

HÅLLA MÄNNISKOR UTE ELLER ROBOTAR INNE?

”Är dina staket robotsäkra?” Många har ställt sig den frågan de senaste tre till fem åren. Lite kaxigt kan svaret vara en motfråga: ”Behöver de vara det?” Nästan alla verkar tycka det; men som så ofta är fallet bör svaret bero på omständigheterna. Tre aspekter bör beaktas:

- Kommer skyddsstaketet, hus och andra föremål att vara placerade inom räckhåll för roboten?
- Hur stor och snabb är roboten?
- Har roboten ett robotstyrningssystem eller andra anordningar som begränsar dess rörelseområde?

Det går också att ställa en fjärde fråga, även om det är lite av hybris:

- Vilken bäring har historiken för robotolyckor för frågan?

LÅT OSS TA itu med den frågan först.

Under industrirobotarnas relativt korta historia har skyddsstaket främst – om inte uteslutande – setts som ett sätt att hålla människor utanför riskzonen. Och det med rätta. Olyckshistoriken för robotar har visat att människor träffas eller på annat sätt skadas av robotar nästan uteslutande när de beträder riskzonen där roboten opererar. Detta inträffar antingen av misstag, för att det inte finns några lämpliga skyddsåtgärder, eller avsiktligt när människor kringgår eller manipulerar skydd.

MEN ROBOTEN KAN också ”fela”.

Den kan röra sig för snabbt, för långt, eller släppa ett arbetsstycke eller verktyg i hög hastighet. Vissa robotolyckor har inträffat när en robot har kraschat in i ett arbetsstycke eller del av maskinen runt och gjort att farliga delar eller skräp har slungats ut. I alla sådana fall kan skyddsstaket teoretiskt fungera som en uppfångare eller till och med som ”robottämjare”.

VAD SÄGER STANDARDERNA?

Redan den första europeiska robotsäkerhetsstandarden SS-EN 775, publicerad 1992, tog upp behovet av att begränsa robotars rörelseområde. Standarden innehöll emellertid ingen tydlig information om hur detta kunde uppnås. Detsamma gäller för den amerikanska robotsäkerhetsstandarden ANSI RIA 15.06. Därefter, 2006, publicerades för första gången en internationell standard för robotsäkerhet, ISO 10218-1. Den nuvarande versionen är från 2011 och en del 2 för integrering av robotar i tillverkningssystem lades till samma år (ISO 10218-2).

Kapitel 5.4 i ISO 10218-2 skiljer mellan det så kallade ”maximala utrymmet”, det vill säga robotens rörelseområde, och dess ”arbetsutrymme”, som är det utrymme som roboten faktiskt använder när den är igång. Ofta är det ”maximala utrymmet” mycket större än vad som behövs för applikationen. En systemkonstruktör vill dock använda så lite golvyta som möjligt för sin applikation. Följaktligen är skyddsstaketet (och annan skyddsutrustning) nästan alltid placerade innanför det maximala utrymmet, som är inom räckhåll för roboten. Skyddsstaket avgränsar vad standarden kallar det ”skyddade utrymme”, ett område som människor inte får beträda eftersom det skulle vara farligt.

HELT NATURLIGT MÅSTE ”arbetsutrymme” vara mindre än det ”skyddade utrymme”. Om det inte var det, skulle roboten kollidera med skyddsstaketet under drift eller träffa en person som befinner sig precis framför en ljusrida. Standarden definierar därför en fjärde term man måste förstå för att kunna utforma ett säkert robotsystem, det ”begränsade utrymme”. Det ”begränsade utrymme” är större än ”arbetsutrymme” och mindre än det ”skyddade utrymme”. Detta ska säkerställa att det alltid finns ett säkerhetsavstånd mellan skyddet

” Säkerhet är viktigare än effektivitet!

och arbetsutrymmet.

Varför behövs det? Av två skäl: (1) roboten behöver tid på sig för att sakta ner och stanna när det detekteras att en person kommer in i det skyddade området (av en ljusrida, skanner, kamera eller dörrbrytare). (2) När det ”skyddade utrymmet” utgörs av staket, som fortfarande är den vanligaste säkerhetsåtgärden, kan en person sticka in fingrarna genom trådnätet och riskera att skadas om roboten skulle komma mycket nära staketet. Beroende på storleken på nätets maskor krävs ett avstånd på 120 till 200 mm för att förhindra skador på fingrarna (se ISO 13857, Tabell 4). Blev du förvirrad av alla olika ”utrymmen” som nämns ovan? Kolla då rutan och illustrationen nedan för ett förtydligande.

ISO 10218-2 KRÄVER uttryckligen att en robots rörelseområde måste begränsas för säkerheten. Hur? Genom någon av följande åtgärder:

- Utrymmesbegränsning eller hårda stopp (stopblock och stift)
- Externa begränsande anordningar (mekaniska eller beröringsfria lägeskopplare)
- Säkerhetsrelaterad programvarukontroll av rörelsen (som uppfyller minst PL = d enligt ISO 13849-1)

Intressant nog utesluter standarden användning av staket för att definiera det ”begränsade utrymmet”. ISO 10218-2 säger: ”Det är vanligtvis endast praktiskt möjligt att använda ett perimeterskydd när robotar inte kan orsaka farlig deformation av skyddet” (citat från anmärkning 4 i avsnitt 5.4.4). Men en robot som kolliderar med staketet i hög hastighet och med stor kraft kommer att orsaka åtminstone *viss* deformation, även på ett starkt staket. Detta kan vara farligt. Som också har nämnts ovan kan människor sticka in fingrarna genom staket.

En annan anmärkning i standarden

har betydelse för detta. Den lyder: "Det begränsade utrymmet definieras av var robotrörelsen faktiskt stannar, inte av var ett stopp initieras" (citrat från anmärkning 2 i avsnitt 5.4.4). En robotapplikation där roboten i teorin kan träffa staketet är således inte tillåtet. Ett stoppkommando till roboten skulle behöva utfärdas tillräckligt tidigt för att förhindra att roboten kolliderar med skyddet. "Robotsäkra" staket är med andra ord både en illusion och en missuppfattning på samma gång.

UNDANTAG FRÅN REGELN

Det finns dock några "MEN":

- Men tänk om utrymmet är mycket knappt och roboten måste röra sig snabbt för att uppfylla snäva cykeltider? Då är det eventuellt inte möjligt att begränsa robotens rörelse så att den stannar innan den träffar staketet. Den kommer kanske åtminstone inte stanna 120 till 200 mm innan den kraschar in i staketet. Vad ska man göra?
- Men tänk om roboten plötsligt släpper ett arbetsstycke eller verktyg i hög hastighet? Skulle inte skyddsstaketet behöva kunna stoppa delen som slungas iväg?
- Men tänk om roboten och styrsystemet är ganska gammalt och inte erbjuder säker kontroll av robotens rörelser?

I alla dessa fall kan man behöva använda skyddsstaket som är tillräckligt starkt för att kunna stoppa roboten eller delen som slungas iväg. I många fall kommer ytterligare säkerhetsåtgärder behövas, t.ex.:

- Förstärkning av staketet med ytterligare delar

- Paneler i metall eller polykarbonat som stoppar föremål som skulle kunna passera genom ett trådnät
 - Ljusridåer, laserskannrar eller annan avkänningsutrustning innanför det "skyddade utrymmet" som detekterar om en robot kommer för nära staketet (detta behövs normalt bara vid eftermontering på äldre robotinstallationer som inte har ett säkerhetsrelaterat robotstyrsystem)
- Situationen och de specifika farorna bör dock undersökas i en riskbedömning. Detta skulle innebära en beräkning av den förväntade effektenergin från massan som flyttas multiplicerat med kvadraten på hastigheten, delat med två $[(m \times v^2)/2]$. Baserat på resultatet av riskbedömningen och beräkningarna av islagsenergin bör man sedan välja de ytterligare åtgärder som krävs.

I DE FLESTA fall idag kommer det att vara möjligt att begränsa robotens rörelser på ett säkert sätt med hjälp av ett tvåkanaligt

(redundant) rörelsekontrollsystem. Tappa arbetsstycken och verktyg kan förhindras med gripdon som helt enkelt låser delen som hanteras istället för att förlita sig enbart på friktion eller fastspänningskraft. I vissa fall finns kanske inget annat val än att sänka robotens rörelsehastighet och leva med att cykeltiden blir längre. Kom ihåg: Säkerhet är viktigare än effektivitet!

VAD ETT STAKET INTE KAN GÖRA

Vissa tillverkare hävdar att deras staket är "robotsäkra". Detta är lätt att förstå, eftersom kunderna efterfrågar just det. Men man bör ta sådana påståenden med en nypa salt. Eftersom det inte finns två robotapplikationer som är identiska, är det inte särskilt troligt att en och samma skyddsstaketprodukt kan uppfylla kraven i varje enskilt fall. Med en mycket stor och snabb robot kan islagsenergin mycket väl stiga till över 5000 Joule. Det motsvarar en Volkswagen Golf som kör in i ett staket med en hastighet av cirka 20 km/h. En standardiserad staketprodukt kommer knappast att kunna stå emot en sådan stöt.

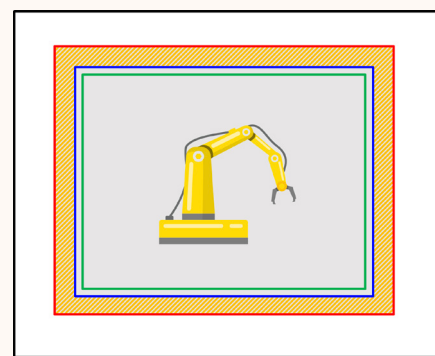
AXELENT PÅSTÅR DÄRFÖR inte att våra produkter tål alla typer av stötar. Våra tester visar att våra produkter är säkra och tillförlitliga för små till medelstora eller förhållandevis "normala" robotapplikationer med en maximal islagsenergi på cirka 1200 till 1600 Joule. Om detta inte räcker, kan man använda de kraftigare stolparna på 70x70 mm och särskilda förstärkningsfästen för panelerna för att på så sätt öka slagmotståndet till 2000 Joule eller mer. Valet av rätt skyddsstaketslösning bör börja med en grundlig riskanalys. Vilken typ av faror måste man realistiskt räkna med? Kan arbetsstycken tappas? Om de kan det, kommer de bara att falla till golvet innanför riskzonen eller kan de "slungas iväg"? Hur stora och tunga kan sådana ivägslungade föremål vara? Vart kan de slungas och var skulle de träffa delar av systemet eller skyddsstaketet? Svaren på dessa frågor kommer att göra det lättare att välja åtgärder som förhindrar själva ivägslungningen. Om sådana åtgärder inte är genomförbara, måste "flygande föremål" kunna stoppas. Men det kanske inte heller behövs runt hela riskzonen eller i hela systemet, utan bara på vissa ställen. Att gå på djupet i och besvara frågorna ovan grundligt kommer att göra det lättare att hitta rätt lösning och samtidigt spara pengar.

Man bör dock förstå att det främsta syftet med skyddsstaket inte är att hålla tillbaka herrelösa robotar. ISO 10218-2

visar tydligt att andra åtgärder ska vidtas för att begränsa robotens rörelser. Maskiner och systemkonstruktion som förlitar sig på skyddsstaket som en "fänga allt"-lösning är en felaktig konstruktion.

JU SNABBARE OCH starkare roboten är, desto mindre bör du förlita dig på skyddsstaket för att hålla den i schack. Det är helt enkelt fel sätt att tänka kring robotsäkerhet, oavsett hur starkt staketet är. Skyddsstaket är främst avsedda för att hålla människor **ute**, inte för att hålla roboten **inne**.

** Översättningen av citaten är vår egen och kan skilja sig något från den ursprungliga texten på respektive språk.*



• Maximalt utrymme**

Hela utrymmet som en robot kan nå när den är i rörelse (rörelseområde)

• Skyddat utrymme*

Utrymme som definieras av perimeterskyddet (det vill säga "skyddsstaket" och andra skyddsanordningar)

• Säkerhetsavstånd

• Begränsat utrymme*

Del av det maximala utrymmet som begränsas av begränsningsanordningar som upprättar gränser som inte kommer att överskridas

• Arbetsutrymme*

Den del av det begränsade utrymmet som faktiskt används vid utförandet av alla rörelser som begärs av aktivitetsprogrammet

...

*Källa: ISO 10218-2

**Inte definierat i standarden, definitionen är vår egen



Matthias Schulz

Konsult inom maskinsäkerhet