



자율 주행 가능 자동차



자율 주행 차는 센서를 통해 세상을 봅니다. 전체 개념은 신뢰성에 있습니다. 그러나 레이더 센서가 필요한 성능을 제공하는 능력은 설치 상황에 따라 크게 다릅니다. 새로운 테스트는 필요한 통찰력을 제공합니다. 자율 주행 차는 센서를 통해 세상을 본다. 전체 개념은 신뢰성에 있습니다. 그러나 레이더 센서가 필요한 성능을 제공하는 능력은 설치 상황에 따라 크게 다릅니다. 새로운 테스트는 필요한 통찰력을 제공합니다.

자율 주행을 위해서는 신뢰할 수 있는 센서가 필수적입니다.

주변 물체를 감지하는 센서는 자율 주행 차량의 핵심 구성 요소입니다. 여기에는 카메라 및 라이다 센서가 포함되지만 특히 레이더 센서가 포함됩니다. 매년 수백만 개의 자동차 레이더가 생산됩니다. 그들은 고급 차량의 표준 장비입니다. 오늘날 자동차 레이더 센서는 주로 주행 편의성을 높이고 사고를 예방하는 데 사용됩니다.

적응형 순항 제어를 가능하게 하는 대부분의 레이더 센서는 76 GHz ~ 77 GHz 주파수 범위 (1 bandwidthGHz 대역폭)에서 작동하여 다른 차량과 물체를 훨씬 빨리 감지합니다. 차선 변경 지원 및 사각 지대 감지와 같은 주변 물체를 감지하는 고급 기능은 필요한 높은 범위의 해상도를 달성하기 위해 더 큰 대역폭이 필요합니다. 이는 77 ~ 81 GHz 주파수 범위에서 사용할 수 있습니다.

또한 최대 81GHz의 확장된 자동차 주파수 대역은 무선 간섭을 완화하는 데 도움이 됩니다. 기능성보다 외관과 관련이 있는 이유 때문에 자동차 레이더는 RF 신호에 투명한 재료로 구성된 레이더 돔 (레이돔)으로 덮여 있습니다. 그릴의 엠블럼은 종종 이러한 목적으로 사용되지만 플라스틱 범퍼는 레이더를 숨기는 곳이기도 합니다. 과거에는 엠블럼이 주로 브랜드를 홍보했으며 다른 중요한 역할은 없었습니다. 그러나 이제 라돔으로 사용하면 RF 구성 요소와 비슷해집니다.

그것이 설계에서 고려되지 않으면, 엠블럼 뒤의 레이더의 탐지 성능 및 정확도에 매우 부정적인 영향을 줄 수 있습니다. 특히, 국부적으로 변하는 재료 두께를 갖는 브랜드 엠블럼의 3 차원 형상은 밀리미터 파 대역에서의 동작에 RF 성능 문제를 야기 할 수 있습니다.

범퍼는 일반적으로 고주파수를 감쇠시키는 금속 페인트로 코팅됩니다.

레이더의 신뢰성을 보장하기 위해서는 레이더의 재료 특성을 검증하고 레이더 신호에 미치는 영향을 조사하는 것이 필수적입니다.

자동차 센서의 불확실성과 위험은 자율 주행에 적합하지 않습니다. 여기에서 발생하는 오류는 후 처리로 적절히 수정할 수 없기 때문입니다. 결과적으로, 차량 제조업체 및 공급 업체는 라돔의 레이더 적합성을 평가할 수 있는 새로운 측정 기능이 필요합니다.

레이돔은 레이더 성능을 크게 저하시킬 수 있습니다.

자동차 레이더 센서는 주로 주파수 변조 CW (FMCW) 신호를 사용합니다. 전파 지연 및 도플러 주파수 편이로 인해 센서는 여러 대상의 범위 및 방사형 속도를 측정하고 해결할 수 있습니다. 안테나 배열 속성에 따라 방위각과 고도 각을 측정하고 확인할 수도 있습니다. 감지 및 추적 후, 센서 전자 장치는 신호를 처리하여 물체의 측정 된 위치 및 속도와 유형 정보 (보행자, 자동차 등)가 포함 된 대상 목록을 생성합니다. 이 목록은 차량의 전자 제어 장치로 전송되어 차량 기동을 실시간으로 결정하는 데 사용됩니다.

이 데이터의 정확성과 신뢰성은 차량과 승객의 안전을 위해 매우 중요합니다. 레이더의 정확도는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 처리 및 레이더 에코 자체와 같은 많은 요소에 따라 달라집니다. 신호 대 잡음비 (SNR)가 낮은 신호 에코는 SNR이 높은 신호처럼 정확하게 측정할 수 없습니다. 또한 다중 경로 전파 및 라돔으로 인한 왜곡과 같은 효과는 측정 정확도에 큰 영향을 줍니다. 방위각 측정의 부정확성으로 인해 대상이 실제 위치에서 잘못 배치 된 것처럼 보입니다. 레이더 센서에서 1°의 각도 측정 오차는 100m 떨어진 대상이 측면으로 1.75m 변위 된 것처럼 보이게 합니다. 이 변위로 인해 대상이 다른 차선에있는 것으로 해석 될 수 있습니다.

안정적인 작동을 보장하기 위해 이러한 거리에서의 각도 측정 오류는 1°보다 훨씬 작아야 합니다.

표준 자동차 레이더의 문제

그림 2는 실제 자동차 구성 요소에 대한 측정을 기반으로 방위 변위의 영향을 보여줍니다. 상용 상용 자동차 레이더는 12.4m 거리와 11.5°의 거리에서 정적 목표물을 제공했습니다. 차트는 서로 다른 레이돔이 레이더 단면과 입사각에 어떤 영향을 미치는지 보여줍니다. 파란색으로 표시된 값 (레이돔 제외)이 비교를 위해 제공됩니다.

알 수 있는 바와 같이, 적절한 레이돔 (적색)이 사용될 때 추정 입사각에 영향을 미치지 않는다. 그러나 레이더 단면은 양방향 감쇠 (이 경우 약 2 dB)로 줄어 듭니다.

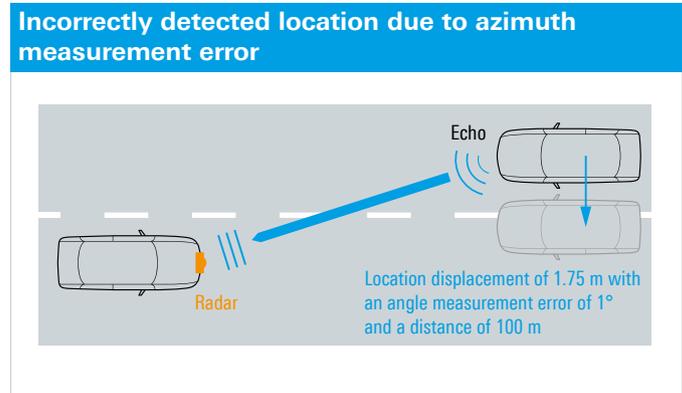


그림 1 : 방위 측정 오류로 인해 대상 위치가 잘못 감지되었습니다. 자율 주행 차량 컨트롤러는 치명적인 기동으로 응답 할 수 있습니다.

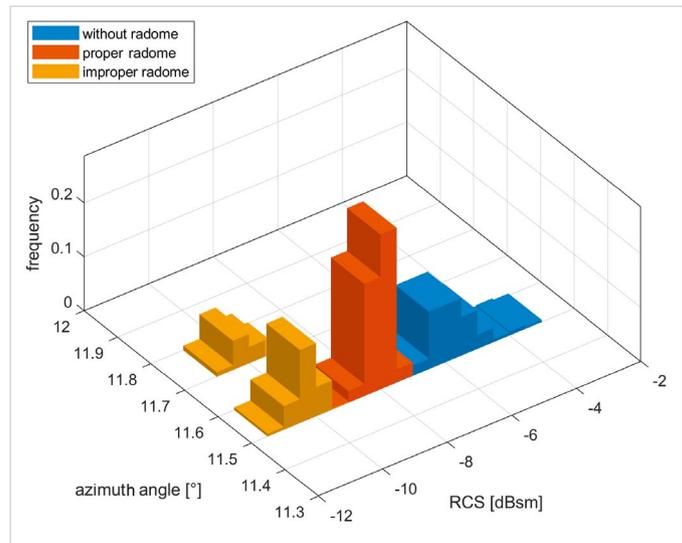


그림 2 : 레이더 단면 (RCS) 및 입사각에 대한 다른 레이돔의 영향. 부적절한 라돔은 각도 오류를 일으킬 수 있습니다.

실제 레이더를 사용한 측정과 달리 레이돔 특성을 결정하는 데 시간이 많이 걸리는 측정 시퀀스가 필요하지 않습니다. R & S®QAR은 카메라로 사진을 찍는 것과 비슷한 원샷 프로세스로 결과를 얻습니다. 테스트중인 레이돔은 패널 앞의 지정된 영역에 배치됩니다.

두 가지 측정이 가능합니다. 하나는 DUT의 반사율을 결정하고 다른 하나는 투과율을 결정하는 것입니다. 먼저, 레이돔 물질에 의해 얼마나 많은 에너지가 반사되는지를 결정하기 위해 반사율 측정이 이루어진다. 이것은 레이돔을 통과하지 않는 에너지입니다.

성능이 저하되거나 위에서 설명한대로 올바른 작동이 손상됩니다.

특정 영역은 여러 가지 이유로 반사율이 더 높을 수 있습니다 (예: 재료 결함, 공기 내포물, 서로 다른 재료 층 사이의 원치 않는 상호 작용 또는 과도한 양의 특정 재료 성분). 측정 방법은 크기와 위상에 따라 모든 반사 된 신호를 일관성 있게 연결하여 공간적으로 해결 된 측정 결과를 제공합니다. 결과를 시각화하면 DUT의 반사 동작을 직관적이고 정량적으로 평가할 수 있습니다. 시연을 위해 서로 다른 두께로 밀링된 로데슈바르츠 로고가 포함 된 데모 레이돔이 제작되었습니다 (그림 5).

그림 6의 고해상도 레이더 이미지는 이 레이돔으로 덮여있는 레이더 센서가 볼 수 있는 것을 보여줍니다. 밝기 레벨은 반사율을 나타냅니다. 영역이 밝을수록 레이더 신호가 더 많이 반사됩니다. 금속 물체는 흰색으로 나타납니다 (네 모서리에 있는 나사). 로고의 선명하게 보이는 윤곽은 지역화 된 높은 반사율과 매우 균일하지 않은 전체 이미지를 나타냅니다. 로고 영역에서 두께가 0.5mm 더 크면 도로에서의 레이더 성능이 상당히 저하됩니다.

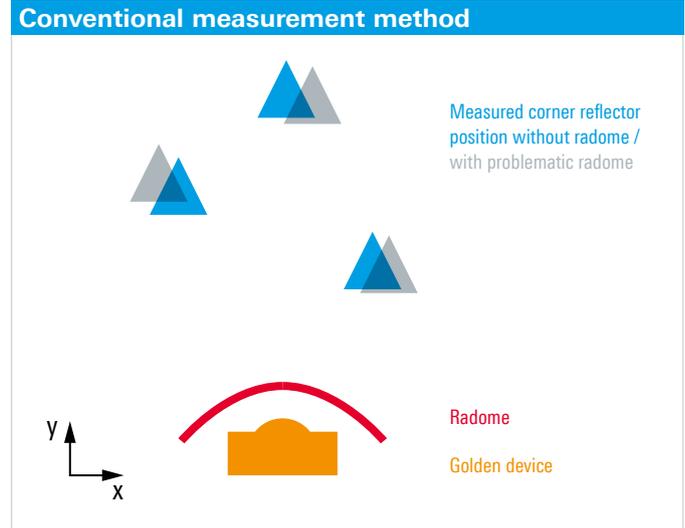


그림 3 : 골든 장치를 사용한 일반적인 테스트 설정

기존의 레이돔 테스트

Radome 제조업체는 일반적으로 기존 레이더 (골든 장치)를 사용하여 제품을 테스트합니다. 이 시험에서 코너 반사경은 미리 정의된 거리와 방위각 각도로 레이더 앞에 장착됩니다 (그림 3). 레이돔을 사용하거나 사용하지 않고 차동 측정을 수행 한 다음 비교합니다. 레이더와 에코 신호 레벨에 의해 결정된 거리와 방위각이 지정된 한계 내에 있을 때 레이돔이 테스트를 통과합니다.

그러나 이 방법은 특정 방위각 만 검사하므로 레이돔의 문제 영역을 쉽게 놓칠 수 있습니다. 다른 측정 방법도 비슷한 방식으로 작동하지만 하나의 반사기가 필요합니다. 이 방법에서는 레이더 센서와 레이돔이 턴테이블에 장착되고 측정이 다른 각도로 반복됩니다.

턴테이블에서 읽을 수 있는 실제 각도 (지상 사실)와 레이더로 측정된 각도가 비교됩니다. 이 방법은 턴테이블의 위치 정확도만큼 정확합니다. 그러나 이 테스트는 시간이 오래 걸리므로 생산 라인 테스트에는 적합하지 않습니다.

R&S® QAR 레이더 테스트로 버튼 만 누르면 결정적인 테스트가 수행됩니다

R&S® QAR 품질 자동차 레이더 테스트 (그림 4)는 기존 방법의 한계를 극복합니다. 소형 안테나 어레이가 있는 황금색 장치 대신 75 ~ 82의 확장 된 자동차 레이더 주파수 범위에서 작동하는 수백 개의 송수신 안테나가 있는 대형 패널을 사용합니다.

또한 자동차 레이더에 수백 개의 안테나가 있는지 볼 수 있습니다. 그러나 조리개가 넓기 때문에 훨씬 높은 해상도 (밀리미터 범위)로 범위, 방위각 및 고도를 측정합니다. 이 고해상도는 측정 결과 (즉, 반사율)를 X-ray 이미지로 시각화하여 제한된 테스트 및 측정 경험이 있는 사람도 즉시 품질을 평가할 수 있습니다.

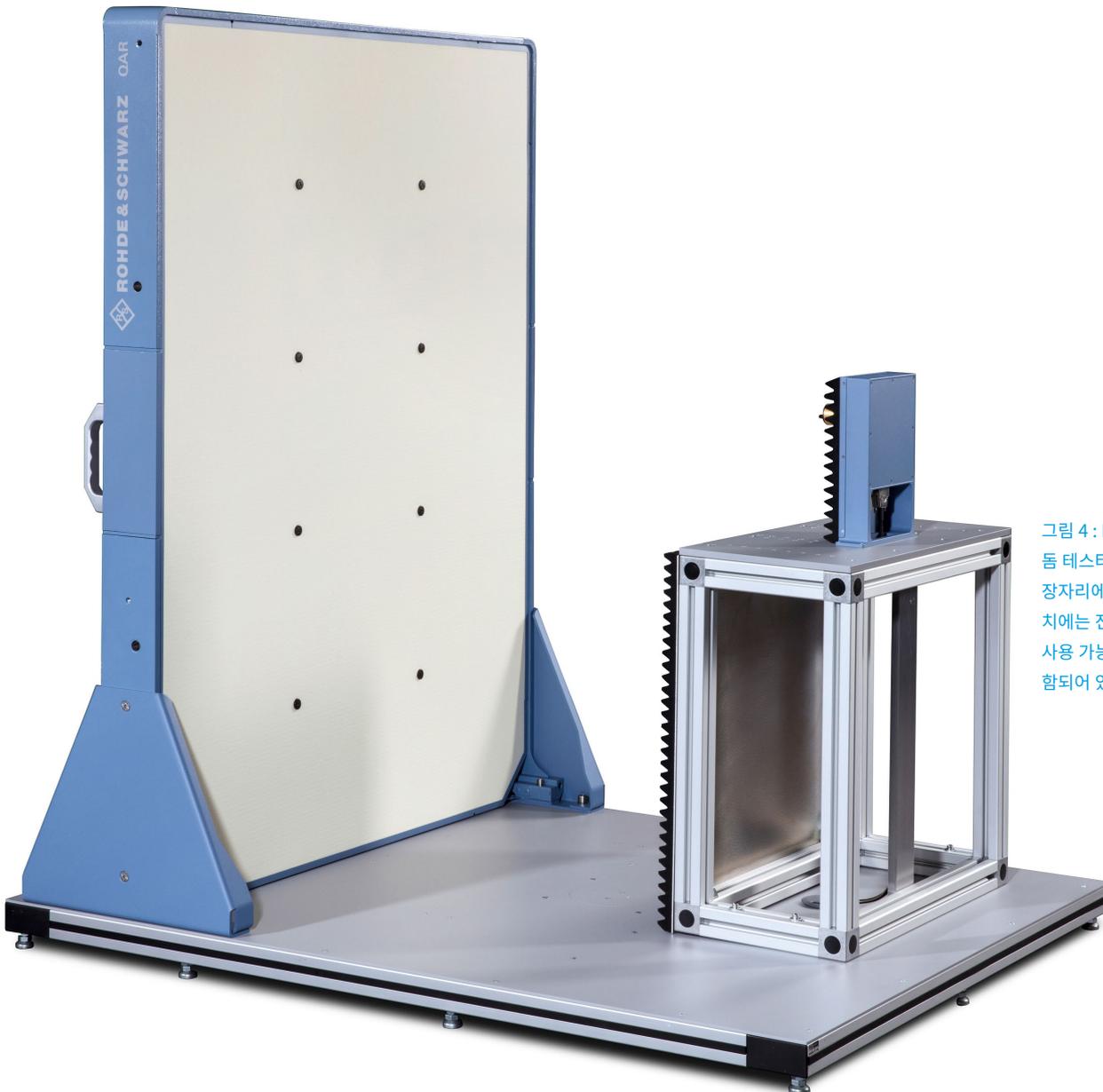


그림 4: R&S® QAR 품질 자동차 레이더 테스트. DUT는 테이블의 전면 가장자리에 장착됩니다. 표의 파란색 장치에는 전송 측정을 위해 선택적으로 사용 가능한 밀리미터 파 송신기가 포함되어 있습니다.

실제 레이더를 사용한 측정과 달리 레이더 특성을 결정하는 데 시간이 많이 걸리는 측정 시퀀스가 필요하지 않습니다. R & S®QAR은 카메라로 사진을 찍는 것과 비슷한 원샷 프로세스로 결과를 얻습니다. 테스트중인 레이더는 패널 앞의 지정된 영역에 배치됩니다.

두 가지 측정이 가능합니다. 하나는 DUT의 반사율을 결정하고 다른 하나는 투과율을 결정하는 것입니다. 먼저, 레이더 물질에 의해 얼마나 많은 에너지가 반사되는지를 결정하기 위해 반사율 측정이 이루어진다. 이것은 레이더를 통과하지 않는 에너지입니다.

성능이 저하되거나 위에서 설명한대로 올바른 작동이 손상됩니다.

특정 영역은 여러 가지 이유로 반사율이 더 높을 수 있습니다 (예: 재료 결함, 공기 내포물, 서로 다른 재료 층 사이의 원치 않는 상호 작용 또는 과도한 양의 특정 재료 성분). 측정 방법은 크기와 위상에 따라 모든 반사 된 신호를 일관성 있게 연결하여 공간적으로 해결 된 측정 결과를 제공합니다. 결과를 시각화하면 DUT의 반사 동작을 직관적이고 정량적으로 평가할 수 있습니다. 시연을 위해 서로 다른 두께로 밀링된 로데슈바르츠 로고가 포함 된 데모 레이더가 제작되었습니다 (그림 5).

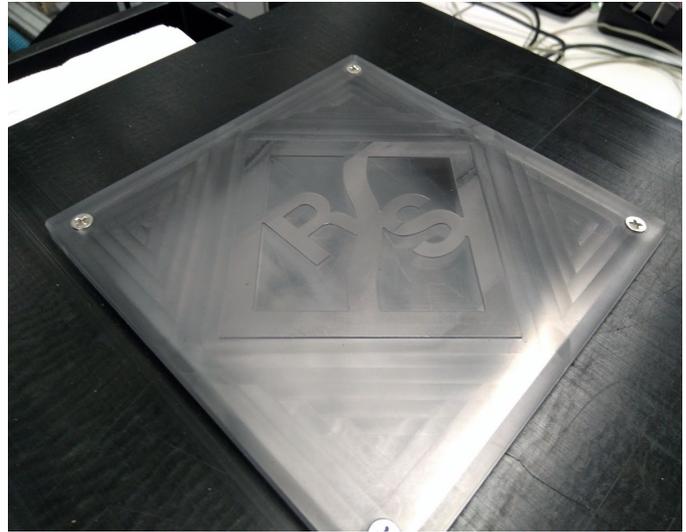


그림 5 : 로데오 바디 표면에서 0.5mm 떨어진 곳에 로데슈바르츠 로고가 있는 데모 라돔. 두께가 조금만 증가해도 77 GHz에서 불일치가 발생합니다 (그림 6).

그림 6의 고해상도 레이더 이미지는 이 레이더로 덮여있는 레이더 센서가 볼 수 있는 것을 보여줍니다. 밝기 레벨은 반사율을 나타냅니다. 영역이 밝을수록 레이더 신호가 더 많이 반사됩니다. 금속 물체는 흰색으로 나타납니다 (네 모서리에 있는 나사). 로고의 선명하게 보이는 윤곽은 지역화 된 높은 반사율과 매우 균일하지 않은 전체 이미지를 나타냅니다. 로고 영역에서 두께가 0.5mm 더 크면 도로에서의 레이더 성능이 상당히 저하됩니다.

그림 6 : 반사율 (왼쪽)과 단방향 감쇠 (오른쪽)의 고해상도 밀리미터 파 이미지. 로고의 파란색 외곽선은 테스트 송신기 또는 레이더의 방사선 단면을 나타냅니다. 이 영역은 평가에 사용됩니다.

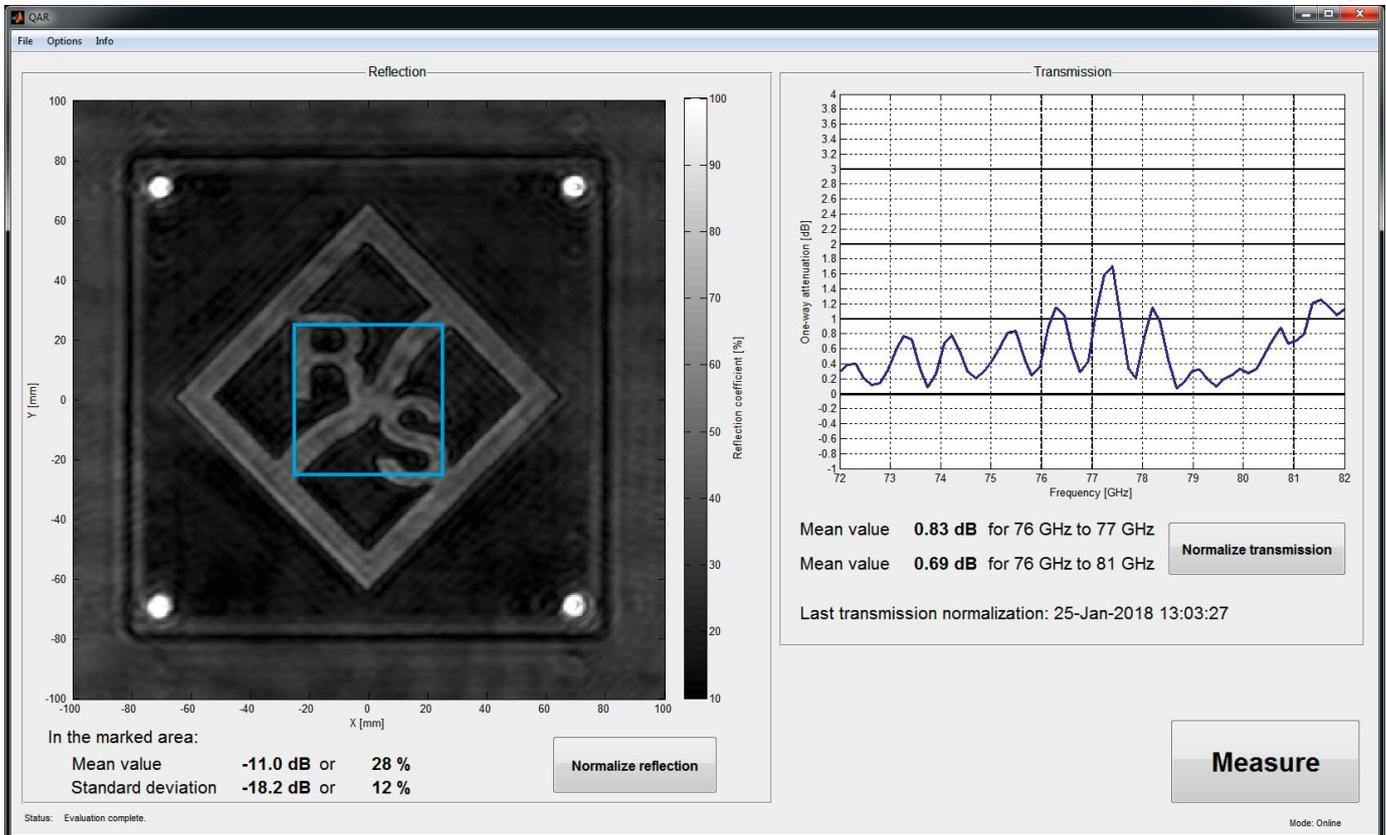
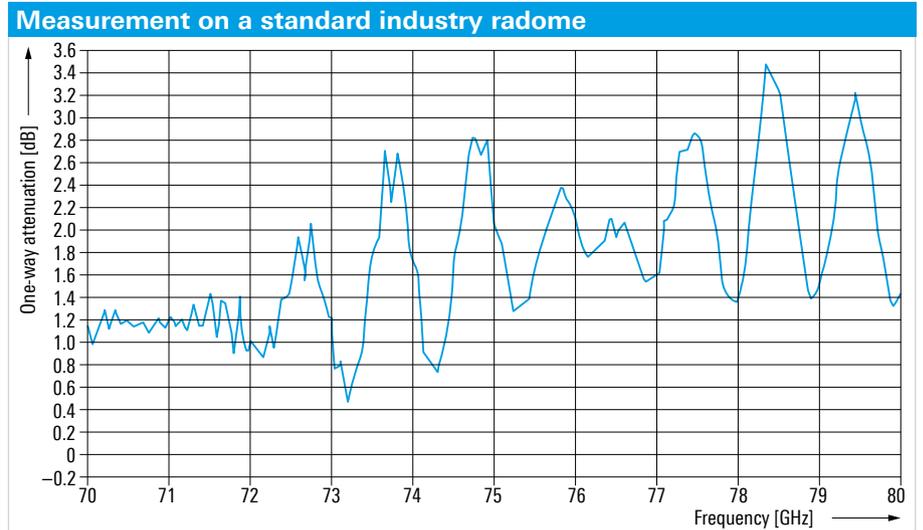


그림 7 : 복잡한 3D 디자인의 상업용 다층 레이돔에서 전송 측정



이 예에서, 센서가 일반적으로 장착되는 레이돔의 중간에는 -11.0 dB의 평균 반사율과 -18.2 dB의 표준 편차가 있습니다. 많은 사용 시나리오에서 신뢰할 수 있는 레이더 작동을 보장하기에는 너무 높습니다. 실제로, 예상 반사율은 레이더 유닛의 감도와 포함 할 최대 감지 범위에 따라 다릅니다. 다음으로, 레이돔 물질의 주파수 정합 및 감쇠가 측정된다. DUT 뒤에있는 송신기 장치 (그림 4)는 선택한 주파수 범위를 스위프합니다. 이를 통해 레이돔의 전송 주파수 응답을 정확하게 평가할 수 있습니다.

주파수 응답은 레이더 작동을 위한 정확한 주파수 대역에서 DUT의 RF 정합에 대한 자세한 정보를 제공합니다. 이 정보는 레이더 장치가 사용하는 실제 신호 파형과 무관하므로 레이돔 뒤에 설치할 수 있는 모든 유형의 레이더에 유효합니다. 그림 6의 오른쪽 그래프는 데모 레이돔에 대한 측정 값을 보여줍니다. 76 GHz와 79 GHz 사이의 높은 파형으로 인해 레이돔은 해당 주파수 대역의 레이더에는 적합하지 않습니다.

요약

자율 주행에는 예를 들어 신뢰할 수 있는 레이더가 필요합니다. 오류없이 주변 지역의 물체를 감지하십시오. 이것이 가능한지의 여부는 레이더의 품질뿐만 아니라 설치 상황에 달려 있습니다. 레이더는 종종 브랜드 엠블럼 또는 범퍼 뒤에 설치됩니다. 이러한 차체 부분 (라돔)은 물체가 감지되지 않거나 잘못된 장소에서 감지되는 지점까지 신호를 저하시킬 수 있습니다. 오늘날 이러한 부품은 원래의 목적뿐만 아니라 RF 특성도 정의해야 합니다. 이러한 특성을 확인하려면 정확하고 실용적인 측정 방법이 필요합니다.

R&S® QAR 테스터는 골든 장치를 사용하는 것보다 훨씬 빠르고 자동차 라돔 품질을 평가하는 방법을 제공합니다. R&S® QAR은 DUT의 RF 투과율을 측정하여 레이돔 디자인의 기본 적합성과 반사율을 측정합니다. 이 반사율은 전문가가 아닌 사람도 신뢰할 수 있는 합격 / 불합격 평가를 할 수 있도록 X-선 이미지로 시각화됩니다. 특히 줄 끝 테스트에서.

<Steffen Heuel 박사; 토비아스 pp 펠; 안드레아스 릴; 닥터 세리프 아메드>