

Wing bolts: a routine inspection goes awry

Dean Benedict October 9, 2025

Parafusos de asa: uma inspeção de rotina dá errado

Dean Benedict - King Air Magazine edição outubro de 2025 [em 08.10.25]

Recently, I've had wing bolts on the brain. I got wind of a King Air 200 getting a five-year wing bolt inspection that didn't end up being the routine maintenance activity it should have been. On reinstallation, the technician installed the nut backward and torqued it down. He did this on both sides and damaged both spars in the process.

I'm still in disbelief that this happened. In 50 years of maintenance on King Airs, I've never seen or heard of this situation. The nut on this style wing bolt (see the top bolt/nut in the photo on the opposite page) is a unique design with an unusual half-moon shape. The convex curvature of the nut nestles into a fitting on the spar (the bathtub fitting), which has a corresponding concave curvature.

I always considered this peculiar nut to be a "Murphy-proof" design. Murphy's law says: "Anything that can go wrong, will go wrong." In cases where there is clearly one way to do a task, it is considered Murphy-proof, or mistake-proof. Unfortunately, the mechanic in this instance had other ideas. When the factory was consulted, the damage was deemed not repairable. Both spars must be replaced.

Recentemente, tenho pensado em parafusos de asa. Soube de um *King Air 200* que passou por uma inspeção de cinco (5) anos, que acabou não sendo a manutenção de rotina correspondente que deveria ter sido. Na reinstalação, o técnico instalou a porca ao contrário ("rebatida", ou invertida) e a apertou (torqueou). Ele fez isso em ambos os lados e danificou ambas as longarinas no processo.

Ainda não acredito que isso tenha acontecido. Em 50 anos de manutenção em *King Air*, nunca vi ou ouvi falar dessa situação. A porca deste tipo de parafuso de asa (veja o parafuso/porca na foto) tem um *design* exclusivo com um formato incomum de "meia-lua" (*half-moon shape*). A curvatura convexa da porca se amolda em um encaixe, ou sede, na longarina (*bathtub fitting* - sede/cuba de encaixe), que tem uma curvatura côncava correspondente.

Wing bolt assembly "in tension"
(parafuso do tipo sob tensão montado)



Sempre considerei esta porca peculiar com um design "à prova de Murphy". A Lei de Murphy diz: "Tudo o que pode dar errado, dará errado". Nos casos em que há claramente uma maneira de executar uma tarefa, ela é considerada à "prova de Murphy", ou seja, à prova de erros. Infelizmente, o mecânico, neste caso, tinha outras idéias.

Quando a fábrica foi consultada, o dano foi considerado irreparável. Ambas as longarinas devem ser substituídas.

In tension or in shear

Sob tensão ou por cisalhamento

The wing bolts for King Airs are either in tension or in shear. In the above incident, the wing bolt/nut assembly is of the in tension variety. The orientation of wing bolts in tension is perpendicular to the fuselage and parallel to the leading edge. If you grasped the head of the bolt with one hand, and the nut with your other hand and tried to pull your hands apart as if to stretch the bolt lengthwise, that would be a crude example of a bolt in tension.

Os parafusos das asas dos King Air são do tipo “em tensão” (por tração) (*in tension*) ou “em cisalhamento” (ao corte) (*in shear*). No incidente acima, o conjunto parafuso/porca da asa é do tipo “em tensão”. A orientação dos parafusos das asas em tensão é perpendicular à fuselagem e paralela ao bordo de ataque. Se você segurasse a cabeça do parafuso com uma mão e a porca com a outra, e tentasse afastar as mãos como se estivesse estirando o parafuso numa deformação longitudinalmente, isso seria um exemplo grosseiro de um parafuso “em tensão”.

Older King Airs had in tension wing bolts installed in all positions – lower forward, lower rear, upper forward and upper rear. The maintenance manual is very specific on how the nuts should be torqued because of the stress being placed upon them. The 200 manual discusses placement of the bolt and nut in detail, with diagrams. It clearly specifies that the radiused surfaces of the nut and the wing fitting should be married together.

Beginning with BB-1193, the lower forward wing bolts in King Air 200 aircraft were changed to an in shear design. A wing bolt in shear lies parallel to the fuselage and is clasped by evenly spaced, curved fingers that are mounted on the center section and on the wing. Much like a piano hinge, these fingers mesh from opposite sides; their curved shape allows for the wing bolt to slide into the middle like a hinge pin. I used to keep a collection of old wing bolts in my office. It's easy to tell the in shear bolts because the fingers have worn a stripe on the bolt shaft at even intervals. The bottom bolt in the photo on the right is of the in shear variety.

Os King Air mais antigos tinham parafusos das asas “em tensão” (*in tension*) instalados em todas as posições – inferior dianteiro (*lower forward*), inferior traseiro (*lower rear*), superior dianteiro (*upper forward*) e superior traseiro (*upper rear*). O manual de manutenção é muito específico sobre como as porcas devem ser apertadas devido à tensão (força normal) exercida nas mesmas. O manual do [King Air] “200” discute o posicionamento do parafuso e da porca em detalhes, com diagramas. O manual especifica claramente que as superfícies arredondadas (superfície curva) da porca e do encaixe da asa devem ser amoldadas - contatadas sobrepostas.

A partir do aparelho com registro de produção BB-1193, os parafusos inferiores dianteiros (*lower forward*) das asas do King Air 200 foram alterados para um *design* “de cisalhamento” - “*in shear*” (ao corte) . Um parafuso de asa “de cisalhamento” fica paralelo à fuselagem e é preso por palhetas (*fingers*) curvas e uniformemente espaçados, montados na seção central e na asa. Assim como a articulação de um piano, essas palhetas (*fingers*) se encaixam em lados opostos; seu formato curvo permite que o parafuso de asa deslize para o meio como um pino de articulação.

Eu costumava manter uma coleção de parafusos de asa antigos no meu escritório. É fácil identificar os parafusos de cisalhamento (“*in shear*”) porque as palhetas (*fingers*) têm uma faixa desbastada (‘alisada’) no eixo do parafuso em intervalos regulares. O parafuso inferior na foto abaixo é do tipo por cisalhamento - ao corte (“*in shear*”).

Top: a wing bolt assembly in tension; note the uniquely shaped nut

Em cima: conjunto de parafuso do tipo “sob tensão” (*in tension*) - observar a porca de formato único

Bottom: a wing bolt assembly in shear; note the evenly spaced stripes on the bolt shaft

Em baixo: um conjunto de parafuso “por corte” (*in shear*) - notar as listras uniformemente espaçadas no eixo do parafuso



Only the lower forward wing bolts on 200s from BB-1193 and later are the in shear style. These bolts must be replaced if removed for any reason; they are never reinstalled. So, when the five-year wing bolt inspection comes around for these model 200 aircraft, all the wing bolts are removed for inspection, but only the bolts that are in tension can be reinstalled. New in shear bolts are procured and installed in the lower forward position on both sides.

Apenas os parafusos inferiores dianteiros (*lower forward*) das asas no modelo 200 a partir do aparelho de registro de produção sn BB-1193 são do tipo ao corte/cisalhamento (*"in shear"*). Esses parafusos devem ser substituídos se removidos por qualquer motivo; eles nunca são reinstalados. Portanto, quando chega a inspeção quinquenal (cada 5 anos) dos parafusos das asas para essas aeronaves modelo 200, todos os parafusos das asas são removidos para inspeção, mas apenas os parafusos que são do tipo "em tensão" (*"in tension"*) podem ser reinstalados. Parafusos "ao corte/cisalhamento" (*"in shear"*) novos são procurados e instalados na posição inferior dianteira (*lower forward position*) em ambos os lados.

All wing bolts, whether they are in tension or in shear, are subject to periodic replacement. Wing bolts in tension, regardless of position, used to be a 15-year item, but now their replacement has been extended to 20 years. As just mentioned, if the lower forward wing bolts are in shear, they are replaced at the five-year inspection, or any time the bolt is removed for any reason.

Todos os parafusos das asas, sejam do tipo sob tensão (*"in tension"*) ou ao corte/por cisalhamento (*"in shear"*), estão sujeitos à substituição periódica. Os parafusos das asas do tipo em tensão (*"in tension"*), independentemente da posição, costumavam ser um item de 15 anos, mas agora sua substituição foi estendida para 20 anos. Como mencionado anteriormente, se os parafusos inferiores dianteiros das asas forem do tipo ao corte/por cisalhamento (*"in shear"*), serão substituídos na inspeção quinquenal (5 anos) ou sempre que o parafuso for removido por qualquer motivo.

Lubrication and inspection

Lubrificação e inspeção

Preventive maintenance is vital to all aircraft. Many, many years ago news surfaced of a King Air wing bolt that was severely corroded. The 12-month wing bolt lube was added to the inspection regimen and has proven a very effective remedy. Even though wing bolts are now made with Inconel instead of steel, lubing the wing bolts every year is a small price to pay for the peace of mind it provides.

A manutenção preventiva é vital para todas as aeronaves. Há muitos e muitos anos, emergiram notícias que um parafuso de asa de um *King Air* era severamente corroído. A lubrificação de parafusos de asa a cada 12 meses foi adicionada ao regime de inspeção e provou ser uma solução muito eficaz. Embora os parafusos de asa agora sejam feitos de Inconel em vez de aço, lubrificá-los anualmente é um pequeno preço a pagar pela tranquilidade que isso proporciona.

Obs.: Inconel é uma família de superligas de níquel-cromo conhecida por sua excepcional resistência a altas temperaturas, corrosão e oxidação. Composta principalmente por níquel e cromo, mas com adição de outros elementos como ferro, molibdênio e titânio, é usada em aplicações desafiadoras, como na indústria aeroespacial, petroquímica e nuclear. Sua resistência a ambientes agressivos e altas pressões a torna ideal para componentes de motores, turbinas e equipamentos de processamento químico.

The various King Air models have different calendar requirements for inspection and replacement of wing attachment hardware. The inspection (a three-year or five-year occurrence, depending on the model) includes not just the hardware itself, but also the bathtub fittings, counter bores and flat surfaces. It can be a dye penetrant or an eddy current inspection.

When I worked at Beech, and when I had my own shop, I always used a non-destructive testing, or NDT, specialist for these inspections. In all the wing bolt inspections I've supervised in my career, I never had a major anomaly found on King Air wing attachment components. In very few instances, where the NDT results were inconclusive, I replaced the bolt to be on the safe side. And there were a few cases where damage induced by improperly installed washers was found and repaired.

Os vários modelos *King Air* têm diferentes requisitos de calendário para inspeção e substituição de peças de fixação das asas.

A inspeção (que ocorre a cada três ou cinco anos, dependendo do modelo) inclui não apenas as peças em si, mas também os encaixes/conexões com sede ("cuba"), rebaixos e superfícies planas. Pode ser uma inspeção com tinta penetrante ou por corrente parasita (ECI - *Eddy Current Inspection*)

Quando trabalhei na Beech e quando tinha minha própria oficina, sempre usei um especialista em ensaios não destrutivos, ou NDT (*non-destructive testing*) para essas inspeções. Em todas as inspeções de parafusos de asa que supervisionei em minha carreira, nunca encontrei uma anomalia grave nos componentes de fixação das asas do *King Air*. Em pouquíssimos casos, em que os resultados do NDT foram inconclusivos, substituí o parafuso por precaução. E houve alguns casos em que danos causados por arruelas instaladas incorretamente foram encontrados e reparados.

That said, the NDT professionals I've known through the years always had their share of horror stories. Whenever they find bad news it always involves an aircraft that has been sorely neglected. Not surprisingly, the price required to bring things back up to par is a hefty one. It's the mantra of maintenance: Do it right and pay a little now or ignore it and pay a lot more later.

Dito isso, os profissionais de ensaios não destrutivos, ou NDT (*non-destructive testing*), que conheci ao longo dos anos sempre tiveram sua cota de histórias de "terror". Sempre que encontram más notícias, sempre envolvem uma aeronave que foi extremamente negligenciada. Não é de surpreender que o preço necessário para colocar as coisas em ordem seja alto. É o mantra da manutenção: faça direito e pague um pouco agora ou ignore e pague muito mais depois.

Spar straps

Cintas (talas) de longarina

Many years ago, a wing came off a King Air 90 that had been operated in a foreign country for some time. The wing bolt – made of steel back in those days – was found to be 70% corroded. Clearly, lack of maintenance was the culprit. But not long after, a cracked wing bolt nut was found on a 200, giving rise to concerns about King Air wing attachments.

Há muitos anos, uma asa soltou (se desprendeu) de um *King Air 90* que havia sido operado em um país estrangeiro por algum tempo. O parafuso da asa – feito de aço naquela época – estava 70%

corroído. Claramente, a falta de manutenção era a culpada. Mas não muito tempo depois, uma porca de parafuso da asa rachada foi encontrada em um aparelho do modelo 200, levantando preocupações sobre as fixações da asa do *King Air*.

Around this time, Dave Saunders of Aviadesign (who had designed spar straps for a variety of aircraft) came up with a spar strap STC for older King Airs. It was marketed as an added safety feature and became popular enough to prompt Beech to design their own spar strap. Bear in mind, it was not required equipment, it was an option. There are plenty of vintage era King Airs still flying safely without spar straps.

Nessa época, Dave Saunders, da *Aviadesign* (que havia projetado cintas de longarina para diversas aeronaves), criou um STC de cinta (tala) de longarina - *spar strap* - para os antigos *King Air*. Foi comercializado como um recurso de segurança adicional e se tornou popular o suficiente para levar a Beech a projetar sua própria cinta (tala) - *spar strap* - de longarina. Lembre-se de que não era um equipamento obrigatório, era uma opção. Há muitos *King Air* de geração antiga que ainda voam com segurança sem cintas (talas) de longarina - *spar straps*.

Like any STC, spar straps come with Instructions for Continued Airworthiness that specify periodic inspections. From a maintenance perspective, spar straps are annoying; the Beech spar strap, in particular, is a real pain to deal with. Inspections are labor-intensive. Fortunately, there are not a lot of Beech spar straps around. If your King Air has one, you are probably acutely aware of it.

Como qualquer STC (Certificado Tipo Suplementar), as cintas/talas de longarina vêm com Instruções de Aeronavegabilidade Continuada (*Instructions for Continued Airworthiness*) que especificam inspeções periódicas. Do ponto de vista da manutenção, cintas/talas de longarina - *spar straps* - são irritantes; a cinta/tala de longarina - *spar strap* - da Beech, em particular, é um verdadeiro incômodo de se lidar. As inspeções exigem muito trabalho. Felizmente, não existem muitas cintas/talas de longarina - *spar straps* - da Beech por aí. Se o seu *King Air* tiver uma, você provavelmente sabe disso.

Wing bolt worries in the past

Preocupações com parafusos de asa no passado

In response to the cracked nut found on the 200 mentioned earlier, there was an Emergency Airworthiness Directive issued in 1980 that grounded all King Air 200s where they sat if they did not comply. Back then, ADs were distributed by snail mail and the time frame for compliance for this AD was extremely tight. Once that AD hit, it was a mad scramble for model 200 owners to get their King Airs to a shop in time.

Em resposta à porca rachada encontrada em um aparelho modelo 200 mencionada anteriormente, foi emitida uma Diretriz de Aeronavegabilidade de Emergência (*Emergency Airworthiness Directive*) em 1980 que proibia todos os *King Air 200* de voarem onde estavam, caso não estivessem em conformidade. Naquela época, as AD - *Airworthiness Directive* (DA - Diretiva de Aeronavegabilidade) eram distribuídas por correio tradicional e o prazo para conformidade com essa AD era extremamente curto. Assim que a AD foi divulgada, os proprietários do modelo 200 correram para levar seus *King Air* para uma oficina a tempo.

Compliance required removal of the lower forward wing bolts (all in tension at that time), along with the corresponding nuts and washers, and replacing with new. There weren't enough new parts to go around, so there was an alternate method of compliance. This involved a heat treatment (baking at 350 to 400 degrees for 23 hours), followed by a prolonged cooling process (like annealing) and then putting the parts through an NDT protocol. If they passed, they could be reinstalled.

A conformidade com a DA exigia a remoção dos parafusos de asa inferiores dianteiros (*lower forward*) (todos do tipo sob tensão - "*in tension*" - naquele momento), juntamente com as porcas e arruelas correspondentes, e a substituição por novos conjuntos. Não havia peças novas suficientes para todos, então havia um método alternativo de conformidade. Isso envolvia um tratamento térmico (cozimento a 350° a 400° por 23 horas), seguido por um processo de resfriamento prolongado (como

recozimento) e, em seguida, submeter as peças a um protocolo de NDT (*non-destructive testing* - ensaio não destrutivo). Se as peças fossem aprovadas, poderiam ser reinstaladas.

I was at BeechWest in Van Nuys, California, at the time. In addition to my many customers flying 200s, we reached out to every 200 owner we could find within an hour's flight to Van Nuys (KVNY). That airport was clogged with King Airs, parked nose to tail, and we worked around the clock to take care of everyone and get them back in the air.

Na época, eu estava na BeechWest em Van Nuys, na Califórnia. Além dos meus muitos clientes que voavam com aeronaves “200”, contatávamos todos os proprietários de aeronaves “200” que conseguíamos encontrar a uma hora de voo de Van Nuys (KVNY). O aeroporto estava lotado de King Air, estacionados lado a lado, e trabalhávamos dia e noite para cuidar de todos e colocá-los de volta no ar.

Interestingly, I never found any problems with the hardware we removed, nor did I hear that anyone else found any problems either. The lower forward wing bolts on the 200s were changed from in tension to in shear in 1984, just a few years after that AD. Since then, King Air wing bolts have remained out of the limelight.

Curiosamente, nunca encontrei problemas com as peças que removemos, nem ouvi dizer que alguém mais tenha encontrado problemas. Os parafusos inferiores das asas dianteiras das aeronaves 200 foram trocados do tipo “sob tensão” (*in tension*) para “por cisalhamento”/“por corte” (*in shear*) em 1984, poucos anos depois daquela Diretriz (AD/DA). Desde então, os parafusos das asas de King Air permaneceram “fora dos holofotes”.

Wing bolt inspections should be routine

Inspecções de parafusos de asa devem ser rotineiras

Think of how many King Airs there are in existence. They all have their wing bolts inspected every three or five years. Thankfully, I don't hear a lot of horror stories involving improperly installed wing bolt assemblies. The unfortunate situation with the 200 is the exception and far from the rule. Like I said, this was the first time I ever heard of that wing bolt nut with the radiused shape being put in backward and torqued down.

Pense em quantos aviões King Air existem. Todos têm seus parafusos de asa inspecionados a cada três (3) ou cinco (5) anos. Felizmente, não ouço muitas histórias de “terror” envolvendo conjuntos de parafusos de asa instalados incorretamente. A infeliz situação com o “200” reportada anteriormente (no início deste texto) é a exceção e está longe de ser a regra. Como eu disse, esta foi a primeira vez que ouvi falar daquela porca de parafuso de asa com formato arredondado sendo colocada ao contrário e apertada para baixo.

I do know of one other instance where an improperly done wing bolt inspection damaged the spars so severely that they had to be replaced. A maintenance technician had reinstalled the hardware in the wrong order on a King Air C90. The manual illustrates exactly how the washers should be installed – we call this the hardware stack-up – some of the washers have a shouldered (rounded) edge and others are square-edged. When reinstalling the wing bolt assembly (clearly we are dealing with wing bolts in tension here), damage will result if one or more of those washers is facing the wrong way and torqued down.

Eu sei de outro caso em que uma inspeção de parafuso de asa (*wing bolt*) realizada incorretamente danificou as longarinas tão severamente que elas precisaram ser substituídas.

Um técnico de manutenção reinstalou componentes na ordem errada em um King Air C90. O manual ilustra exatamente como as arruelas (*washers*) devem ser instaladas – chamamos isso de empilhamento de matéria-componentes (*hardware stack-up*) - algumas das arruelas (*washers*) têm uma borda arredondada e outras têm borda quadrada. Ao reinstalar o conjunto dos parafusos das asas (claramente estamos lidando com parafusos das asas do tipo “sob tensão” - *in tension* - aqui),

danos ocorrerão se uma ou mais dessas arruelas estiverem voltadas para o lado errado e “apertadas” - com torque.

There is only one correct way to arrange the hardware. In my vast experience with King Airs, I'm sure I've seen every wrong-way stack-up imaginable with wing bolt hardware. Sometimes there is induced damage and it's repairable. But in the case of this C90, the damage was severe enough that the spars had to be replaced. I think Carl Davis (of Davis Aviation and King Air Nation) was able to come up with the wings from a C90 with a serial number very close to the subject aircraft. The replacement spars came out of those wings, and the problem was ultimately resolved. Like the 200, this should never have happened in the first place.

Só existe uma maneira correta de organizar as peças. Na minha vasta experiência com *King Air*, tenho certeza de que já vi todos os tipos de desalinhamento imagináveis com as peças/componentes dos parafusos das asas. Às vezes, há danos induzidos e que são reparáveis. Mas, no caso deste C90, o dano foi grave o suficiente para que as longarinas (das asas) - *spars wings* - terem de ser substituídas. Acho que Carl Davis (da *Davis Aviation* e da *King Air Nation*) conseguiu encontrar as asas de um C90 com um número de série (sn) de registro de produção seriada muito próximo ao da aeronave em questão. As longarinas substitutas saíram dessas asas e o problema foi finalmente resolvido. Assim como no “200”, isso nunca deveria ter acontecido.

Mechanics: You need to A) PAY ATTENTION and B) READ THE MANUAL. Study it carefully. Make sure the hardware you are removing was properly installed to begin with. Do not assume the guy before you did the job correctly. You don't want to perpetuate a mistake made previously. If you ensure that everything you are taking apart was correctly installed, then there will be no hiccups on reinstallation.

Mecânicos: vocês precisam (A) Prestar atenção e (B) Ler o Manual. Estudem o Manual atentamente. Certifiquem-se de que as peças (metálicas) que vocês estão removendo foram instaladas corretamente desde o início. Não presumam que o cara anterior fez o trabalho corretamente. Vocês não querem perpetuar um erro cometido anteriormente. Se vocês garantirem que tudo o que está desmontando foi instalado corretamente, não haverá problemas na reinstalação.

Reputation for safety

Reputação em segurança

Safety has long been a hallmark of the Beechcraft King Air. The King Air's safety record was a key selling point in 1980, and it remains so to this day. Proper and prudent operation coupled with competent and conscientious maintenance is a winning combination that will keep any King Air flying for many more years to come.

As always, fly safely!

A segurança é uma marca registrada do Beechcraft *King Air* há muito tempo. O histórico de segurança do *King Air* foi um ponto-chave de venda em 1980 e permanece assim até hoje. Operação adequada e prudente, aliada a uma manutenção competente e consciente, é uma combinação vencedora que manterá qualquer *King Air* voando por muitos anos.

Como sempre, voe com segurança!

Dean Benedict

Especialista em manutenção aeronáutica com certificação A&P/IA (*Airframe and Powerplant*/Célula e motor – *Inspection Authorization*/inspeção autorizada), com mais de 40 anos de experiência em manutenção da linha Beechcraft *King Air*

Fundador e ex-proprietário da Honest Air Inc., organização de manutenção especializada em *King Air* (atendendo ainda modelos Beechcraft Duke e Baron)

Atualmente à frente da BeechMedic LLC, sua consultoria especializada em *King Air* para proprietários e operadores, assessorando assuntos relacionados com manutenção, solução para questões técnicas, pré-compra e etc

É articulista permanente da revista mensal *King Air Magazine*, com a coluna “*Maintenance Tip*” (Dica de manutenção)