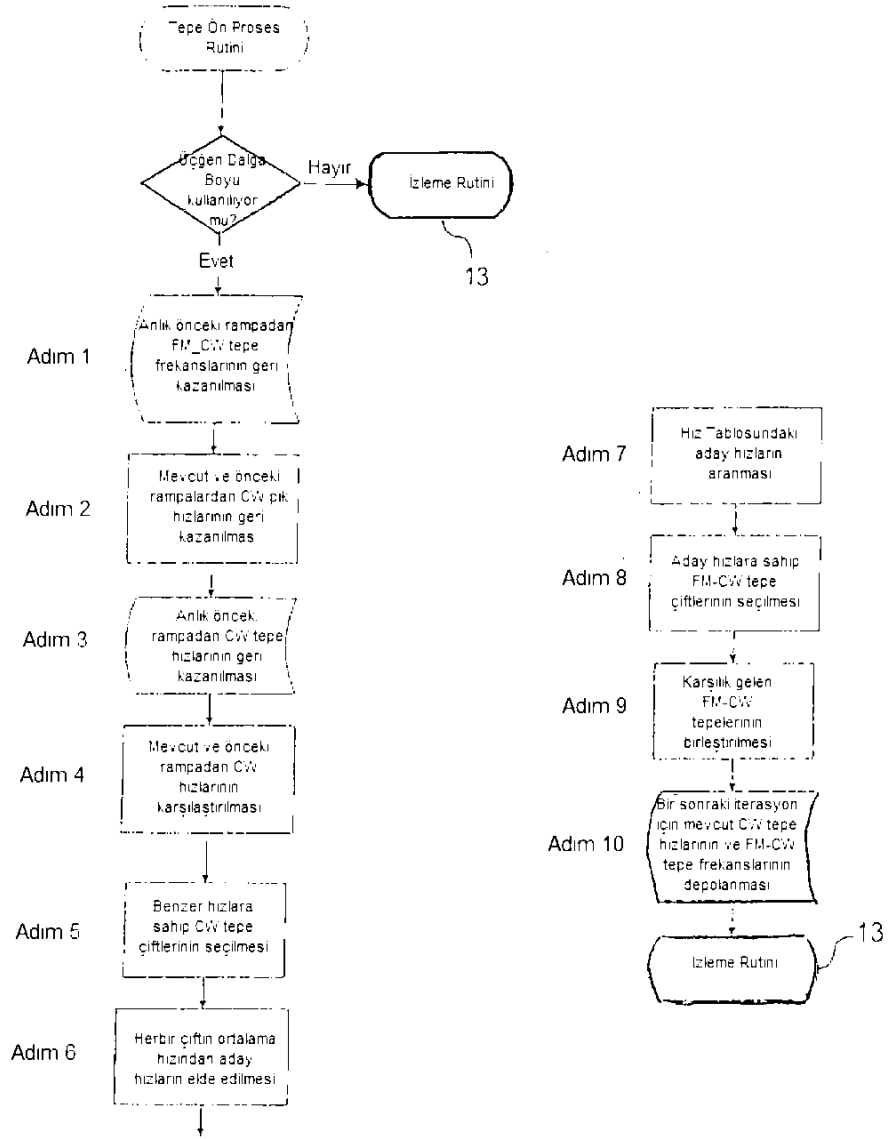


Şekil 8



- f_{fm-upj} : Yukarı rampa tepesi i frekansı
 f_{fm-dwj} : Aşağı rampa tepesi j frekansı
 v_{ij} : Seçilen yukarı ve aşağı rampa tepesi çiftinden türetilen hız ölçümü

Şekil 9



Şekil 10

