

Stichting Carillon Ootmarsum

PROJECTEN

ANBI instelling

Rapport: SCO201012002, bijlage 1 bij SCO201106008.
Project: **"Hamerbediening klokken Willem-Alexander Carillon Ootmarsum"**
Uitvoering: Ing.B.P.U. Holman (vz. Stichting Chronos Ootmarsum)
Datum: 2010-12-14
Kopie: Bestuur Stichting Carillon Ootmarsum (per e-mail)
(ter info) Directie Koninklijke Eijsbouts Asten.

Inleiding.

Bij een carillon worden de klokken aangeslagen door een klepel of een hamer. Meestal slaat de klepel de klok aan van binnenuit bij het spel van de beiaardier en een hamer slaat meestal aan de buitenzijde tegen de klok als het de automaat betreft of een speeltrommel. De hamer kan ook bediend worden door een magneetsysteem. Zie foto 1. Doorgaans hangen de klepels in een oog boven in de klok aan de binnenzijde. Hierdoor is de bewegingsvrijheid erg groot en kan de klepel gaan slingeren haaks op de gewenste bewegingsrichting tijdens het spel. Dit heeft een onzekere aanslag tot gevolg. Om die reden worden de klepels wel eens met elkaar verbonden door middel van draden. Ook worden spiraalveren gebruikt om de tractuurdraden gespannen te houden. De klepels hangen per definitie onder een hoek in de klok zodanig, dat de klepelbol op enkele cm van de klokwand in rust hangt. Op foto 1 is dat duidelijk te zien. Bij het gebruikelijke klepelsysteem is daardoor de aanslagkracht op de stokken van het klavier verschillend. Het nieuwe bolhamerslagsysteem, zoals bedacht voor ons Willem-Alexander carillon in Ootmarsum, geeft een veel gelijkmatiger krachtenspel voor de stokken van het klavier en is eenvoudiger van uitvoering. Bovendien kunnen per definitie geen zijdelingse bewegingen optreden van de bolhamer zoals bij de klepel die haak-in-oog hangt.

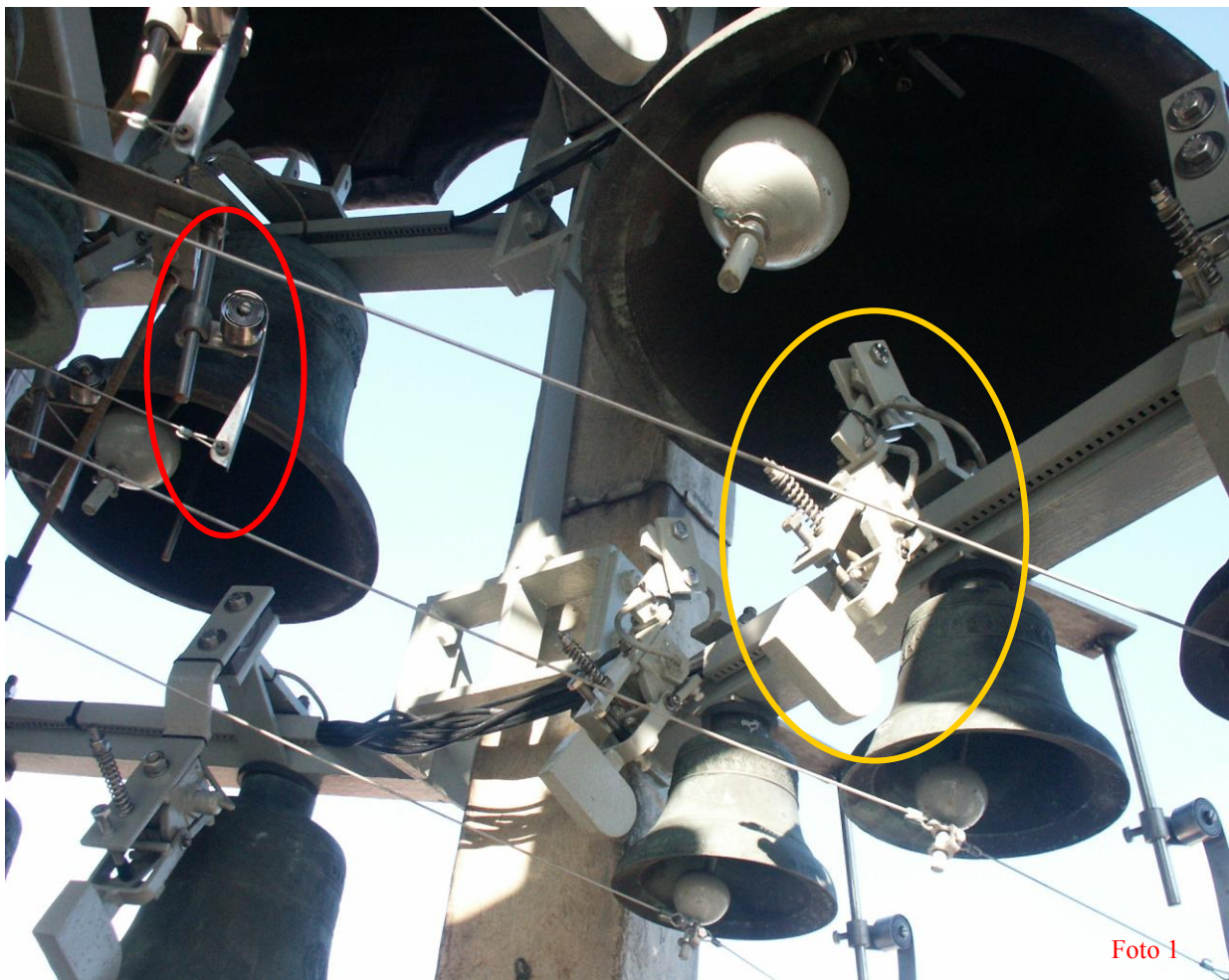
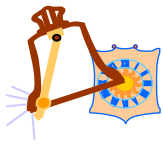


Foto 1



Nieuwe klepel- of hamerbediening.

De kracht die de beiaardier moet uitoefenen om de klepelbol tegen de klokwand te slaan, in het gebruikelijke systeem, bestaat uit een drietal componenten:

1. de spiraalveerkracht $F_v = C_v \cdot x$, de veerconstante maal de afstand plus de voorspanningskracht,
2. de resultante van het gewicht van de bol in de richting van de tractuurdraad en
3. de kracht $F = m \cdot a$, de dynamische kracht om de klepelbol op de gewenste versnelling/snelheid te brengen.

De dynamische kracht is dus afhankelijk van de snelheid waarmee de bijbehorende stok van het klavier omlaag wordt gedrukt en de massa van de klepelbol. Omdat de klepelbol in grootte afhankelijk is van de vereiste massa (10% à 8% van de klokmasse), is de tweede bolkrachtcomponent derhalve veranderlijk en zal aan de bourdonzijde van het carillon de grootste zijn. Dit geldt daarom ook voor de derde component; de dynamische kracht. Hierdoor is de stokkracht tijdens het spel oplopend van rechts naar links op het stokkenklavier. De nadelen zoals hier uiteengezet zijn geëlimineerd in ons nieuwe systeem voor de beide eerste krachtcomponenten. Uit ons onderzoek is tevens komen vast te staan, dat het niet uitmaakt of een klok van binnenuit of van buitenaf wordt aangeslagen. Met elektronische apparatuur is dit vastgesteld (Fast Fourier Transformation analyser).

In onderstaande schets, zie bladzijde 3, is de nieuwe hamerophanging en hamerbediening voorgesteld en op bladzijde 4 is de proefopstelling weergegeven. Het bladveermateriaal is roestvaststaal (rvs). De bladveren waaraan de hamerbol is bevestigd, hebben een zodanige breedte, dat geen zijdelingse beweging mogelijk is tijdens het spelen. Dit is immers wel zo bij de klepelophanging haak-in-oog, reden waarom vaak onderlinge klepelverbindingsdraden worden toegepast. Het voorgestelde systeem heeft een goed bepaalde hamerslag tot gevolg en is eleganter van uitvoering. De hamerveren maken ook de extra spiraalveer overbodig die meestal de tractuur op spanning houdt en vaak wordt toegepast. Zie in de rode ellips op foto 1.

De bolhamerveren zijn bij de bevestiging, bij de vaste inklemming, van trompetvormige ondersteuning voorzien om de veer vloeiend te laten buigen en breuk in de veer ter plaatse van de boorgaten op het inklempunt te voorkomen. Roestvast staal is immers wel iets scheurgevoeliger dan staal bij dynamische belasting in de vorm van wisselende buiging, maar is wel corrosiebestendig. De hamersteelveren hangen verticaal, waarmee de hamerbol, in rust, in zijn zwaartepunt hangt. De beiaardier hoeft dus alleen maar de veerkracht (regelbaar, $F_v = C \cdot x$, waarin F_v =veerkracht C =veerconstante en x =slaglengte) en de dynamische kracht ($F_d = m \cdot a$, waarin F_d =dynamische kracht, m =massa en a =versnelling van de zwaartekracht) op de hamer uit te oefenen. De massa van de hamerbol staat in relatie tot de bijbehorende klok. De bolhamers zijn aan te sluiten op het klavier. Met dit systeem is de tractuur zeer eenvoudig, wat in een kleinere toren als die van de N.-h. kerk te Ootmarsum een grote winst is.

Omdat we uitgaan van de automaat die het stokkenklavier bedient, zijn de bolhamers tevens de klepels. De hamers zijn mooi zichtbaar vanaf de straat hier worden niet ontsierd door de zware elektromagnetische bediende hamers, zoals die op foto 1 duidelijk is te zien in de gele ellips.

Op bladzijde 4 ziet u de proefopstelling waarmee we de functionaliteit hebben onderzocht.

De praktische uitvoering voor het inklemmen van de veren is zodanig, dat met een mommentsleutel het veermoment is in te stellen. Ook is dit realiseerbaar met een krachtmeter op de stokken. Er is uitgegaan van 200 gramf (0,2kgf) als voorspanning zoals gebruikelijk bij carillons, maar ook een andere waarde is te kiezen. Omdat de bolhamerveren bij het indrukken van een klavierstok verder worden gebogen zal de veerspanning toenemen vrijwel evenredig met de indrukdiepte. Bij langzaam volledig omlaag gedrukte stok, zal de bolhamer nog juist niet de klokwand raken. De klok wordt tot klinken gebracht in sterkte die afhankelijk is van de kracht/snelheid waarmee de stok wordt bediend. Door de massa traagheid van de bolhamer slaat deze tegen de klok en kan na de eerste aanraking niet nog eens de klok aanslaan; dus geen natrillen en geen klokdemping.

De bolhamer hangt in zijn zwaartepunt aan de op spanning gebrachte bolhamerveren. Vanuit deze gedachte kan men de constructie in plaats van hangend ook staand monteren indien de tractuurbedrading daarmee in de praktische uitvoering eenvoudiger wordt of de torengometrie dat vereist.

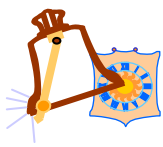
Conclusies.

Met dit nieuwe klokaanslagsysteem is de totale kracht die op de stokken moet worden uitgeoefend veel gelijkmatiger voor alle stokken van het klavier en is instelbaar. Omdat het dynamische spel van de beiaardier verschillende krachtwaarden geeft op de stokken, is de dynamische kracht daarmee afhankelijk van het spel. Alle overige krachten zijn voor alle stokken gelijk. De beiaardier speelt zekerder en prettiger met dit nieuwe systeem, waarbij de bolhamers geen zijdelingse uitwijkingen kunnen maken. Technisch eenvoudiger en derhalve goedkoper te fabriceren. Men kan de hamerbollen in serie vervaardigen passend bij nog te gieten klokken en evenzo zijn de hamerveren uit normmateriaal in rvs (stafmateriaal) te fabriceren. Door de eenvoud van het ontwerp worden ook andere nadelen van het tot heden gebruikelijke systeem geëlimineerd. De tractuur is enkelvoudig en dient zowel voor de automaat (voorspel tijdaanduiding) als stokkenklavier (spel door beiaardier). De constructie maakt montage veel eenvoudiger.

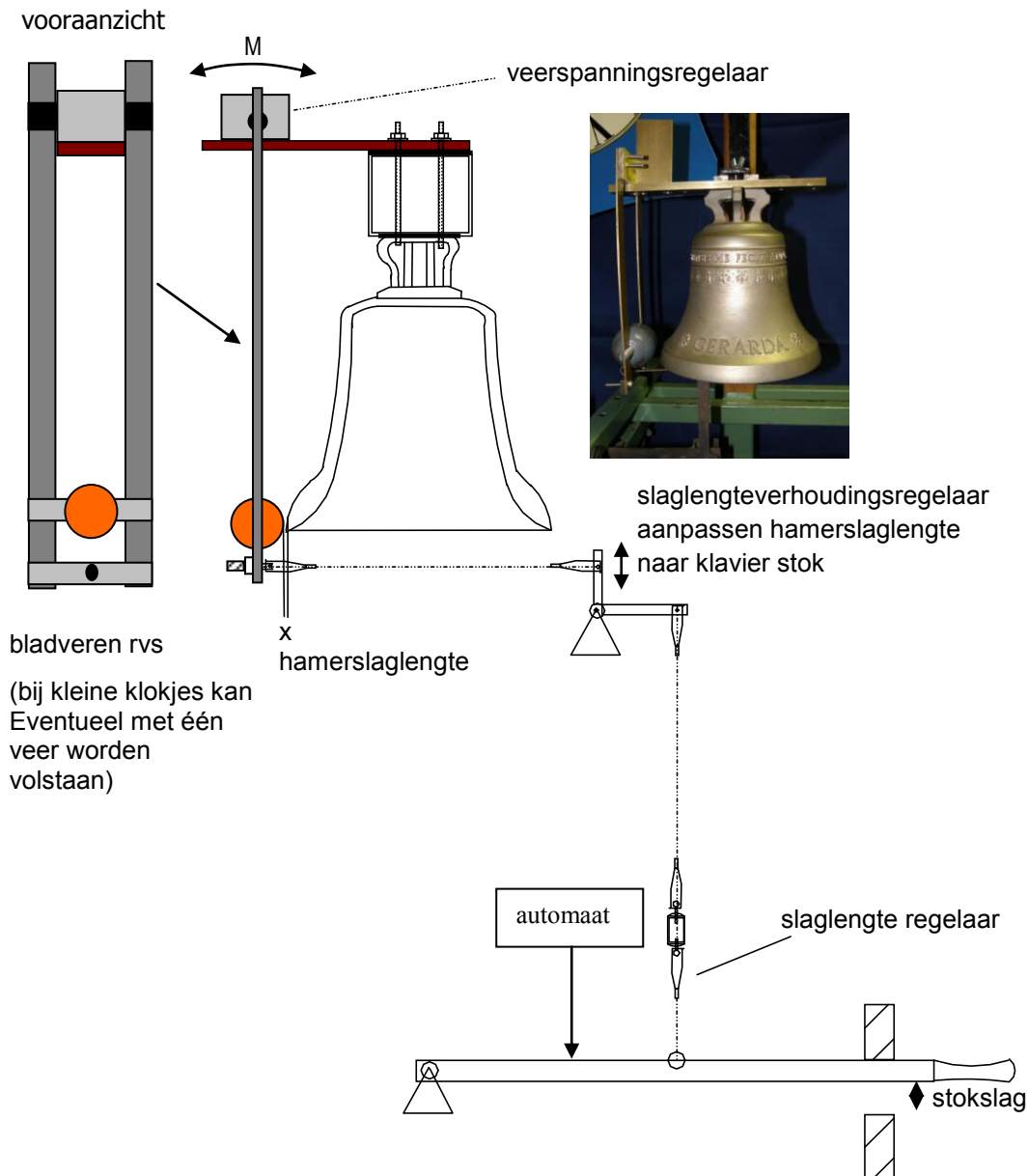
Rekenblad.

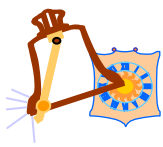
De toegepaste bladveren van roestvaststaal hebben een rechthoekige doorsnede. De veerlengte is afhankelijk van de grootte van de klok, maar noodzakelijk is dat niet, zie tekening op het rekenblad. Er is met de elasticiteitsmodulus voor rvs (1950000 kg/cm²) rekening gehouden. In bijgaand Excel-rekenblad zijn de formules voor het berekenen van de bladveren uitgewerkt. De variabelen kunnen in de gele vlakjes worden ingevuld, waarna de berekende waarden in de blauwe vlakjes zichtbaar zijn. Op elke stok is de voorspanning P ingevoerd en zal rond 0,2 kgf zijn, maar omdat de tractuurdraad op c.a. 50% van de stoklengte is bevestigd is P met 2 vermenigvuldigd. Onder het "veermoment" wordt hier verstaan het moment van $M = 2 \cdot P \cdot l$ waarbij l de veerlengte is. De doorsnede van de veer is in relatie tot zijn lengte, om $2 \cdot P$ voor alle stokken gelijk te hebben. Op het rekenblad wordt ook de bolmasse uitgerekend als de klokmasse bekend is. Wil men een ander materiaal dan rvs toepassen, dan kan rekenblad 3 worden gebruikt; hier kan men de elasticiteitsmodulus van het toegepaste materiaal in kgf/cm² invoeren.


Bote Holman,
(namens Bestuur SCO Ootmarsum)
info@chronos.nl



Tractuur carillonklokken Willem-Alexander Carillon Ootmarsum





Proefopstelling tractuur klokken Willem-Alexander Carillon Ootmarsum

